



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

---

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA HUMEDAD GRAVIMÉTRICA Y  
LA HUMEDAD DETERMINADA CON SENSORES ELECTRÓNICOS EN  
SUELOS FINOS DEL CANTÓN PASTAZA. PROVINCIA DE PASTAZA.**

---

---

**AUTOR: Robert Daniel Villacrés Chérrez**

**TUTOR: Ing. Mg. Favio Paúl Portilla Yandún**

**AMBATO – ECUADOR**

**Septiembre – 2022**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA HUMEDAD GRAVIMÉTRICA Y LA HUMEDAD DETERMINADA CON SENSORES ELECTRÓNICOS EN SUELOS FINOS DEL CANTÓN PASTAZA. PROVINCIA DE PASTAZA”**, elaborado por el Sr. Robert Daniel Villacrés Chérrez, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1804800041, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2022



---

**Ing. Mg. Favio Paúl Portilla Yandún**

**TUTOR**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Yo, Robert Daniel Villacrés Chérrez, con C.I. 1804800041, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema **“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA HUMEDAD GRAVIMÉTRICA Y LA HUMEDAD DETERMINADA CON SENSORES ELECTRÓNICOS EN SUELOS FINOS DEL CANTÓN PASTAZA. PROVINCIA DE PASTAZA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2022



---

**Robert Daniel Villacrés Chérrez**

**C.I. 1804800041**

**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, septiembre 2022



---

**Robert Daniel Villacrés Chérrez**

**C.I. 1804800041**

**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Robert Daniel Villacrés Chérrez de la Carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA HUMEDAD GRAVIMÉTRICA Y LA HUMEDAD DETERMINADA CON SENSORES ELECTRÓNICOS EN SUELOS FINOS DEL CANTÓN PASTAZA. PROVINCIA DE PASTAZA”.

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Mg. Ruth Lorena Pérez Maldonado

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Alex Xavier Frías Torres

MIEMBRO CALIFICADOR

## DEDICATORIA

**E**l presente trabajo va dirigido a mi familia, ya que son el aliento para mi desarrollo académico y espiritual. Para mi Padres Rómulo y Narcisa por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda incondicional.

A mis hermanos Javier y Anita, fuente inagotable de complicidad y motivación, para lograr vencer todo límite y ser así mejor cada día.

A mis queridos compañeros, que me apoyaron y permitieron formar parte de su vida a lo largo de esta preparación académica, como lo es la Ingeniería Civil: Gaby, Christian, Kevin, Joseph, Luigui...

Además, un agradecimiento infinito por la hermandad formada a lo largo de mi vida, fuente de energía en diversos momentos como la salud, enfermedad, alegría, tristeza, estudio, festejo. Y que continúe brindándonos muchas más vivencias al compartir esta gran amistad: José Luis, Marco, Kelvin ...

**ROBERT**

## AGRADECIMIENTO

**C**on gran afecto, el presente trabajo de investigación va dirigido con una expresión de gratitud a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y a la Carrera de Ingeniería Civil, a su distinguido cuerpo Docente y a quienes colaboraron en forma desinteresada para la realización del presente trabajo.

De manera muy especial al Ing. Mg. Favio Portilla, Tutor del proyecto, quién con sus conocimientos supo guiarme eficazmente para conseguir la meta trazada, resalto la calidad profesional del mismo y su fuerte compromiso para la preparación y formación de excelentes profesionales.

Definitivamente, este nuevo logro es gracias a mis Padres Rómulo y Narcisa; he logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio podría parecer tarea titánica e interminable.

**ROBERT**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A) PÁGINAS PRELIMINARES

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| PORTADA.....                          | i     |
| CERTIFICACIÓN.....                    | ii    |
| AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....      | iii   |
| DERECHOS DE AUTOR .....               | iv    |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO..... | v     |
| DEDICATORIA.....                      | vi    |
| AGRADECIMIENTO .....                  | vii   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                 | xii   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                | xviii |
| RESUMEN.....                          | xxiii |
| ABSTRACT .....                        | xxiv  |

### B) CONTENIDOS

|   |   |
|---|---|
| CAPÍTULO I.....                                 | 1 |
| 1.1. Antecedentes Investigativos .....          | 1 |
| 1.1.1. Antecedentes.....                        | 1 |
| 1.1.2. Justificación .....                      | 3 |
| 1.1.3. Fundamentación Teórica.....              | 4 |
| 1.1.3.1. El Suelo y sus fases.....              | 4 |
| 1.1.3.2. El agua en el Suelo.....               | 5 |
| 1.1.3.3. Investigación del suelo en campo. .... | 6 |
| 1.1.3.3.1. Muestreo .....                       | 6 |
| 1.1.3.3.1.1. Muestras Alteradas .....           | 6 |
| 1.1.3.3.1.2. Muestra Inalteradas.....           | 6 |



|   |    |
|---|----|
| 1.1.3.4. Métodos para la determinación de la humedad del suelo. ....                        | 7  |
| 1.1.3.4.1. Métodos Directos. ....   | 7  |
| 1.1.3.4.1.1. Método gravimétrico. ....  | 7  |
| 1.1.3.4.1.2. Sonda de Neutrones. ....   | 7  |
| 1.1.3.4.1.3. Método del Tacto. ....   | 8  |
| 1.1.3.4.2. Métodos Indirectos. ....   | 9  |
| 1.1.3.4.2.1. Tensión del suelo ....   | 9  |
| 1.1.3.4.2.2. Atenuación de rayos gamma. ....  | 10 |
| 1.1.3.4.2.3. Reflector de dominio temporal ....   | 10 |
| 1.1.3.5. Propiedades índices del suelo. ....  | 11 |
| 1.1.3.5.1. Contenido de humedad ....  | 11 |
| 1.1.3.5.2. Densidad in situ ....  | 13 |
| 1.1.3.5.3. Límites de Atterberg ....  | 13 |
| 1.1.3.5.3.1. Límite Plástico ....   | 14 |
| 1.1.3.5.3.2. Límite Líquido ....  | 14 |
| 1.1.3.5.4. Granulometría ....   | 14 |
| 1.1.3.5.4.1. Clasificación del suelo basados en criterios de granulometría. ....            | 15 |
| 1.1.3.5.4.2. Análisis Granulométrico ....   | 16 |
| 1.1.3.5.4.2. La Curva Granulométrica ....   | 19 |
| 1.1.3.5.4.3. Determinación de las Curvas Características. Diámetros y<br>Coeficientes. .... | 19 |
| 1.1.3.5.5. Humedad Óptima ....  | 21 |
| 1.1.3.5.6. Coeficiente de Permeabilidad. ....   | 22 |
| 1.1.3.5.7. Proctor Modificado. ....   | 23 |
| 1.1.3.6. Sensores ....  | 24 |
| 1.1.3.6.1. Clasificación de Sensores ....   | 25 |
| 1.1.3.6.2. Características de los Sensores ....   | 27 |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.1.3.7. Sensor de Humedad. ....                            | 28        |
| 1.1.3.7.1. Sensor de Resistencia Eléctrica. ....            | 28        |
| 1.1.3.7.2. Sensor Capacitivo. ....                          | 29        |
| 1.1.4. Hipótesis .....                                      | 30        |
| 1.2. Objetivos. ....  | 31        |
| 1.2.1. Objetivo General.....                                | 31        |
| 1.2.2. Objetivos Específicos .....                          | 31        |
| <b>CAPÍTULO II .....</b>                                    | <b>32</b> |
| <b>METODOLOGÍA .....</b>                                    | <b>32</b> |
| 2.1. Materiales y equipos.....                              | 32        |
| 2.2. Métodos.....   | 40        |
| Población.....  | 41        |
| 2.2.1. Plan de recolección de datos.....                    | 46        |
| 2.2.2. Plan de procesamiento y análisis de información..... | 47        |
| <b>CAPÍTULO III.....</b>                                    | <b>53</b> |
| <b>RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>                           | <b>53</b> |
| 3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....            | 53        |
| 3.1.1 Propiedades índice .....                              | 53        |
| 3.1.1.1 Densidad de campo.....                              | 53        |
| 3.1.1.2. Granulometría .....                                | 55        |
| 3.1.1.3. Límites de Atteberg .....                          | 57        |
| 3.1.2. Clasificación de los Suelos .....                    | 57        |
| 3.1.3. Propiedades Mecánicas.....                           | 59        |
| 3.1.3.1. Proctor Modificado Tipo B.....                     | 59        |
| 3.1.4. Nomenclatura.....                                    | 62        |
| 3.1.5. Correlaciones .....                                  | 63        |
| 3.1.5.1. Correlaciones Simples Sensor Resistivo.....        | 66        |

|   |            |
|---|------------|
| 3.1.5.2. Correlaciones Múltiples Sensor Resistivo. ....                     | 83         |
| 3.1.5.3. Correlaciones Simples Sensor Capacitivo. ....                      | 92         |
| 3.1.5.4. Correlaciones Múltiples Sensor Capacitivo.....                     | 109        |
| 3.1. Verificación de Hipótesis .....  | 118        |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>  | <b>119</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                                 | <b>119</b> |
| 4.1. Conclusiones .....   | 119        |
| 4.2. Recomendaciones .....  | 122        |
| <br>  |            |
| <b>C) MATERIALES DE REFERENCIA</b>  |            |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                      | <b>124</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>127</b> |
| Anexos A: Correlaciones Simples.....  | 127        |
| Anexos B: Correlaciones múltiples .....                                     | 140        |
| Anexos C: Ensayos de Laboratorio .....                                      | 141        |
| Anexo D: Registro y Recolección de datos de los Sensores Electrónicos. .... | 231        |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla I Método de Tacto .....   | 9   |
| Tabla II Compacidades mínimas y máximas de los suelos.....            | 13  |
| Tabla III Clasificación Internacional. ....                           | 15  |
| Tabla IV Clasificación MIT. ....                                      | 15  |
| Tabla V Clasificación Kopecky. ....                                   | 16  |
| Tabla VI Tamaños de Tamices según la ASTM .....                       | 18  |
| Tabla VII Coeficiente de Permeabilidad medido en cm/s .....           | 23  |
| Tabla VIII Tipos de ensayo Proctor. ....                              | 24  |
| Tabla IX Sensores más usados en la actualidad.....                    | 28  |
| Tabla X. Materiales y equipos. ....                                   | 32  |
| Tabla XI Ubicación de Calicatas.....                                  | 43  |
| Tabla XII. Plan de recolección de daros. ....                         | 46  |
| Tabla XIII. Rango Cualitativo del coeficiente de Determinación.....   | 48  |
| Tabla XIV. Cálculo correlación lineal múltiple.....                   | 48  |
| Tabla XV. Ecuaciones de correlación lineal múltiple.....              | 49  |
| Tabla XVI. Correlación logarítmica múltiple. ....                     | 49  |
| Tabla XVII Ecuaciones de correlación logarítmica múltiple.....        | 49  |
| Tabla XVIII. Correlación potencial múltiple. ....                     | 50  |
| Tabla XIX. Ecuaciones de correlación potencial múltiple.....          | 50  |
| Tabla XX. Correlación potencial múltiple. ....                        | 51  |
| Tabla XXI. Ecuaciones de correlación potencial lineal múltiple.....   | 51  |
| Tabla XXII. Propiedades índice .....                                  | 53  |
| Tabla XXIII. Propiedades índice.....                                  | 54  |
| Tabla XXIV. Resumen granulométrico .....                              | 55  |
| Tabla XXV. Límites de Atterberg.....                                  | 57  |
| Tabla XXVI. Clasificación de los suelos .....                         | 58  |
| Tabla XXVII. Resumen Proctor Modificado Tipo B.....                   | 59  |
| Tabla XXVIII. Valores Proctor Modificado Tipo B .....                 | 60  |
| Tabla XXIX. Nomenclatura .....  | 62  |
| Tabla XXX. Correlaciones simples y múltiples Sensor Resistivo.....    | 63  |
| Tabla XXXI. Correlaciones simples y múltiples Sensor Capacitivo ..... | 64  |
| Tabla XXXII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #01 .....         | 141 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla XXXIII Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #02.....   | 142 |
| Tabla XXXIV. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #03 .....  | 143 |
| Tabla XXXV. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #04.....    | 144 |
| Tabla XXXVI. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #05 .....  | 145 |
| Tabla XXXVII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #06 ..... | 146 |
| Tabla XXXVIII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #07..... | 147 |
| Tabla XXXIX. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #08 .....  | 148 |
| Tabla XL. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #09 .....     | 149 |
| Tabla XLI. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #10.....     | 150 |
| Tabla XLII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #11 .....   | 151 |
| Tabla XLIII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #12 .....  | 152 |
| Tabla XLIV. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #13.....    | 153 |
| Tabla XLV. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #14 .....    | 154 |
| Tabla XLVI. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #15.....    | 155 |
| Tabla XLVII Granulometría Pozo #01 .....                       | 156 |
| Tabla XLVIII Granulometría Pozo #02 .....                      | 157 |
| Tabla XLIX Granulometría Pozo #03.....                         | 158 |
| Tabla L Granulometría Pozo #04.....                            | 159 |
| Tabla LI Granulometría Pozo #05.....                           | 160 |
| Tabla LII Granulometría Pozo #06 .....                         | 161 |
| Tabla LIII Granulometría Pozo #07 .....                        | 162 |
| Tabla LIV Granulometría Pozo #08.....                          | 163 |
| Tabla LV Granulometría Pozo #09 .....                          | 164 |
| Tabla LVI Granulometría Pozo #10.....                          | 165 |
| Tabla LVII Granulometría Pozo #11 .....                        | 166 |
| Tabla LVIII Granulometría Pozo #12.....                        | 167 |
| Tabla LIX Granulometría Pozo #13.....                          | 168 |
| Tabla LX Granulometría Pozo #14.....                           | 169 |
| Tabla LXI Granulometría Pozo #15.....                          | 170 |
| Tabla LXII Densidad de Campo Pozo #01 .....                    | 171 |
| Tabla LXIII Densidad de Campo Pozo #02.....                    | 172 |
| Tabla LXIV Densidad de Campo Pozo #03.....                     | 173 |
| Tabla LXV Densidad de Campo Pozo #04.....                      | 174 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla LXVI Densidad de Campo Pozo #05.....            | 175 |
| Tabla LXVII Densidad de Campo Pozo #06 .....          | 176 |
| Tabla LXVIII Densidad de Campo Pozo #07 .....         | 177 |
| Tabla LXIX Densidad de Campo Pozo #08.....            | 178 |
| Tabla LXX Densidad de Campo Pozo #09 .....            | 179 |
| Tabla LXXI Densidad de Campo Pozo #10.....            | 180 |
| Tabla LXXII Densidad de Campo Pozo #11 .....          | 181 |
| Tabla LXXIII Densidad de Campo Pozo #12 .....         | 182 |
| Tabla LXXIV Densidad de Campo Pozo #13.....           | 183 |
| Tabla LXXV Densidad de Campo Pozo #14 .....           | 184 |
| Tabla LXXVI Densidad de Campo Pozo #15 .....          | 185 |
| Tabla LXXVII Límites de Atterberg Pozo #01 .....      | 186 |
| Tabla LXXVIII Límites de Atterberg Pozo #02 .....     | 187 |
| Tabla LXXIX Límites de Atterberg Pozo #03 .....       | 188 |
| Tabla LXXX Límites de Atterberg Pozo #04 .....        | 189 |
| Tabla LXXXI Límites de Atterberg Pozo #05 .....       | 190 |
| Tabla LXXXII Límites de Atterberg Pozo #06 .....      | 191 |
| Tabla LXXXIII Límites de Atterberg Pozo #07 .....     | 192 |
| Tabla LXXXIV Límites de Atterberg Pozo #08.....       | 193 |
| Tabla LXXXV Límites de Atterberg Pozo #09 .....       | 194 |
| Tabla LXXXVI Límites de Atterberg Pozo #10 .....      | 195 |
| Tabla LXXXVII Límites de Atterberg Pozo #11.....      | 196 |
| Tabla LXXXVIII Límites de Atterberg Pozo #12 .....    | 197 |
| Tabla LXXXIX Límites de Atterberg Pozo #13 .....      | 198 |
| Tabla XC Límites de Atterberg Pozo #14.....           | 199 |
| Tabla XCI Límites de Atterberg Pozo #15 .....         | 200 |
| Tabla XCII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #01 .....  | 201 |
| Tabla XCIII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #02 ..... | 202 |
| Tabla XCIV Proctor Modificado Tipo B. Pozo #03 .....  | 203 |
| Tabla XCV Proctor Modificado Tipo B. Pozo #04.....    | 204 |
| Tabla XCVI Proctor Modificado Tipo B. Pozo #05 .....  | 205 |
| Tabla XCVII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #06.....  | 206 |
| Tabla XCVIII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #07..... | 207 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla XCIX Proctor Modificado Tipo B. Pozo #08 .....                        | 208 |
| Tabla C Proctor Modificado Tipo B. Pozo #09 .....                           | 209 |
| Tabla CI Proctor Modificado Tipo B. Pozo #10 .....                          | 210 |
| Tabla CII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #11 .....                         | 211 |
| Tabla CIII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #12 .....                        | 212 |
| Tabla CIV Proctor Modificado Tipo B. Pozo #13 .....                         | 213 |
| Tabla CV Proctor Modificado Tipo B. Pozo #14 .....                          | 214 |
| Tabla CVI Proctor Modificado Tipo B. Pozo #15 .....                         | 215 |
| Tabla CVII Permeabilidad. Pozo #01 .....                                    | 216 |
| Tabla CVIII Permeabilidad. Pozo #02 .....                                   | 217 |
| Tabla CIX Permeabilidad. Pozo #03.....                                      | 218 |
| Tabla CX Permeabilidad. Pozo #04 .....                                      | 219 |
| Tabla CXI Permeabilidad. Pozo #05.....                                      | 220 |
| Tabla CXII Permeabilidad. Pozo #06 .....                                    | 221 |
| Tabla CXIII Permeabilidad. Pozo #07 .....                                   | 222 |
| Tabla CXIV Permeabilidad. Pozo #08.....                                     | 223 |
| Tabla CXV Permeabilidad. Pozo #09 .....                                     | 224 |
| Tabla CXVI Permeabilidad. Pozo #10.....                                     | 225 |
| Tabla CXVII Permeabilidad. Pozo #11 .....                                   | 226 |
| Tabla CXVIII Permeabilidad. Pozo #12 .....                                  | 227 |
| Tabla CXIX Permeabilidad. Pozo #13.....                                     | 228 |
| Tabla CXX Permeabilidad. Pozo #14 .....                                     | 229 |
| Tabla CXXI Permeabilidad. Pozo #15.....                                     | 230 |
| Tabla CXXII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #01 .....  | 231 |
| Tabla CXXIII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #02.....  | 231 |
| Tabla CXXIV Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #03 .....  | 232 |
| Tabla CXXV Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #04.....    | 232 |
| Tabla CXXVI Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #05 .....  | 233 |
| Tabla CXXVII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #06.....  | 233 |
| Tabla CXXVIII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #07..... | 234 |
| Tabla CXXIX Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #08 .....  | 234 |
| Tabla CXXX Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #09.....    | 235 |
| Tabla CXXXI Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #10 .....  | 235 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla CXXXII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #11 .....                                | 236 |
| Tabla CXXXIII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #12.....                                | 236 |
| Tabla CXXXIV Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #13 .....                                | 237 |
| Tabla CXXXV Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #14.....                                  | 237 |
| Tabla CXXXVI Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #15 .....                                | 238 |
| Tabla CXXXVII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #1 .....  | 239 |
| Tabla CXXXVIII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #2 ..... | 240 |
| Tabla CXXXIX Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #3 .....   | 241 |
| Tabla CXL Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #4 .....      | 242 |
| Tabla CXLI Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #5 .....     | 243 |
| Tabla CXLII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #6 .....    | 244 |
| Tabla CXLIII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #7 .....   | 245 |
| Tabla CXLIV Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #8 .....    | 246 |
| Tabla CXLV Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #9 .....     | 247 |
| Tabla CXLVI Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #10 .....   | 248 |
| Tabla CXLVII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #11 .....  | 249 |
| Tabla CXLVIII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #12 ..... | 250 |
| Tabla CXLIX Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #13 .....   | 251 |
| Tabla CL Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y<br>Capacitivo – Pozo #14 .....      | 252 |



|   |     |
|---|-----|
| Tabla CLI Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #15 ..... | 253 |
| Tabla CLII Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #01 .....                  | 254 |
| Tabla CLIII Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #02 .....                 | 254 |
| Tabla CLIV Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #03 .....                  | 254 |
| Tabla CLV Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #04 .....                   | 255 |
| Tabla CLVI Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #05 .....                  | 255 |
| Tabla CLVII Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #06.....                  | 255 |
| Tabla CLVIII Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #07.....                 | 256 |
| Tabla CLIX Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #08 .....                  | 256 |
| Tabla CLX Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #09 .....                   | 256 |
| Tabla CLXI Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #10 .....                  | 257 |
| Tabla CLXII Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #11.....                  | 257 |
| Tabla CLXIII Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #12.....                 | 257 |
| Tabla CLXIV Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #13.....                  | 258 |
| Tabla CLXV Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #14.....                   | 258 |
| Tabla CLXVI Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #15.....                  | 258 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1 Composición del Suelo, fases sólida, líquida y gaseosa.....                      | 5  |
| Fig. 2 El agua en el Suelo.....   | 5  |
| Fig. 3 Sonda de Neutrones.....  | 8  |
| Fig. 4 Diagrama del tensiómetro.....  | 10 |
| Fig. 5 Reflector de Dominio Temporal.....   | 11 |
| Fig. 6 Tamices y aberturas.....   | 14 |
| Fig. 7 Tamices.....   | 17 |
| Fig. 8 Proceso de tamizado.....   | 17 |
| Fig. 9 Representación de la Curva Granulométrica en Escala Semilogarítmica.....         | 18 |
| Fig. 10 Representación de Fracciones Granulares y Curva Granulométrica de un Suelo..... | 19 |
| Fig. 11 Obtención de los Diámetros D10, D30 y D60.....                                  | 20 |
| Fig. 12 Interpretación de Curvas Granulométricas.....                                   | 21 |
| Fig. 13 Curva de Compactación de una Muestra de Suelo.....                              | 22 |
| Fig. 14 Clasificación de Sensores según su Funcionamiento.....                          | 25 |
| Fig. 15 Clasificación de Sensores según su Señal.....                                   | 26 |
| Fig. 16 Clasificación de Sensores según su Naturaleza de Funcionamiento.....            | 26 |
| Fig. 17 Clasificación de Sensores según los elementos utilizados en su Fabricación..... | 27 |
| Fig. 18 Sensor de Resistencia Eléctrica YL-69.....                                      | 29 |
| Fig. 19 Sensor Capacitivo V1.0.....   | 29 |
| Fig. 20 Pozo a cielo Abierto.....   | 34 |
| Fig. 21 Densidad de Campo (Método del cono y arena de Ottawa).....                      | 34 |
| Fig. 22 Permeabilidad (Método de Lefranc: Somero de flujo variable descenso).....       | 35 |
| Fig. 23 Proctor Modificado.....   | 35 |
| Fig. 24 Contenido de Humedad.....   | 36 |
| Fig. 25 Límite Líquido y Límite Plástico.....   | 36 |
| Fig. 26 Granulometría.....  | 37 |
| Fig. 27 Contenido de humedad (Muestra de densidad de Campo Sensor Capacitivo).....      | 37 |
| Fig. 28 Contenido de humedad (Muestra de densidad de Campo Sensor Resistivo).....       | 38 |
| Fig. 29 Contenido de humedad (Proctor Modificado - Sensor Resistivo).....               | 38 |

|   |    |
|---|----|
| Fig. 30 Contenido de humedad (Densidad de Campo - Sensor Capacitivo).....   | 39 |
| Fig. 31 Contenido de humedad (Densidad de Campo - Sensor Resistivo) .....   | 39 |
| Fig. 32. Suelos en las parroquias de Pastaza según la AASHTO. ....  | 44 |
| Fig. 33. Suelos en las parroquias de Pastaza según la SUCS.....   | 45 |
| Fig. 34 Curva granulométrica .....  | 56 |
| Fig. 35. Carta de Plasticidad .....   | 58 |
| Fig. 36. Correlación Humedad Sensor Resistivo vs Humedad Densidad de Campo.   | 66 |
| Fig. 37 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Porcentaje de<br>Compactación.....                                | 67 |
| Fig. 38 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Densidad Húmeda.....  | 68 |
| Fig. 39 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Densidad Seca.....  | 69 |
| Fig. 40 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Porcentaje de Arena. ....   | 70 |
| Fig. 41 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Porcentaje de Suelos<br>Finos.....                                | 71 |
| Fig. 42 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Permeabilidad.....  | 72 |
| Fig. 43 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Límite Líquido .....  | 73 |
| Fig. 44. Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Límite Plástico .....  | 74 |
| Fig. 45 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Índice plástico .....   | 75 |
| Fig. 46 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Densidad Seca Máxima  | 76 |
| Fig. 47 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Humedad Óptima .....  | 77 |
| Fig. 48 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Humedad Promedio<br>Proctor .....                                 | 78 |
| Fig. 49 Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Densidad Seca Máxima<br>Promedio .....                            | 79 |
| Fig. 50 Correlación Humedad Sensor Resistivo vs Humedad Promedio Proctor #1.  | 80 |
| Fig. 51 Correlación Humedad Sensor Resistivo vs Humedad Promedio Proctor #2.  | 81 |
| Fig. 52 Correlación Humedad Sensor Resistivo vs Humedad Promedio Proctor #3.  | 82 |
| Fig. 53 Correlación Límite Plástico vs Límite Líquido - Humedad Natural Sensor<br>Resistivo.....                          | 83 |
| Fig. 54 Correlación Humedad (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor<br>Resistivo - Densidad Seca.....               | 84 |
| Fig. 55 Correlación Humedad (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Compactación<br>- Humedad Natural Sensor Resistivo ..... | 85 |

|   |     |
|---|-----|
| Fig. 56 Correlación Densidad Seca vs Humedad Natural Sensor Resistivo - Densidad Húmeda .....                           | 86  |
| Fig. 57 Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Densidad Húmeda - Humedad Natural Sensor Resistivo .....     | 87  |
| Fig. 58 Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Finos - Humedad Natural Sensor Resistivo ..... | 88  |
| Fig. 59 Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor Resistivo – Humedad Óptima .....      | 89  |
| Fig. 60 Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor Resistivo – Índice Plástico .....     | 90  |
| Fig. 61 Correlación Densidad Seca vs Humedad Natural Sensor Resistivo – Humedad Promedio Sensor Resistivo.....          | 91  |
| Fig. 62 Correlación Humedad Sensor Capacitivo vs Humedad Densidad de Campo  | 92  |
| Fig. 63 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Porcentaje de Compactación.....                                | 93  |
| Fig. 64 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Densidad Húmeda.....   | 94  |
| Fig. 65 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Densidad Seca.....   | 95  |
| Fig. 66 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Porcentaje de Arena...   | 96  |
| Fig. 67 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Porcentaje de Suelos Finos.....                                | 97  |
| Fig. 68 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Permeabilidad .....  | 98  |
| Fig. 69 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Límite Líquido.....  | 99  |
| Fig. 70. Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Límite Plástico .....   | 100 |
| Fig. 71 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Índice plástico.....   | 101 |
| Fig. 72 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Densidad Seca Máxima .....                                     | 102 |
| Fig. 73 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Humedad Óptima.....  | 103 |
| Fig. 74 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio Proctor .....                                 | 104 |
| Fig. 75 Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Densidad Seca Máxima Promedio .....                            | 105 |
| Fig. 76 Correlación Humedad Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio Proctor #1 .....                                      | 106 |

|   |     |
|---|-----|
| Fig. 77 Correlación Humedad Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio Proctor #2<br>.....                                       | 107 |
| Fig. 78 Correlación Humedad Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio Proctor #3<br>.....                                       | 108 |
| Fig. 79 Correlación Límite Plástico vs Límite Líquido - Humedad Natural Sensor<br>Capacitivo .....                          | 109 |
| Fig. 80 Correlación Humedad (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor<br>Capacitivo - Densidad Seca .....               | 110 |
| Fig. 81 Correlación Humedad (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Compactación<br>- Humedad Natural Sensor Capacitivo.....   | 111 |
| Fig. 82 Correlación Densidad Seca vs Humedad Natural Sensor Capacitivo -<br>Densidad Húmeda .....                           | 112 |
| Fig. 83 Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Densidad Húmeda -<br>Humedad Natural Sensor Capacitivo .....     | 113 |
| Fig. 84 Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Finos -<br>Humedad Natural Sensor Capacitivo ..... | 114 |
| Fig. 85 Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Humedad Natural<br>Sensor Capacitivo – Humedad Óptima .....      | 115 |
| Fig. 86 Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Humedad Natural<br>Sensor Capacitivo – Índice Plástico .....     | 116 |
| Fig. 87 Correlación Densidad Seca vs Humedad Natural Sensor Capacitivo –<br>Humedad Promedio Sensor Resistivo .....         | 117 |
| Fig. 88 Proctor 4 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....  | 127 |
| Fig. 89 Proctor 5 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....  | 127 |
| Fig. 90 Proctor 6 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....  | 128 |
| Fig. 91 Proctor 7 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....  | 128 |
| Fig. 92 Proctor 8 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....  | 129 |
| Fig. 93 Proctor 9 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....  | 129 |
| Fig. 94 Proctor 10 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....   | 130 |
| Fig. 95 Proctor 11 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....   | 130 |
| Fig. 96 Proctor 12 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....   | 131 |
| Fig. 97 Proctor 13 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....   | 131 |
| Fig. 98 Proctor 14 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio. ....   | 132 |

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 99 Proctor 15 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.....               | 133 |
| Fig. 100 Proctor 4 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....              | 133 |
| Fig. 101 Proctor 5 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....              | 134 |
| Fig. 102 Proctor 6 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....              | 134 |
| Fig. 103 Proctor 7 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....              | 135 |
| Fig. 104 Proctor 8 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....              | 135 |
| Fig. 105 Proctor 8 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....              | 136 |
| Fig. 106 Proctor 10 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....             | 136 |
| Fig. 107 Proctor 11 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....             | 137 |
| Fig. 108 Proctor 12 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....             | 137 |
| Fig. 109 Proctor 13 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....             | 138 |
| Fig. 110 Proctor 14 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....             | 138 |
| Fig. 111 Proctor 15 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.....             | 139 |
| Fig. 112 Humedad Natural vs Densidad Seca vs Humedad Sensor Resistivo..... | 140 |
| Fig. 113 Humedad Natural vs Densidad Seca vs Humedad Sensor Resistivo..... | 140 |

## RESUMEN

Debido que es de vital importancia la determinación del contenido de humedad gravimétrico dentro de la Ingeniería Civil aplicado en hormigón, resistencia de capa subrasante en vías, determinación de cimentaciones, implementación de pilotes, etc.; se procede con este análisis comparativo.

Para el inicio de esta investigación se procedió a la obtención de distintas muestras de suelos finos extraídos del cantón Pastaza se aplicó distintos ensayos de laboratorio regidos a normativa (contenido de humedad, granulometría, límites de Atteberg, Proctor modificado tipo B), y se analizó datos proporcionados por sensores electrónicos (capacitivos y resistivos) que determinan el contenido de humedad natural del suelo, para su posterior correlación e interpretación de que tan efectivos y confiables son dichos sensores.

Mediante la comparación realizada a partir de 15 muestras entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos, se pudo determinar que el sensor resistivo proporciona un coeficiente de correlación excelente, con un valor de 94 por ciento, para un rango de trabajo de 566.50 a 924.33, mientras que el sensor capacitivo proporciona un coeficiente de correlación bueno, con un valor de 70 por ciento para un rango de trabajo de 339.67 a 532.33 en sus lecturas en campo.

**Palabras Clave:** Correlaciones, Contenido de Humedad, Sensores Electrónicos, Suelos Finos.

## **ABSTRACT**

Due to the fact that it is vitally important to determine the gravimetric moisture content within Civil Engineering applied to concrete, resistance of the subgrade layer on roads, determination of foundations, implementation of piles, etc.; proceed with this comparative analysis.

For the beginning of this investigation, different samples of fine soils extracted from the Pastaza canton were obtained, different laboratory tests governed by regulations were applied (moisture content, granulometry, Atteberg limits, modified Proctor type B), and analyzed. data provided by electronic sensors (capacitive and resistive) that determine the natural moisture content of the soil, for subsequent correlation and interpretation of how effective and reliable these sensors are.

Through the comparison made from 15 samples between the gravimetric humidity and the humidity determined with electronic sensors, it was possible to determine that the resistive sensor provides an excellent correlation coefficient, with a value of 94 percent, for a working range of 566.50 to 924.33, while the capacitive sensor provides a good correlation coefficient, with a value of 70 percent for a working range of 339.67 to 532.33 in its field readings.

**Keywords:** Correlations, Moisture Content, Electronic Sensors, Fine Soils.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes Investigativos

#### 1.1.1. Antecedentes

El presente informe tiene como finalidad obtener la humedad natural del suelo por medio de dos métodos, gravimétrico y por medio de sensores electrónicos capacitivo y resistivo, se pretende presentar gráficas comparativas y correlaciones de acuerdo a los datos obtenidos por dichos métodos con la finalidad de obtener resultados reales en la determinación del contenido de humedad natural de las muestras ensayadas.

Se define como humedad a una propiedad física que comprende la cantidad de agua contenida dentro de un sólido o la cantidad de agua disuelta en un gas.

En suelos la determinación de la humedad natural resulta de suma importancia para la toma de decisiones en el ámbito ingenieril.

El método gravimétrico también conocido como contenido de humedad del suelo trata sobre la relación en porcentaje del peso de agua que se encuentra contenida dentro de la masa del suelo con respecto al peso de la masa sólida. La determinación del peso del agua eliminada se la obtiene secando el suelo húmedo por medio de un horno que mantenga una temperatura constante de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , el peso seco de la muestra se lo denomina como el peso de las partículas sólidas y la pérdida de peso por el proceso de secado se lo denomina como peso del agua.

El método gravimétrico no proporciona un valor de referencia aceptado por lo que no resulta posible determinar su exactitud. [1]

Se realizó una comparativa entre propiedades del suelo (Densidad in situ, Humedad óptima, Granulometría, Permeabilidad, Índice líquido, Índice plástico) y el Contenido de agua (Humedad que posee el suelo) determinada con sensores electrónicos capacitivos y resistivos, para verificar la eficiencia y comportamiento de dichos sensores electrónicos.

La American Society for Testing Materials establece un método alternativo en la obtención del contenido de humedad natural en muestras de suelo, el cual implica la

utilización de un horno microondas el cual acelera el proceso de obtención del contenido de humedad en pocos minutos.

La determinación del contenido de humedad natural en muestras de suelo es un proceso relativamente lento y no por ser complejo en su obtención sino por el tiempo que consiste en obtener los resultados.

El tiempo estimado para obtener la masa seca de una muestra de suelo es de 12 horas en un horno ventilado, para realizar dos pesadas sucesivas se debe tener un intervalo de una hora y que la masa sea constante; el ensayo para determinar el contenido de humedad natural está directamente relacionado con otros ensayos que tienen más relevancia como la determinación de la densidad máxima compactada seca o la densidad compactada de terreno. [2]

Existen muchos métodos para la determinación del contenido de humedad natural del suelo, La Universidad de Arizona establece los siguientes: Método del tacto, Método de la Sonda de Neutrones, Método de Resistencia Eléctrica, Método de Tensión del Suelo, Método de Sonda C, entre otros. Todos los métodos antes mencionados proporcionan datos reales y confiables de contenido de humedad natural del suelo. [3]

En la actualidad se han desarrollado sensores electrónicos que en su mayoría son utilizados en el sector agropecuario en sistema de programación de riego, dichos sensores son capaces de determinar el contenido de humedad natural en suelos en cuestión de minutos, lo que ayuda considerablemente en la toma de decisiones, el tiempo de respuesta en determinar la humedad en la muestra del suelo es inmediata, además son aplicables en zonas de difícil acceso en donde sería casi imposible la extracción de muestras para determinar el contenido de humedad natural por medio de ensayos de laboratorio. [4]

Los sensores capacitivos son aquellos dispositivos capaces de determinar el contenido de humedad natural de una muestra de suelo por medio de electrodos conductores que poseen una capa fina de polímero y de óxido metálico, para su protección posee una capa anticorrosiva.

Los sensores resistivos determinan el contenido de humedad natural mediante un sustrato cerámico aislante en el cual descansa una grilla con electrodos que se cubren con una sal sensible ante la humedad que se enfrasca en un polímero (resina). [5]

### **1.1.2. Justificación**

A través de la historia la determinación del contenido de humedad gravimétrico en suelos ha sido de vital importancia para la realización de diferentes obras dentro de la Ingeniería Civil, debido a que este parámetro determina condiciones de comportamiento del suelo en donde se emplazan estructuras, o como parte de elementos y materiales de la construcción por ejemplo en albañilería, hormigón, resistencia de capa subrasante en vías, determinación de cimentaciones, implementación de pilotes, etc. [6]

El contenido de humedad natural es una propiedad física que posee el suelo y se obtiene de manera simple con la masa de suelo húmeda con respecto a la masa de suelo totalmente seca o trabajando con los volúmenes del suelo tanto húmedo y su relación con el volumen seco de la muestra teniendo una medida apropiada de la densidad aparente del suelo, la resistencia y el comportamiento del suelo dentro del área de la construcción dependen netamente de la cantidad de agua que posea, por esto la importancia de su determinación y su estudio. [7]

En un estudio realizado en el cantón Ambato, en el que se realizó el análisis de 15 muestras de suelos granulares, se detalla que la determinación del contenido de humedad natural mediante sensores electrónicos es óptima ya que proporciona un 90% de eficacia en sus resultados y correlaciones, por su rapidez en la obtención de resultados del contenido de humedad natural resulta muy importante en la optimización de tiempo. [8]

En Argentina se realizó el estudio de curvas de calibración de sensores electrónicos de bajo costo para la determinación del contenido de humedad natural del suelo, se determinó que dichos sensores se estabilizan rápidamente en muestras saturadas, mientras que en muestras poco saturadas la lectura oscila de forma decreciente, los resultados aún presentan aspectos técnicos irresueltos como su comportamiento en situaciones de campo no controladas. [6]

En el presente documento, se analizará el contenido de humedad gravitatorio de distintas muestras de suelos finos extraídos del cantón Pastaza aplicando distintos ensayos regidos a normativa, y se comparará con datos proporcionados por sensores electrónicos capacitivos y resistivos que determinan el contenido de humedad natural

del suelo, para su posterior correlación e interpretación de que tan efectivos y confiables son dichos sensores.

### **1.1.3. Fundamentación Teórica.**

#### **1.1.3.1. El Suelo y sus fases.**

El suelo es la capa superficial de materiales no consolidados orgánicos e inorgánicos, esta capa tiene espesor variable, presenta actividad biológica y ocupa la mayor parte de la superficie terrestre del planeta. La composición del suelo se divide en tres fases: sólida, líquida y gaseosa.

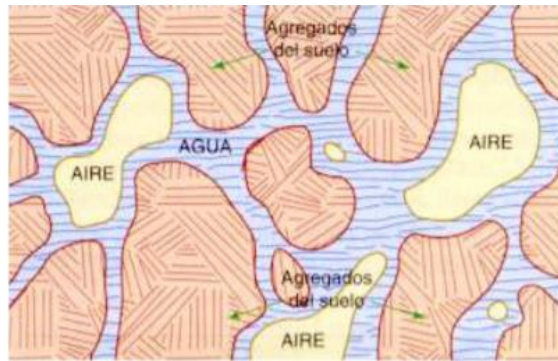
- **Fase Sólida:** se conforma de las partículas minerales del suelo y se divide en orgánicas e inorgánicas.

Las partículas inorgánicas son minerales y fragmentos de roca producto de procesos de meteorización como: gravas, arenas, limos y arcillas. El humus y la arcilla forman agregados muy importantes para retener sales minerales y para la fertilidad del suelo.

Las partículas orgánicas se conforman de materia procedente de restos de seres vivos por ejemplo la madera, el excremento, etc.

**Fase Líquida:** es el agua contenida dentro de la masa de suelo, por lo general se encuentra sectorizada en los poros pequeños y medianos del suelo, si los poros son demasiado grandes el agua tiende a escurrirse por efecto de la gravedad provocando el agua subterránea y los acuíferos.

- **Fase Gaseosa:** Es aire contenido dentro de los poros grandes de la masa del suelo, su composición es la misma que la del aire atmosférico con una menor proporción de oxígeno y mayor cantidad de dióxido de carbono, a mayor profundidad la relación con el dióxido de carbono es directamente proporcional es decir que a mayor profundidad tendremos mayor cantidad de dióxido de carbono debido a la gran actividad biológica que tiene el suelo. [9]



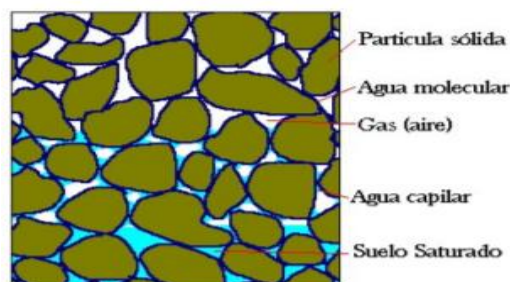
**Fig. 1** Composición del Suelo, fases sólida, líquida y gaseosa.

**Fuente:** Peña C. Hernández J.

### 1.1.3.2. El agua en el Suelo

El agua que se encuentra contenida en la masa del suelo está comprendida de tres fracciones que son: higroscópica o molecular, capilar y gravitacional o de drenaje.

- **El agua higroscópica o molecular:** Es la cantidad de agua absorbida de la humedad del aire, esta fracción presenta adhesión superficial a la partícula, la cantidad de agua molecular depende especialmente de la textura, contenido de materia orgánica y composición mineral de la masa del suelo.
- **El agua capilar:** Es la cantidad de agua que ocupa los microporos de la masa de suelo, se mantiene en el suelo debido a fuerzas de tensión superficial. Esta fracción es utilizada por las plantas como reserva hídrica del suelo.
- **El agua gravitacional o de drenaje:** Es la cantidad de agua que ocupa los denominados macro poros que poseen un diámetro aproximado de diez micras de diámetro. Esta fracción de agua es arrastrada por fuerzas de gravedad produciendo que se infiltre a capas más profundas en el suelo. Las plantas utilizan esta fracción si se encuentra en el estrato reticular. [10]



**Fig. 2** El agua en el Suelo.

**Fuente:** F. Coello.

### **1.1.3.3. Investigación del suelo en campo.**

#### **1.1.3.3.1. Muestreo**

El denominado muestreo es la extracción de una muestra del material con el que se realiza la construcción de una estructura o que forma parte del todo del conjunto a evaluar, la muestra extraída debe proporcionar las características generales que representan a todo el conjunto. Parte fundamental del muestreo son las operaciones de envase, transporte e identificación.

Existen dos tipos de muestras en dicho análisis que son: muestras alteradas y muestras inalteradas.

##### **1.1.3.3.1.1. Muestras Alteradas**

Las muestras alteradas se constituyen de material fragmentado o disgregado, en donde no se toman precauciones para la conservación de sus características de humedad y estructura.

Generalmente se las obtiene de excavaciones por procesos de corte o relleno o bien, de perforaciones profundas con equipos especiales.

La muestra tendrá un peso mínimo de 40 kilogramos que es la cantidad de suelo que se requiere para la realización de pruebas para materiales de terracerías; esta muestra se la obtiene mediante el procedimiento de cuarteo. El número de muestras que se extraigan dependerá netamente de la homogeneidad del suelo y del tipo de estudio a realizarse.

##### **1.1.3.3.1.2. Muestra Inalteradas.**

Las muestras inalteradas son aquellas que conservan la humedad y la estructura que posee el suelo del sector o lugar en donde se extrae la muestra.

Se obtienen de suelos finos que pueden labrarse sin que estos se disgreguen. La extracción de este tipo de muestras se la realiza del piso o de las paredes de una excavación, en el terreno natural o en la terracería. Las dimensiones que permitan obtener la muestra deben ser tales que permitan el labrado y extracción de la misma.

[11]

#### **1.1.3.4. Métodos para la determinación de la humedad del suelo.**

Los métodos utilizados para determinar la humedad del suelo son empíricos, estos emplean variables como la sensación de humedad al tacto o como la diferencia de peso, para establecer parámetros, en el transcurso del tiempo la tecnología ha ayudado en la obtención de esta medición de humedad, creando distintos dispositivos y herramientas que ayudan en la determinación de humedad de los suelos entre ellos tenemos los sensores electrónicos.

##### **1.1.3.4.1. Métodos Directos.**

###### **1.1.3.4.1.1. Método gravimétrico.**

Consiste en extraer una muestra de suelo, medir su peso antes y después del proceso de secado y obtener su contenido de humedad natural, en el caso de que la muestra mantenga un peso constante antes y después del secado se considera como una muestra seca, dichas muestras de suelo son sometidas a temperaturas de 105 a 110 °C en su proceso de secado. Cabe mencionar que el método gravimétrico es el ensayo más preciso en la obtención del contenido de humedad natural de una muestra de suelo.

Para su determinación empleamos la siguiente fórmula.

$$P_w = \frac{(M_h - M_s)}{M_h} * 100$$

Donde:

*P<sub>w</sub>*: Porcentaje de Humedad por Peso.

*M<sub>h</sub>*: Masa de Suelo Humeda.

*M<sub>s</sub>*: Masa de Suelo Seca.

###### **1.1.3.4.1.2. Sonda de Neutrones.**

Este método determina la humedad del suelo mediante de sondas que emiten un flujo de neutrones que viajan a una determinada velocidad, el flujo de neutrones choca directamente con el hidrógeno del suelo generando energía cinética que posteriormente se transforma en calor, cuando esto sucede los neutrones se termalizan. Los neutrones que se encuentran termalizados son absorbidos por el

detector el cual realiza el procesamiento de datos y brinda un valor de humedad presente en el suelo. Este método presenta ventajas y desventajas.

Ventajas: Entrega mediciones muy exactas y precisas.

Desventajas: Costo elevado del dispositivo, necesita calibración dependiendo del tipo de suelo, emana radiación.



**Fig. 3** Sonda de Neutrones.

**Fuente:** F. Caro.

#### **1.1.3.4.1.3. Método del Tacto.**

Este método es utilizado en las salidas de campo por ser práctico y sencillo no se necesita de dispositivos o herramientas que midan la humedad y sus resultados se basan en la tabla 1. Consiste en la extracción de muestras a distintas profundidades,



primero de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm, se procede a poner la muestra en la mano y apretar cada una de ellas hasta formar una esfera, su comportamiento evaluará el grado de humedad que posee. [12]

**Tabla I** Método de Tacto

| <b>Grado de Humedad</b> | <b>Tacto de la Muestra</b>                     | <b>Contenido de Humedad</b> |
|-------------------------|--|-----------------------------|
| Seco                    | Polvo Seco.                                    | Ninguna                     |
| Bajo                    | No se aglutina y se desmorona con facilidad.   | 25% o menos                 |
| Medio                   | Se aglutina pero se desmorona.                 | 25% - 50%                   |
| Aceptable               | Se forma la esfera y se aglutina con presión.  | 50% - 75%                   |
| Excelente               | Se forma la esfera, se aglutina y es amasable. | 75% - 100%                  |
| Húmedo                  | Cuando se aprieta chorrea agua.                | Sobre Saturado              |

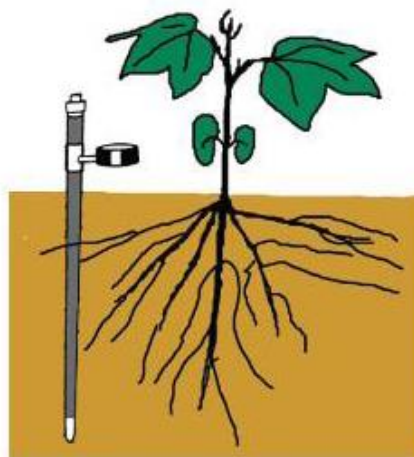
Fuente: F. Caro.

#### **1.1.3.4.2. Métodos Indirectos.**

##### **1.1.3.4.2.1. Tensión del suelo**

Se utiliza un tensiómetro que mide la intensidad de la fuerza con la que el suelo puede retener agua. Estos dispositivos se instalan en profundidad variable; cuando el suelo presenta deshidratación el tensiómetro empieza a halar agua de la columna de agua provocando el efecto de succión. La succión se la mide con un indicador. Algunos dispositivos modernos reemplazan el indicador de succión por los denominados sensores electrónicos.

El funcionamiento de los tensiómetros es óptimo cuando el suelo en donde se realiza la evaluación del contenido de humedad tenga un alto porcentaje de agua, y tiende a brindar datos erróneos cuando el suelo presenta un bajo porcentaje de agua, es decir en suelo muy secos. El costo es de \$30 por cada lectura realizada.



**Fig. 4** Diagrama del tensiómetro.

**Fuente:** M. Martínez.

#### **1.1.3.4.2.2. Atenuación de rayos gamma.**

Este método utiliza un rayo gamma de alta intensidad que penetra una sección del suelo y traciende de forma decenciente de manera exponencial dependiendo de la densidad aparente del suelo, la atenuación del agua y del contenido de humedad. La obtención del contenido de humedad natural mediante este método consiste en atenuar la fuente de los rayos gamma cesio 137, y un deterctor de estos rayos llamado fotomultiplicador, estos tubos estan en acceso en paralelo instalados en el suelo.

Tiene la ventaja de tener alta resolución espacial con medidas desde 20 a 50 mm de espesor de suelo, con tubos de acceso que están separados 3 metros entre sí. [8]

#### **1.1.3.4.2.3. Reflector de dominio temporal**

Es un método electromagnetico indirecto, no destructivo y preciso para la determinación del contenido de humedad natural de los suelos. En suelos de textura fina y en suelos volcánicos este método presenta una lectura imprecisa en la determinación del contenido de humedad.

La determinación gravimétrica de las muestras se la realizo a partir de barreras de gusano y por medio de la densidad aparente del suelo obtenida por el método de excavación. Los métodos basados en radiación tienden a presentar menos imprecisiones que los métodos basados en dieléctrica.

El fundamento del reflector de dominio temporal es la constante dieléctrica del agua que es muy alta (80%) en comparación con el suelo seco (2 - 4%) y el aire (1%), esta diferencia en la constante hace que el método sea poco sensible a los componentes del

suelo; esta constante depende de la frecuencia del campo eléctrico que sea aplicada. Para este método el valor de la constante dieléctrica se determinan frecuencias sensibles de entre 10 y 50 GHz para suelos húmedos. [13]



**Fig. 5** Reflector de Dominio Temporal.

**Fuente:** M. Bravo.

#### **1.1.3.5. Propiedades índices del suelo.**

Las propiedades índices permiten indicar o señalar el comportamiento del suelo además nos proporciona información sobre su naturaleza y estado.

El estado y naturaleza de cualquier suelo puede ser alterado si es sometido a un tratamiento adecuado, por ejemplo, en el caso de una arena suelta puede consolidarse como una arena densa si es sometida adecuadamente a un proceso de vibrado. Es así que el comportamiento del suelo no solo depende las propiedades índices o físicas del grano de la masa de suelo, sino también de las propiedades que tiene su origen en el acomodamiento de sus partículas dentro de la masa. [14]

##### **1.1.3.5.1. Contenido de humedad**

El contenido de humedad del suelo se expresa como la relación existente entre la masa de agua que se encuentra contenida en la muestra de suelo y la masa seca de la misma. Dicha relación está linealmente relacionada con la densidad aparente del suelo.

El único método directo para medir la humedad natural que posee el suelo es el método gravimétrico, el cual consiste en extraer una muestra de suelo, medir su peso antes y después del proceso de secado y obtener su contenido de humedad natural, en el caso de que la muestra mantenga un peso constante antes y después del secado se considera como una muestra seca, dichas muestras de suelo son sometidas a temperaturas de 105

a 110 °C en su proceso de secado. Cabe mencionar que el método gravitatorio es el ensayo más preciso en la obtención del contenido de humedad natural de una muestra de suelo. [15]

El valor de contenido de humedad se lo representa en términos gravimétricos y volumétricos.

- Humedad gravimétrica.

Se entiende como porcentaje de humedad gravimétrica a la relación existente entre la masa de agua del suelo con respecto a la masa de suelo seco:

$$\% \text{ Humedad gravimétrica} = \frac{Ma}{Mss} * 100$$

$$Ma = Msh - Mss$$

Nomenclatura:

*Ma:* masa de agua (gr)

*Mss:* masa de suelo en estado seco (gr)

*Msh:* masa de suelo húmeda (gr)

- Humedad volumétrica.

Se entiende como porcentaje de humedad volumétrica a la relación existente entre el volumen de agua con respecto al volumen total de la muestra:

$$\% \text{ Humedad volumétrica} = \frac{Va}{Vm} * 100$$

$$Va = Ma * da$$

Nomenclatura:

*Va:* volumen de agua (cm<sup>3</sup>)

*Vm:* volumen de la muestra (cm<sup>3</sup>)

*Ma:* masa de agua (gr)

*da:* densidad aparente del agua (1  $\frac{gr}{cm^3}$ ) [16]

### 1.1.3.5.2. Densidad in situ

La densidad in situ se determina por medio del peso del suelo húmedo en una pequeña excavación realizada en la superficie del suelo. Es requerido calcular el volumen de la abertura, este proceso se ejecuta por medio del método del cono de arena de Ottawa bajo las normas ASTM D-2167. AASHTO T-205. La fórmula para la determinación de la densidad humedad del suelo es la siguiente:

$$\gamma_{hum} = \frac{Wm}{Vh}$$

Nomenclatura:

$\gamma_{hum}$ : Densidad húmeda del suelo

$Wm$ : Peso del suelo húmedo (gr)

$Vh$ : Volumen del hueco (cm<sup>3</sup>) [15]

**Tabla II** Compacidades mínimas y máximas de los suelos.

| Descripción           | Relación de vacíos |                   | Porosidad (%)     |                   | Peso Específico Seco (ton/m <sup>3</sup> ) |                          |
|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--------------------------|
|                       | $e_{m\acute{a}x}$  | $e_{m\acute{i}n}$ | $n_{m\acute{a}x}$ | $n_{m\acute{i}n}$ | $\gamma d_{m\acute{a}x}$                   | $\gamma d_{m\acute{i}n}$ |
| Esferas uniformes     | 0.92               | 0.35              | 47.60             | 26.00             | -  | -                        |
| Arena de Ottawa       | 0.80               | 0.50              | 44.00             | 33.00             | 1.47                                       | 1.76                     |
| Arena limpia uniforme | 1.00               | 0.40              | 50.00             | 29.00             | 1.33                                       | 1.89                     |
| Limo orgánico         | 1.10               | 0.40              | 52.00             | 29.00             | 1.28                                       | 1.89                     |
| Arena limosa          | 0.90               | 0.30              | 47.00             | 23.00             | 1.39                                       | 2.03                     |
| Arena fina-gruesa     | 0.95               | 0.20              | 49.00             | 17.00             | 1.36                                       | 2.21                     |
| Arena micácea         | 1.20               | 0.40              | 55.00             | 29.00             | 1.22                                       | 1.92                     |
| Arena limosa y grava  | 0.85               | 0.14              | 46.00             | 12.00             | 1.42                                       | 2.34                     |

Fuente: R. Whitman, W. Lambe. [17]

### 1.1.3.5.3. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg también conocidos como límites de consistencia se basan en que los suelos finos se pueden hallar en diferentes estados (sólido, semisólido, plástico, semilíquido, y líquido) dependiendo del contenido de humedad que presente.

El contenido de humedad produce los cambios de estado dependiendo del suelo que se analice, es importante conocer el rango de humedades para identificar cuando el suelo tiene un comportamiento plástico, es decir la capacidad que posee el suelo para deformarse sin romperse.

#### **1.1.3.5.3.1. Límite Plástico**

La plasticidad del suelo es la propiedad que posee para soportar deformaciones sin presentar agrietamientos, variaciones volumétricas y desmoronamientos, es el resultado de una presión aplicada y una deformación; el límite plástico consiste en moldear barras cilíndricas de 3 mm de diámetro evitando que se agrieten utilizando el menor contenido de humedad posible.

#### **1.1.3.5.3.2. Límite Líquido**

Es el contenido de agua expresado en porcentaje con relación al peso del suelo seco, esta relación delimita la transición entre el estado líquido y plástico del suelo.

Para la obtención de este límite se utiliza el método de Casagrande, el cual se define de una forma arbitraria con el contenido de humedad suficiente para que dos mitades de una pasta de suelo de aproximadamente 1 cm de espesor fluyan hasta unirse en una longitud de 12 mm, en el fondo de la muesca se separan las dos mitades, la cápsula es golpeada 25 veces desde una altura de 1 cm, a la velocidad de 2 golpes por segundo. [18]

#### **1.1.3.5.4. Granulometría**

La granulometría es la distribución de las partículas de un árido clasificados por su tamaño. El tamaño de las partículas es separado por medio de tamices o coladores.

La fracción granulométrica se denomina a la cantidad de árido que pasa a través de un tamiz y es retenido por otro; el ajuste granulométrico se encarga de ajustar la granulometría del árido a un huso granulométrico. [19]



**Fig. 6** Tamices y aberturas.

**Fuente:** C. García

#### 1.1.3.5.4.1. Clasificación del suelo basados en criterios de granulometría.

El tamaño de las partículas de suelo proporciona un criterio para la clasificación descriptiva del mismo, en la antigüedad el suelo se dividía en cuatro fracciones debido a lo complicado de los procedimientos para su separación, con la aparición de la técnica de cribado resulto posible efectuar curvas granulométricas formadas con agrupaciones de partículas del suelo de diferentes tamaños. En la actualidad gracias a técnicas de suspensión es posible ampliar las curvas granulométricas para tamaños finos del suelo.

A continuación, se presenta algunas clasificaciones granulométricas del suelo según su tamaño:

##### a) Clasificación Internacional.

Clasificación desarrollada en Suecia.

**Tabla III** Clasificación Internacional.

| Tamaño (mm)  |            |       |          |                              |
|--------------|------------|-------|----------|------------------------------|
| 2            | 0.2        | 0.02  | 0.002    | 0.0002                       |
| Arena Gruesa | Arena Fina | Limos | Arcillas | Ultra-Arcillas<br>(coloides) |

Fuente: J. Badillo; R. Rodriguez

##### b) Clasificación por Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Clasificación desarrollada por Gilboy y adoptada por el MIT.

**Tabla IV** Clasificación MIT.

| Tamaño (mm) |       |      |        |       |       |         |        |                    |
|-------------|-------|------|--------|-------|-------|---------|--------|--------------------|
| 2.0         | 0.6   | 0.2  | 0.06   | 0.02  | 0.006 | 0.002   | 0.0006 | 0.0002             |
| Gruesa      | Media | Fina | Gruesa | Media | Fina  | Gruesa  | Media  | Fina<br>(coloides) |
| Arena       |       |      | Limo   |       |       | Arcilla |        |                    |

Fuente: J. Badillo; R. Rodriguez

##### c) Clasificación de Kopecky.

Clasificación desarrollada en Alemania en 1936 y está basada en la proposición original de Kopecky.

*Tabla V* Clasificación Kopecky.

| Material      | Característica | Tamaño (mm)      |
|---------------|----------------|------------------|
| Piedra        | -----          | Mayor de 70      |
| Grava         | Gruesa         | 30 a 70          |
|               | Mediana        | 5 a 30           |
|               | Fina           | 2 a 5            |
| Arena         | Gruesa         | 1 a 2            |
|               | Mediana        | 0.2 a 1          |
|               | Fina           | 0.1 a 0.2        |
| Polvo         | Grueso         | 0.05 a 0.1       |
|               | Fino           | 0.02 a 0.05      |
| Limo          | Grueso         | 0.006 a 0.02     |
|               | Fino           | 0.002 a 0.006    |
| Arcilla       | Grueso         | 0.0006 a 0.002   |
|               | Fino           | 0.0002 a 0.0006  |
| Ultra-Arcilla | -----          | 0.00002 a 0.0002 |

Fuente: J. Badillo; R. Rodriguez

Las partículas que se encuentran por debajo de 0.00002 mm representan disoluciones verdaderas y no se depositan. [20]

#### **1.1.3.5.4.2. Análisis Granulométrico**

Consiste en la determinación del tamaño de las partículas que componen el suelo y su correspondiente porcentaje de la cantidad de granos del mismo, el método más usado para el proceso de separar el suelo en distintas fracciones de tamaño es el de tamizado.

Muestras de suelo que sean mayores a 0.0075 mm, se utiliza el método de tamizado mecánico por vía seca y para muestras de suelo que sean menores a 0.0075 mm, el análisis granulométrico se lo realiza mediante sedimentación de fracciones en agua destilada por medio del método de la pipeta y el densímetro.

La principal herramienta para el análisis granulométrico es la malla o tamiz.





**Fig. 7** Tamices

**Fuente:** J. Guerra

Para el análisis granulométrico por tamizado se requiere tomar una muestra de suelo seco la cual sera vertida en una serie de tamices normados ordenamos de mayor a menor abertura, agitando de manera prolongada todos los tamices. La proporción de suelo retenido en cada uno de los tamices es pesada y se determina su porcentaje acumulado que logro pasar por cada tamiz.



**Fig. 8** Proceso de tamizado

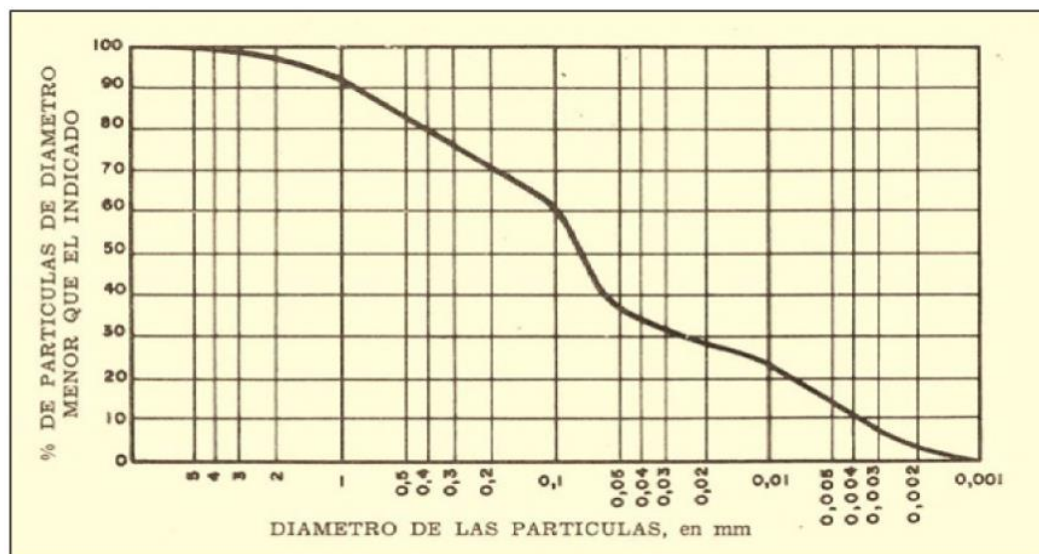
**Fuente:** J. Guerra

**Tabla VI** Tamaños de Tamices según la ASTM

| Número de Tamiz | Abertura (pulg) | Abertura (mm) | Posición |
|-----------------|-----------------|---------------|----------|
| 3"              | 3               | 76.2~76       | 10       |
| 1.5"            | 3/2             | 38.1~38       | 9        |
| #3/4"           | 3/4             | 19.05~19      | 8        |
| #3/8"           | 3/8             | 9.52~9.5      | 7        |
| #4              | 3/16            | 4.762~4.80    | 6        |
| #8              | 3/32            | 2.381~2.40    | 5        |
| #16             | 3/64            | 1.96~1.20     | 4        |
| #30             | 3/128           | 0.595~0.600   | 3        |
| #50             | 3/256           | 0.298~0.300   | 2        |
| #100            | 3/512           | 0.149~0.150   | 1        |
| #200            | 3/1024          | 0.0744~0.075  | 0        |

Fuente: O. Giraldo

En la representación gráfica de la curva granulométrica los resultados obtenidos se los ubica de forma acumulada. En el eje de las abcisas se ubican los distintos tamaños de las aberturas de los tamices ordenados de mayor a menor, mientras que en el eje de las ordenadas se ubica el porcentaje acumulado de las partículas que se retiene el tamiz considerado. La determinación de la curva granulométrica se lo representa con un gráfico semilogarítmico.



**Fig. 9** Representación de la Curva Granulométrica en Escala Semilogarítmica

Fuente: J. Guerra

#### 1.1.3.5.4.2. La Curva Granulométrica

Es la representación gráfica de una muestra de suelo ensayada en un laboratorio en donde se analiza la estructura del suelo a partir del tamaño de sus partículas.

La representación de la curva granulométrica de una muestra de suelo es aproximada. En el caso del análisis granulométrico para suelos finos la precisión es mucho más debatible que en el caso de suelos gruesos debido a que están sometidos a tratamientos mecánicos y químicos previo a la realización de su análisis granulométrico lo que da a lugar a tamaños efectivos diferentes a los del suelo natural.

Incluso con esas limitaciones es importante mencionar que las curvas granulométricas, especialmente en suelos gruesos tiene un gran valor práctico ya que posibilita la estimación de la capilaridad y permeabilidad de un suelo.

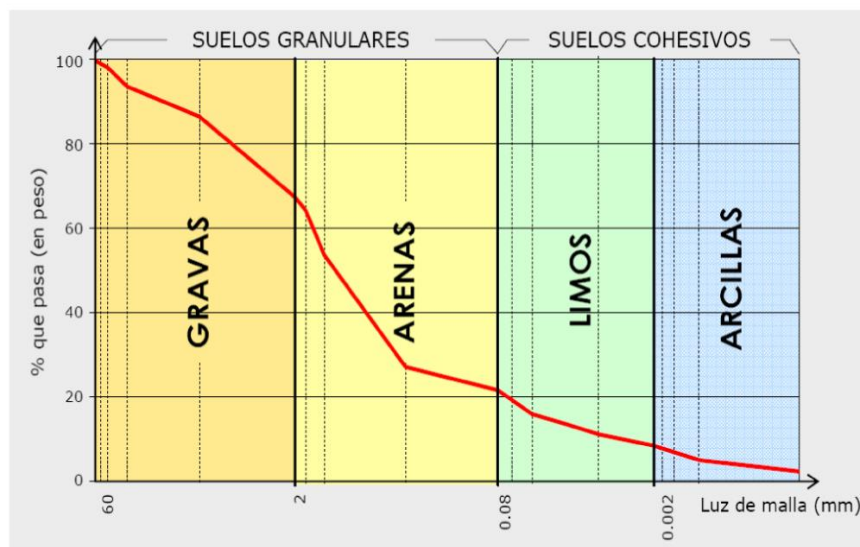


Fig. 10 Representación de Fracciones Granulares y Curva Granulométrica de un Suelo

Fuente: J. Guerra

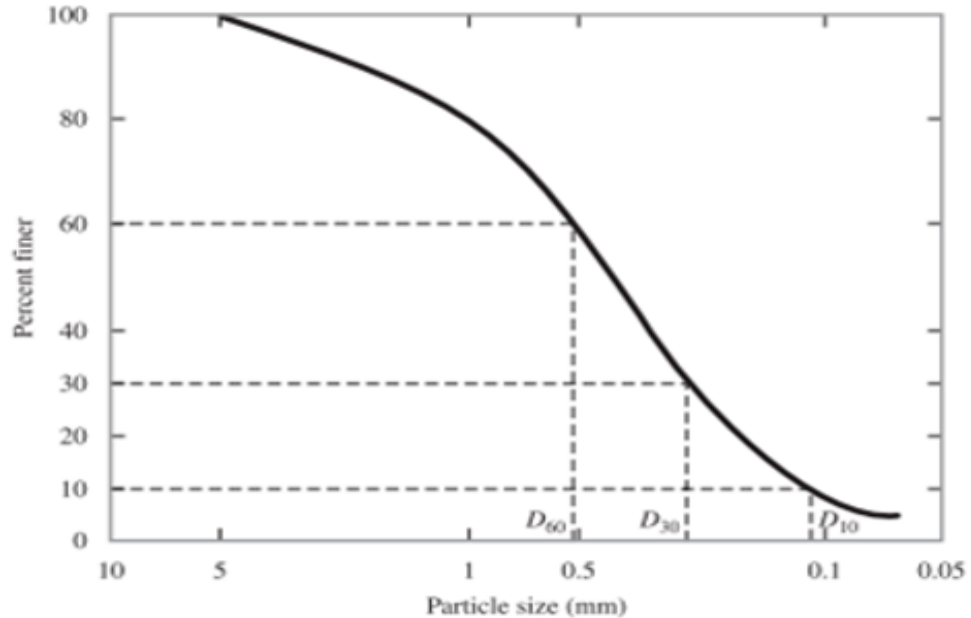
#### 1.1.3.5.4.3. Determinación de las Curvas Características. Diámetros y Coeficientes.

Para el análisis cuantitativo de la curva granulométrica semilogarítmica acumulada es necesario la determinación de los siguientes parámetros:

- $D_{10}$ : Se lo denomina como diámetro efectivo, representa un 10% del tamaño máximo de las partículas más finas de la muestra de suelo.
- $D_{30}$ : Representa un 30% del tamaño máximo de las partículas más finas de la muestra de suelo.

- $D_{60}$ : Representa un 60% del tamaño máximo de las partículas más finas de la muestra de suelo.

Su determinación se la realiza trazando abscisas en los porcentajes de 10, 30 y 60, hasta intersecar con la curva granulométrica semilogarítmica.



**Fig. 11** Obtención de los Diámetros D10, D30 y D60

**Fuente:** J. Guerra

La determinación de los diámetros ( $D_{10}$ ,  $D_{30}$  y  $D_{60}$ ) permite la obtención de los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de uniformidad:  $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ . Determina la representación de tamaños en una muestra de suelo; Si el  $D_{60}$  es muy distinto al  $D_{10}$  significa que el material se encuentra bien graduado, por el contrario, si el  $D_{60}$  es muy similar al  $D_{10}$  significa que el material se encuentra con una mala graduación, según El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) un  $Cu > 6$  se trata de arenas graduadas y un  $Cu > 4$  se trata de una grava bien graduada.
- Coeficiente de Curvatura:  $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$ . Determina la rectitud o curvatura del gráfico en el intervalo de  $D_{10}$  y  $D_{60}$ . Mediante ensayos anteriores se determina que un material bien graduado posee un coeficiente de curvatura de entre 1 a 3.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}. \quad Cu > 4 \text{ a } 6 \quad \text{Bien graduado}$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}. \quad 1 < Cc < 3 \quad \text{Bien graduado}$$

Las distintas curvas granulométricas proporcionan información del posible comportamiento del suelo, es así que se presentan los siguientes gráficos. [21]

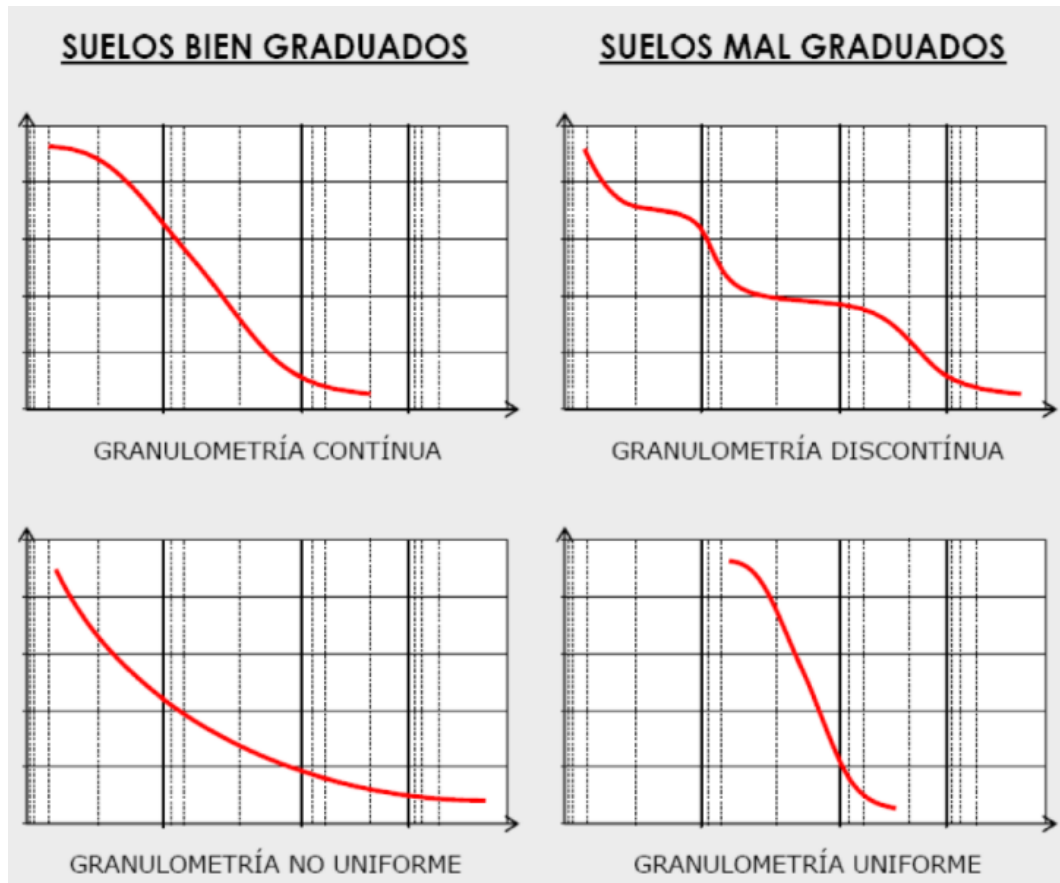


Fig. 12 Interpretación de Curvas Granulométricas

Fuente: J. Guerra

#### 1.1.3.5.5. Humedad Óptima

La humedad óptima permite determinar la compacidad máxima del suelo, la curva de compactación establece una relación del peso volumétrico seco compactado y el contenido de agua de la muestra de suelo. [21]

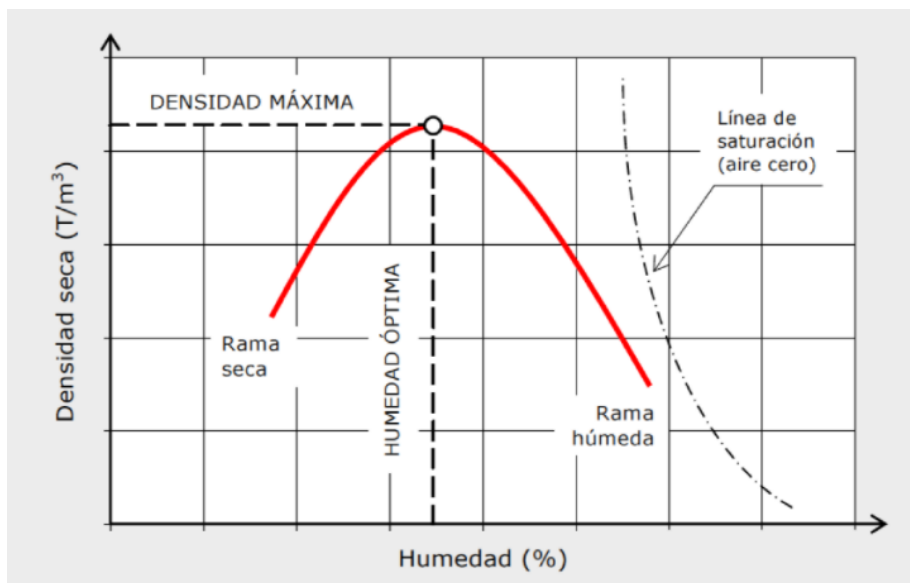


Fig. 13 Curva de Compactación de una Muestra de Suelo

Fuente: J. Guerra

#### 1.1.3.5.6. Coeficiente de Permeabilidad.

Se denomina permeabilidad al movimiento existente de un flujo a través de una superficie porosa, esta propiedad permite clasificar a los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables. También se la conoce como la velocidad de flujo originada por un gradiente hidráulico. El valor de permeabilidad se lo denomina con la letra K y se usa como medida de resistencia al flujo del suelo.

Existen varios factores que afectan la permeabilidad del suelo entre ellos tenemos:

- La relación de vacíos.
- La densidad del suelo.
- La estratificación y estructura del suelo.
- La viscosidad del agua que varía según su temperatura.
- Presencia de grietas, fisuras, agujeros en el suelo.

Los coeficientes de permeabilidad se explican en la siguiente tabla. [22]

**Tabla VII** Coeficiente de Permeabilidad medido en cm/s

| Coeficiente de Permeabilidad (K) |                  |   |    |  |                  |                  |                  |   |                  |                  |                  |                  |
|----------------------------------|------------------|---|----|--|------------------|------------------|------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| K(cm/s)                          | 10 <sup>2</sup>  | 10 <sup>1</sup>                             | 10 | 10 <sup>-1</sup>   | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-5</sup>  | 10 <sup>-6</sup> | 10 <sup>-7</sup> | 10 <sup>-8</sup> | 10 <sup>-9</sup> |
| Drenaje                          | Bueno            |   |    |  |                  |                  | Malo             |   | Impermeable      |                  |                  |                  |
| Relleno Sanitario                | Pésimo           |   |    |  |                  |                  |                  |   |                  | Bueno            |                  |                  |
| Tipo de Suelo                    | Grava<br>Cascajo | Arena Limpia<br>Arena mezclada<br>con Grava |    | Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla |                  |                  |                  | Suelo impermeable<br>Modificado por efecto de la vegetación y intemperización |                  |                  |                  |                  |
|                                  |                  |   |    | Suelo Impermeable<br>Arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización      |                  |                  |                  |   |                  |                  |                  |                  |

Fuente: J. Fierro; A. Parra; C. Vasquéz

Métodos para la determinación de la permeabilidad en suelos.

- Ensayos de Laboratorio: Permeámetro de carga constante y permeámetro de carga variable.
- Ensayos de Campo: Método de Lefranc: Somera de flujo variable descenso y Pozos (acuífero libre y acuífero confinado)

#### 1.1.3.5.7. Proctor Modificado.

Este ensayo permite determinar la curva de compactación que es la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de una muestra de suelo, se lo realiza en un molde de diámetro de 101.6 o 152.4 mm (4 o 6 pulgadas), con un pistón de 10 o 15 libras que cae aproximadamente desde una altura de 18 pulgadas o 457 mm produciendo una fuerza de compactación de 56000 lb-pie/pie<sup>3</sup> lo equivalente a 2700 kN-m/m<sup>3</sup>.

Este ensayo se aplica para suelos que posean 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" pulgadas o 19 milímetros. [23]

En la actualidad existen varios métodos para reproducir este ensayo en laboratorio, el método más empleado es el del Proctor modificado ya que aplica mayor energía de compactación que el Proctor normal, aproximadamente 4.5 veces mayor.

**Tabla VIII** Tipos de ensayo Proctor.

| Proctor    | N° | Tamaño molde (cm) | Volumen molde (cm <sup>3</sup> ) | Pistón (kg) | N° Capas | Altura de caída (cm) | N° de Golpes | Energía de Compactación (kg-m/m <sup>3</sup> ) |
|------------|----|-------------------|----------------------------------|-------------|----------|----------------------|--------------|--|
| Normal     | 1  | 11,64-10,16       | 943,33                           | 2,49        | 3        | 30,48                | 25           | 60,50  |
| Normal     | 2  | 11,64-15,24       | 2123,03                          | 2,49        | 3        | 30,48                | 55           | 60,50  |
| Modificado | 3  | 11,64-10,16       | 943,33                           | 2,49        | 5        | 45,72                | 25           | 275,27   |
| Modificado | 4  | 11,64-15,24       | 2123,03                          | 2,49        | 5        | 45,72                | 55           | 275,27   |
| 15 golpes  | 5  | 11,64-10,16       | 943,33                           | 2,49        | 3        | 30,48                | 15           | 36,40  |

Fuente: J. Guerra

El método Proctor Normal 1 y Proctor Modificado 3 de la Tabla VIII se usan cuando el suelo tiene un alto porcentaje de partículas (80%) bajo el tamiz n° 4 ASTM. Mientras que el método Proctor Normal 2 y Proctor Modificado 4 se utiliza en suelo que posean un porcentaje notorio de partículas mayores al tamiz n° 4 ASTM y menores que 3/4. La energía de compactación se la calcula con la siguiente formula:

$$E_e = \frac{N * n * W * H}{V}$$

Nomenclatura:

$E_e$ : *Energía Específica*

$N$ : *Número de golpes*

$n$ : *Número de capas de suelo*

$W$ : *Peso del Pistón*

$H$ : *Altura de caída libre del pistón*

$V$ : *Volumen del suelo compactado* [21].

### 1.1.3.6. Sensores

Los sensores son dispositivos modernos que permiten la obtención de valores o datos, generalmente poseen los siguientes componentes básicos: sensores, acondicionamiento de señal, convertidor digital o analógico, algún tipo de software para registro y análisis de señales.



La función que desempeñan los sensores es detectar cambios en el entorno y dar respuesta en alguna salida en otro dispositivo. También transforma un fenómeno físico en voltaje analógico o digital medible en una pantalla legible para lectura de datos o procesamiento de información.

Un ejemplo de sensor es el micrófono que convierte energía del sonido en señales eléctricas que pueden amplificarse, grabarse, transmitirse y reproducirse. Otro ejemplo dentro de la vida cotidiana es el termómetro de mercurio el cual nos permite la medición de la temperatura. [24]

### 1.1.3.6.1. Clasificación de Sensores

En cuanto a sensores existen varios tipos de clasificaciones que permiten entender su naturaleza y funcionamiento.

#### Por su Funcionamiento:

- **Activos:** Son aquellos sensores que necesitan de una fuente externa de energía para su funcionamiento.
- **Pasivos:** Son aquellos sensores que no necesitan de una fuente externa de energía, sino que las condiciones ambientales son suficientes para que funcionen.

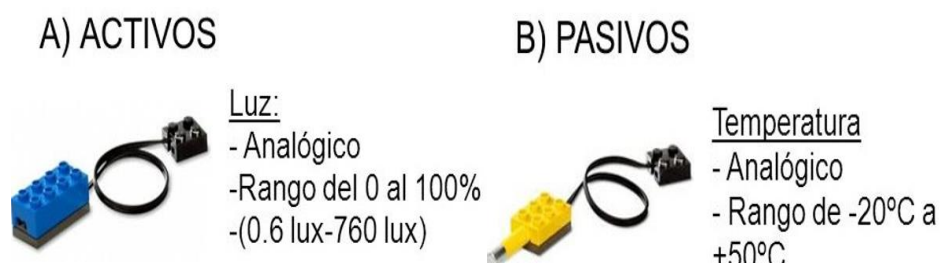
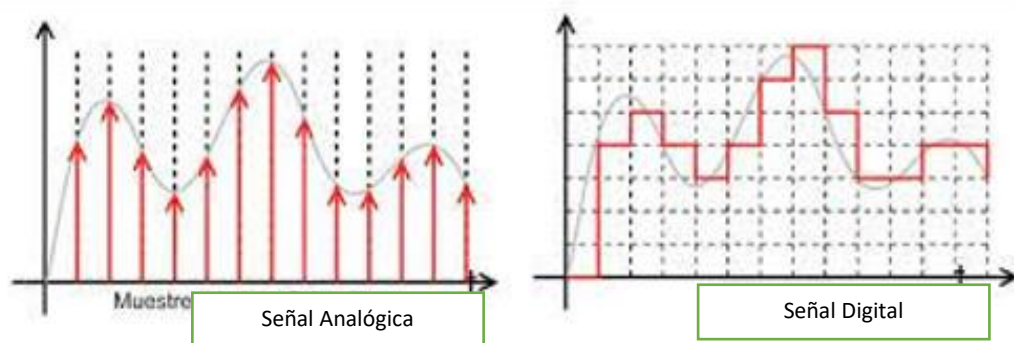


Fig. 14 Clasificación de Sensores según su Funcionamiento.

Fuente: Serna Ruiz A. García A.

#### Por las Señales que Proporcionan:

- **Digitales:** Brinda información a través de señales digitales, por lo general se maneja en código binario con “0” y “1”
- **Analógicos:** Brinda información a través de señales analógicas como tensión o corriente, esta señal cuenta con un sin número de valores.

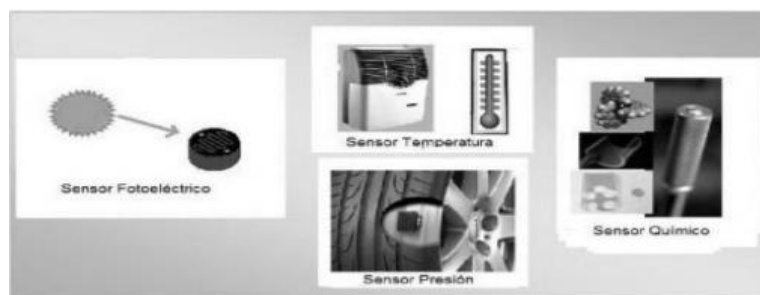


**Fig. 15** Clasificación de Sensores según su Señal.

**Fuente:** Serna Ruiz A. García A.

### Según su Naturaleza de Funcionamiento:

- **Fotoeléctricos:** Sensores que varían en función de la luz que se proyecta sobre los mismos.
- **Posición:** Sensores que varían en función de la posición en la que se encuentran.
- **Movimiento:** Sensores que varían en función de los movimientos ocasionados en el sitio donde se ubican.
- **Presión:** Sensores que varían en función de la presión a la que son sometidos.
- **Humedad:** Sensores que varían en función del contenido de humedad que exista en un determinado sitio.
- **Temperatura:** Sensores que varían en función de la temperatura en donde se encuentren los dispositivos.
- **Magnéticos:** Sensores que varían en función del campo magnético en donde se encuentren los dispositivos.
- **Químicos:** Sensores que varían en función de los agentes químicos que se encuentran en el ambiente.



**Fig. 16** Clasificación de Sensores según su Naturaleza de Funcionamiento.

**Fuente:** Serna Ruiz A. García A.

### Según los elementos utilizados en su fabricación

- **Mecánicos:** Son sensores que usan sistemas mecánicos que se abren o cierran, su función es medir cantidades tales como: velocidad, torque, deformaciones, forma, posición y masa.
- **Resistivos:** Este tipo de sensores son los más utilizados en la actualidad. Se basan en el principio de la variación de resistencia eléctrica producido por un sin número de variaciones y por eso su demandante uso.
- **Capacitivos:** Son sensores que usan en su fabricación un tipo de condensadores, su comportamiento es el de un capacitador abierto, y el material a detectar actúa como dieléctrico.
- **Inductivos:** Son sensores que utilizan bobinas y sirven para la detección de materiales metálicos ferrosos.

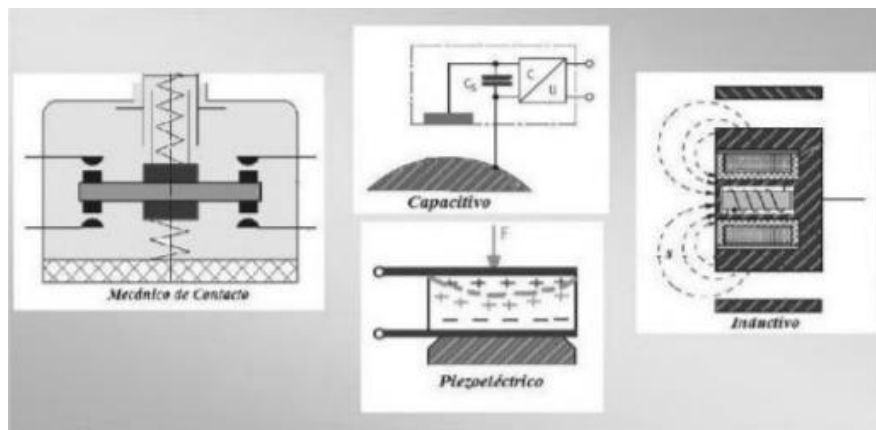


Fig. 17 Clasificación de Sensores según los elementos utilizados en su Fabricación.

Fuente: Serna Ruiz A. García A.

#### 1.1.3.6.2. Características de los Sensores

Al momento de elegir un sensor para una función determinada, es necesario tener en cuenta todos los aspectos en el rendimiento del dispositivo, es así que se destacan las características más relevantes:

- Lugar en donde va ser utilizados.
- Rapidez en la respuesta y lectura de datos.
- Fiabilidad en el funcionamiento.
- Consumo de corriente o baterías.
- Márgenes de funcionamiento de temperatura.
- Interferencias de agentes externos.

- Relación Calidad/Precio.
- Sensibilidad del dispositivo.
- Rango de Error.
- Precisión en la toma de datos y recolección de información.

*Tabla IX* Sensores más usados en la actualidad.

| <b>Sensores</b>                     | <b>Aplicación</b> |
|-------------------------------------|-------------------|
| Detectores de Gas y Humo            | Químicos          |
| Células Termoeléctricas             | Frío/Calor        |
| Piezoeléctricos, Magnetorresistivos | Caudal            |
| Piezométricos, Resistivos           | Presión           |
| Infrarrojos, Ultrasonido            | Distancia         |
| Mecánicos, Resistivos, Magnéticos   | Posición          |
| Resistivos, Capacitivos             | Humedad           |
| Termistores                         | Temperatura       |
| Fotorresistivos, Fotoeléctricos     | Iluminación       |

Fuente: Serna Ruiz A. García A.

### **1.1.3.7. Sensor de Humedad.**

Los sensores de humedad son dispositivos que pueden ser digitales o análogos que resultan extremadamente útiles, tienen muchas aplicaciones en el mundo de la agropecuaria, la jardinería y la construcción.

Es un dispositivo que permite controlar y detectar el porcentaje de agua que posee el aire o una superficie o un material. También se lo denomina como higrómetro y tiene un uso indispensable en la meteorología, además estos dispositivos suelen medir la temperatura y realizan cálculos de sensación térmica. [25]

#### **1.1.3.7.1. Sensor de Resistencia Eléctrica.**

Este dispositivo ha sido usado por muchos años para la determinación del contenido de humedad natural en el suelo, mediante el uso de sensores inalámbricos.

Usualmente se usa para determinar la humedad existente en la tierra, en arena o en cualquier sustrato permeable, se utilizan en la construcción de sistemas de riego automático, en estadios para el control del césped, en la elaboración de químicos, detección de humedad en estructuras de hormigón, para análisis del contenido de humedad en ensayos de Mecánica de Suelos, etc.



**Fig. 18** Sensor de Resistencia Eléctrica YL-69

**Fuente:** M. I. Martinez

#### **1.1.3.7.2. Sensor Capacitivo.**

El sensor capacitivo es capaz de medir variaciones producidas por la constante dieléctrica que posee el suelo, utiliza un capacitor que tiene una sonda de un material conductor, al cual se le aplica voltaje en un extremo, el material entre las sondas posee una cantidad de voltaje.

En el caso que el material que entre en la sonda sea aire, el sensor brindará un valor bajo debido a la dieléctrica del aire, en el caso que el material entre la sonda sea agua la medida será alta debido a la constante dieléctrica del agua.

El contenido de humedad del suelo que proporciona este sensor es medido indirectamente al medir la constante dieléctrica del suelo. [8]



**Fig. 19** Sensor Capacitivo V1.0

**Fuente:** M. I. Martinez

#### **1.1.4. Hipótesis**

El uso de sensores electrónicos de humedad influye en la optimización del tiempo y la exactitud de resultados al realizar ensayos de contenido de humedad del suelo.

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Comparar la humedad determinada con sensores electrónicos y la humedad gravimétrica en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la humedad gravimétrica y densidad in situ, límite líquido, límite plástico, granulometría, permeabilidad método de Lefranc y la clasificación de suelos de cada muestra extraída.
- Determinar la humedad en sitio mediante sensores electrónicos para diferentes suelos finos del cantón Pastaza.
- Determinar la humedad óptima de las probetas de suelo obtenidas en el ensayo Proctor modificado por medio de los sensores electrónicos.
- Evaluar numérica y gráficamente los resultados de los dos métodos utilizados, gravimétrico y sensores electrónicos, tanto para datos de humedad natural como humedad óptima.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Materiales y equipos

*Tabla X. Materiales y equipos.*

| ENSAYO   | NORMATIVA              | EQUIPO   | MATERIAL  |
|--|------------------------|--|---|
| Pozo a cielo abierto (Calicatas)                                     | AASHTO T 87-86 (2008)  | Barra<br>Pala<br>Flexómetro  | Muestra in – situ   |
| Densidad de campo (Método del cono y arena de Ottawa)                | AASHTO T 191-14 (2018) | Placa metálica<br>Cinzel<br>Cono<br>Cuchareta<br>Martillo<br>Balanza<br>Brocha<br>Clavos<br>Funda plástica   | Muestra in – situ   |
| Granulométrica   | AASHTO T88 (2019)      | Tamices (#4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200)<br>Fuente<br>Tapa<br>Tamizadora<br>Brocha<br>Espátula<br>Horno<br>Balanza<br>Recipientes metálicos. | Muestra cuarteada entre 200 a 1000 g.                                   |
| Permeabilidad (Método de Lefranc: Somera de flujo variable descenso) | CFE 10000-73 (2015)    | Tubo PVC Ø 4” longitud 1 m<br>Azadón<br>Barra<br>Manguera<br>Cronómetro<br>Protección personal   | Muestra in – situ<br>Agua   |
| Proctor modificado Tipo B  | AASHTO T180 (2019)     | Martillo de 4.5 kg<br>Molde Ø 6”, base y collarín<br>Probeta de 1000ml<br>Palustre<br>Balanza<br>Regleta   | Muestra de suelo aproximadamente de 24 kg que pasa el tamiz #4.<br>Agua |



|  |                        |  |   |
|--|------------------------|--|---|
|  |                        | Bandeja metálica<br>Brocha<br>Calibrador pie de rey<br>Recipientes metálicos<br>Horno            |   |
| Contenido de Humedad   | AASHTO T 265-15 (2019) | Recipientes metálicos<br>Horno   | Muestra de suelo aproximadamente 200 g.   |
| Límite líquido. (Copa Casagrande)  | AASHTO T 89            | Copa Casagrande<br>Acanalador normado<br>Espátula<br>Recipientes                                 | Muestra de suelo  |
| Límite Plástico. (Rollitos de suelo)   | AASHTO T 90            | Fino<br>Recipientes<br>Horno   | Muestra de suelo  |
| Identificación del tipo de suelo   | SUCS y AASHTO          | Cartas de Plasticidad  | Resultados de límite líquido y plástico   |
| <b>Experimentación</b>   |                        |  |   |
| Contenido de humedad (Muestras de Densidad de Campo y Proctor Modificado Tipo B) |                        | Sensor Resistivo: YL-69-Soil Moisture Sensor<br>Capacitivo: Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 | Muestra in – situ<br>Muestra de suelo aproximadamente de 24 kg que pase el tamiz #4<br>Agua |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 20** Pozo a cielo Abierto  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 21** Densidad de Campo (Método del cono y arena de Ottawa)  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez





**Fig. 22** Permeabilidad (Método de Lefranc: Somero de flujo variable descenso)

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 23** Proctor Modificado.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 24** Contenido de Humedad.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 25** Límite Líquido y Límite Plástico

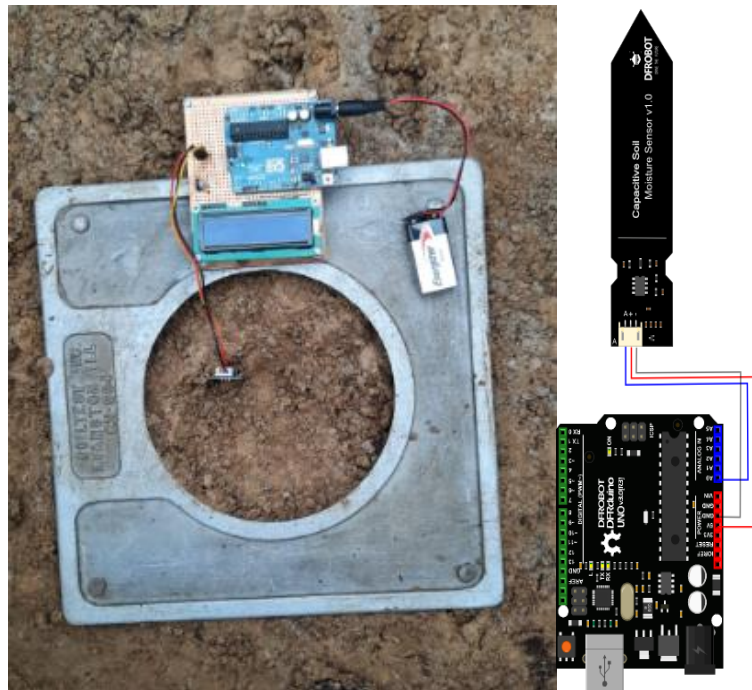
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez





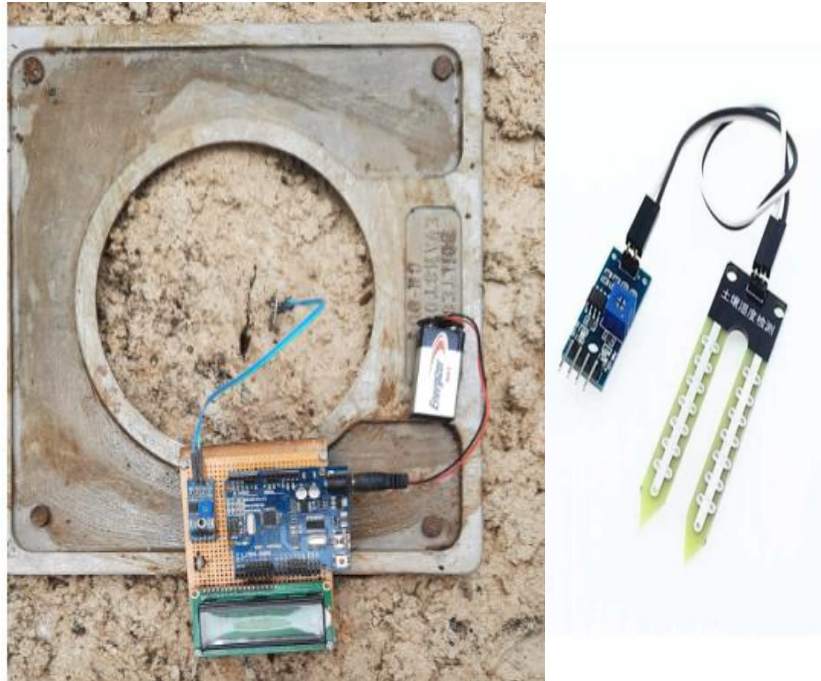
**Fig. 26** Granulometría

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 27** Contenido de humedad (Muestra de densidad de Campo Sensor Capacitivo)

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 28** Contenido de humedad (Muestra de densidad de Campo Sensor Resistivo)  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 29** Contenido de humedad (Proctor Modificado - Sensor Resistivo)  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 30** Contenido de humedad (Densidad de Campo - Sensor Capacitivo)  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 31** Contenido de humedad (Densidad de Campo - Sensor Resistivo)  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

## **2.2. Métodos.**

La metodología que se desarrolla en el proyecto de titulación es una investigación experimental y detalla los siguientes niveles de investigación:

a. Nivel experimental

Para el proceso de compactación del suelo la determinación del Contenido de Humedad Natural es indispensable, además dicho valor proporciona información de que tan apto puede ser un sitio en relación al emplazamiento de estructuras. Por esta razón se intenta correlacionar las lecturas realizadas por sensores electrónicos que permitan obtener un valor confiable de una manera rápida y eficiente.

b. Nivel exploratorio

El sondeo efectuado conserva sustentos preliminares que servirán como guía para realizar correlaciones a partir de la obtención del contenido de humedad natural del suelo, y de las lecturas tomadas por los sensores electrónicos en suelos finos de la provincia de Pastaza.

c. Nivel descriptivo

Al finalizar el proyecto se generará evidencia cartográfica mediante el software (ArcGIS), georreferenciando los puntos de donde se obtuvo la muestra de suelo para el análisis, se detallará la ubicación, el tipo de suelo y las lecturas brindadas por los sensores.

d. Nivel explicativo

Los resultados obtenidos de la investigación son proporcionados por los distintos ensayos aplicados: Densidad en Campo, Proctor Modificado, Granulometría y Humedad Natural. A partir de estos datos es posible la calibración de los sensores electrónicos, el uso de dichos sensores ayudará a la toma de decisiones tanto en campo como en laboratorio ya que su determinación es muy rápida y eficiente, también proporciona la detección de humedad en estructuras de concreto y para el monitorio de terraplenes.

e. Nivel analítico

Se procesan los valores y datos obtenidos en los ensayos, y se analizan e interpretan los resultados por medio de gráficas y tablas, resaltando las correlaciones entre las propiedades obtenidas



### **Población.**

El área de estudio se delimita a suelos finos del cantón Pastaza, provincia de Pastaza la cual posee un rango de altitud de 162 a 3194 m.s.n.m, además su temperatura ronda entre los 18 y 33 °C, cuenta con 14 parroquias las cuales se detallan a continuación:

1. Canelos, fue creada un 27 de diciembre de 1993, cuenta con una extensión territorial de 45149.70 hectareas, en 2014 contaba con una población de 2430 personas, posee una cobertura vegetal conservada del 82.38 %, su altitud mínima es de 350 msnm y su altitud máxima es de 1000 m.s.n.m, cuenta con un clima megatermico humedo. [26]
2. Diez de Agosto, fue creada un 29 de noviembre de 1967, cuenta con una extensión territorial de 9377.69 hectareas, en 2010 contaba con una población de 1144 personas, posee una cobertura vegetal conservada del 85.72 %, su altitud mínima es de 400 msnm y su altitud máxima es de 1200 m.s.n.m, cuenta con un clima megatermico lluvioso. [27]
3. Fátima, fue creada un 14 de junio de 1961, cuenta con una extensión territorial de 8203.67 hectareas, en 2010 contaba con una población de 766 personas, posee una cobertura vegetal conservada del 20.10 %, su altitud mínima es de 900 m.s.n.m, y su altitud máxima es de 1200 msnm, cuenta con un clima megatermico lluvioso. [28]
4. Montalvo, fue creada un 13 de noviembre de 1911, cuenta con una extensión territorial de 781202.3 hectareas, en 2010 contaba con una población de 4995 personas, posee una cobertura vegetal conservada del 78.10 %, su altitud mínima es de 295 msnm y su altitud máxima es de 806 m.s.n.m, cuenta con un clima megatermico humedo. [29]
5. Pomona, fue creada un 07 de septiembre de 1978, cuenta con una extensión territorial de 55342 hectareas, en 2010 contaba con una población de 237 personas, su altitud es de 850 m.s.n.m, cuenta con un clima cálido humedo. [30]
6. Río Corrientes, fue creada el 05 de Enero de 1920, cuenta con una extensión de 109800 hectareas, en el censo del 2010 contaba con una población de 235 habitantes, su altitud es de 162 a 374 m.s.n.m, cuenta con un clima cálido. [31]
7. Río Tigre, fue creada el 05 de Enero de 1920, cuenta con una extensión de 567156.21 hectareas, en el censo del 2010 contaba con una población de 656

- habitantes, su altitud es de 166 a 350 m.s.n.m, cuenta con un clima húmedo tropical. [32]
8. Veracruz, fue creada el 27 de Junio de 1950, cuenta con una extensión de 16000 hectareas, en el censo del 2010 contaba con una población de 1754 habitantes, su altitud es de 950 m.s.n.m, cuenta con un clima cálido. [31]
  9. Teniente Hugo Ortiz, fue creada el 02 de Octubre de 1968, cuenta con una extensión de 9700 hectareas, en el censo realizado el 2010 contaba con 548 habitantes, su altitud es de 760 a 1120 m.s.n.m, cuenta con un clima cálido húmedo. [33]
  10. Sarayacu, fue creada el 18 de Octubre de 1911, cuenta con una extensión de 279700 hectareas, en el censo realizado en el 2010 contaba con 2429 habitantes, su altitud es de 200 a 700 m.s.n.m, cuenta con un clima tropical húmedo. [34]
  11. El Triunfo, fue creada el 19 de Noviembre de 1911, cuenta con una extensión de 21800 hectareas, en el censo realizado en el 2010 contaba con 1325 habitantes, su altitud es de 944 m.s.n.m, cuenta con un clima cálido húmedo. [35]
  12. Simón Bolívar, fue creada el 04 de Mayo de 1987, cuenta con una extensión de 102513 hectareas, en el censo realizado en el 2010 contaba con 5682 habitantes, su altitud es de 432 a 973 m.s.n.m, cuenta con un clima tropical húmedo. [36]
  13. Tarquí, fue creada el 25 de Abril de 1955, cuenta con una extensión de 8400 hectareas, en el censo realizado en el 2010 contaba con 3831 habitantes, su altitud es de 811 a 946 m.s.n.m, cuenta con un clima cálido-húmedo. [37]
  14. Puyo, fue creada un 12 de Mayo de 1899, cuenta con una extensión territorial de 9695 hectareas, en 2014 contaba con una población de 36659 habitantes, su altitud 950 m.s.n.m, cuenta con un clima megatermico húmedo. [38]

La intención del presente proyecto es identificar el tipo de suelo existente en las parroquias de la provincia de Pastaza, sus propiedades índice y mecánicas, con la utilización de sensores electrónicos y sus correlaciones.

## Muestra

En las 14 muestras tomadas en campo de las distintas parroquias de la provincia de Pastaza, se eleboraron pozos a cielo abierto para la extracción del suelo, seleccionando una vía por cada parroquia.

Se utilizará el sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) para la correspondiente georeferenciación de las muestras. La provincia de Pastaza pertenece a un DATUM WGS 84 Zona Sur.

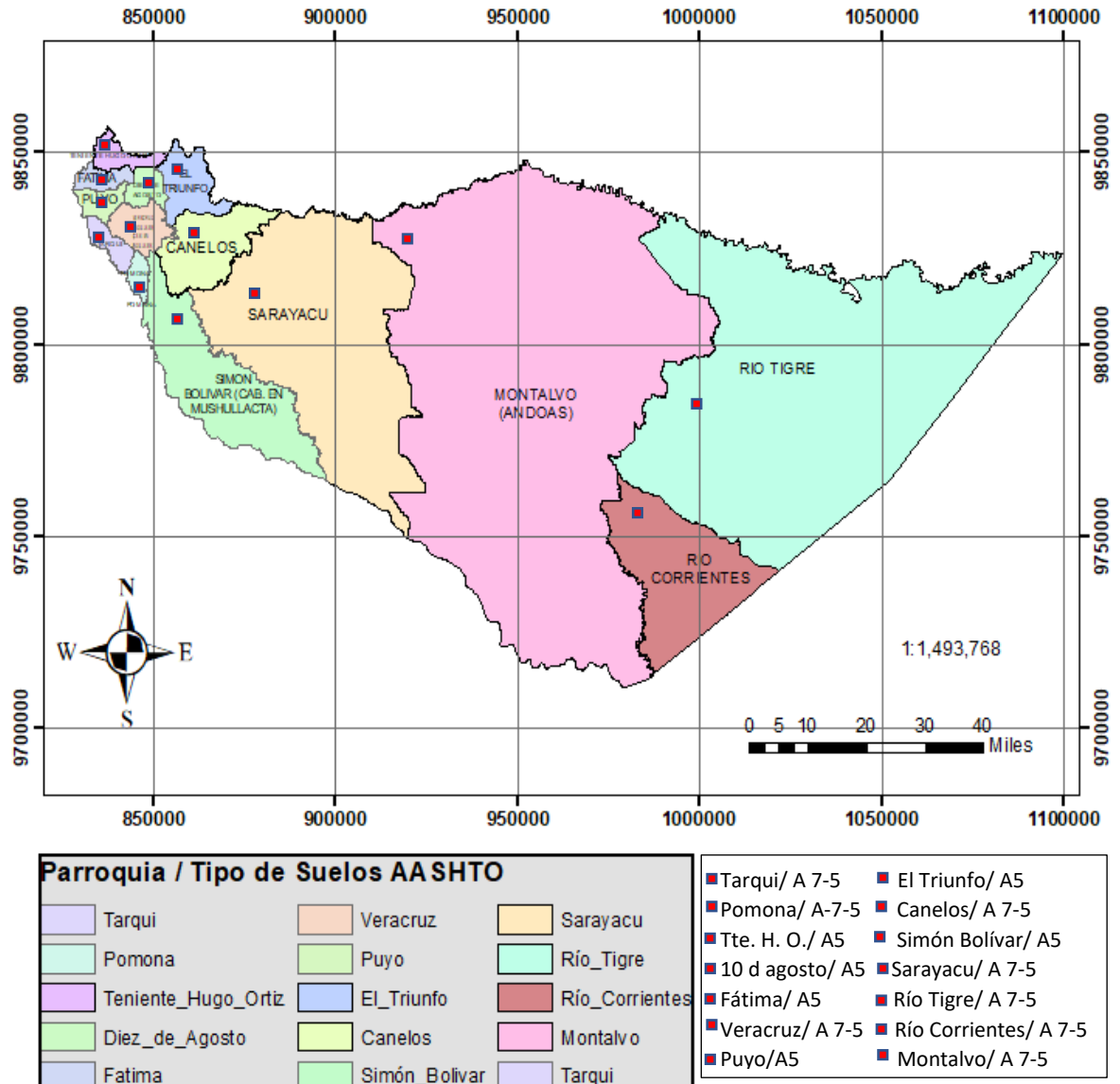
*Tabla XI* Ubicación de Calicatas

| N° Calicata | Ubicación           | N° Muestras | Coordenadas UTM 17M |          |             |
|-------------|---------------------|-------------|---------------------|----------|-------------|
|             | Parroquia           |             | Norte (m)           | Este (m) | Profundidad |
| 1           | Canelos             | 1           | 9824166             | 194007   | 1.00 m      |
| 2           | Tarqui              | 1           | 9828087             | 171783   | 0.90 m      |
| 3           | Veracruz            | 1           | 9833170             | 175751   | 1.00 m      |
| 4           | Diez de Agosto      | 1           | 9839423             | 178629   | 0.90 m      |
| 5           | Puyo                | 1           | 9833686             | 830965   | 0.90 m      |
| 6           | Pomona              | 1           | 9815118             | 176242   | 1.00 m      |
| 7           | Montalvo            | 1           | 9781102             | 261743   | 0.90 m      |
| 8           | Fátima              | 1           | 9841518             | 166393   | 0.95 m      |
| 9           | Teniente Hugo Ortiz | 1           | 9847397             | 170555   | 0.95 m      |
| 10          | Sarayacu            | 1           | 9809596             | 217733   | 0.90 m      |
| 11          | El Triunfo          | 1           | 9841102             | 188834   | 0.95 m      |
| 12          | Simón Bolívar       | 1           | 9790056             | 194571   | 1.00 m      |
| 13          | Río Corrientes      | 1           | 9767761             | 304199   | 1.00 m      |
| 14          | Río Tigres          | 1           | 9793417             | 342109   | 1.00 m      |
| 15          | Puyo 2              | 1           | 9833851             | 169730   | 1.00 m      |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

Mapa de las muestras tomadas en campo en el Cantón Pastaza, según la clasificación de suelos propuesta por la AASHTO, las muestras extraídas se denominan como A-7-5 y A5 la cual corresponde a limos y arcillas representativos de suelos finos.

## Pastaza y sus Parroquias



**Fig. 32.** Suelos en las parroquias de Pastaza según la AASHTO.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

Mapa de las muestras tomadas en campo en el Cantón Pastaza, según la clasificación de suelos propuesta por la SUCS, las muestras extraídas se denominan como MH y OL la cual corresponde a suelos limosos o arcillosos de baja elasticidad, y a suelos arcillosos y limosos orgánicos respectivamente.

## Pastaza y sus Parroquias

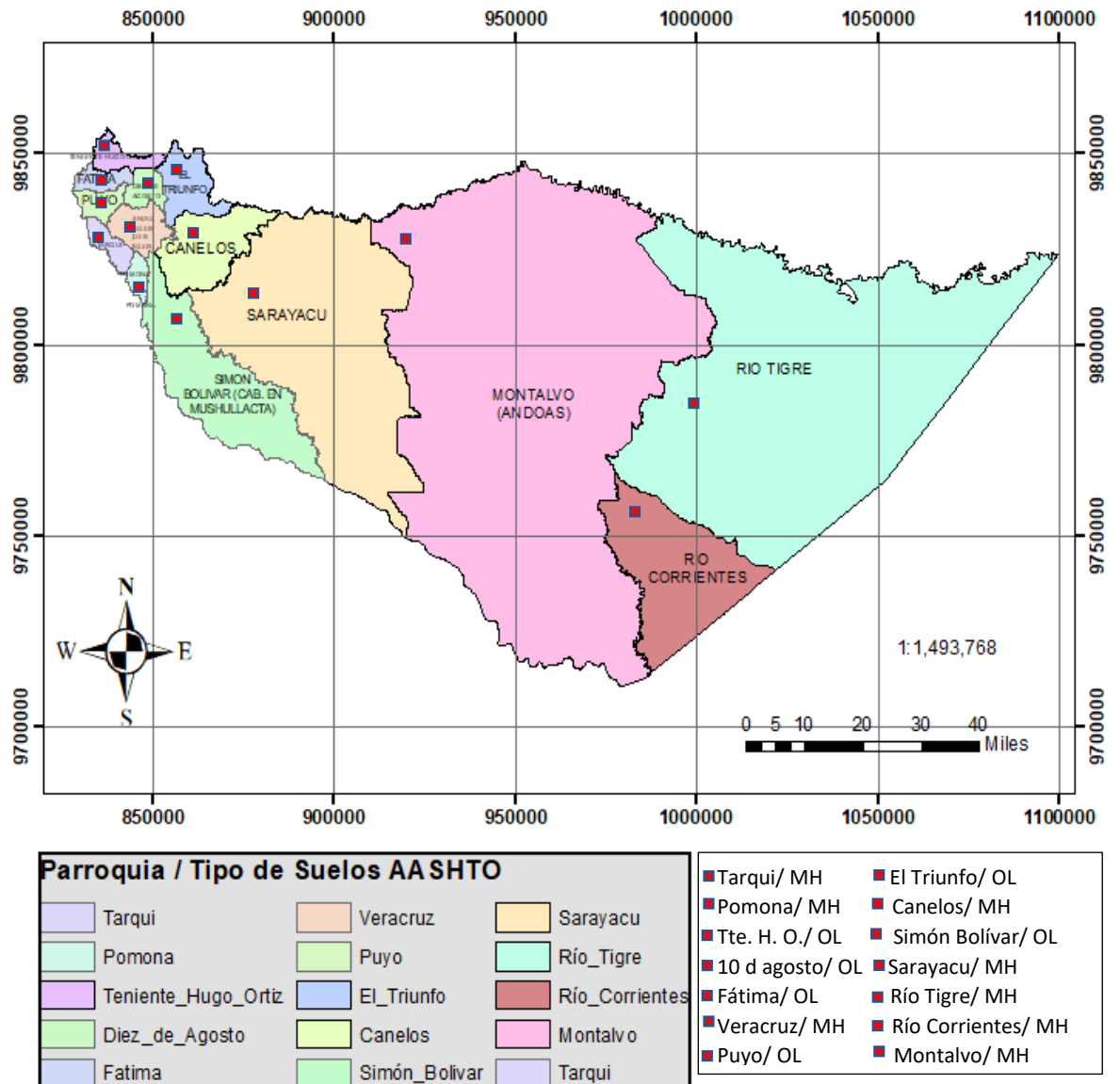


Fig. 33. Suelos en las parroquias de Pastaza según la SUCS.

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

### 2.2.1. Plan de recolección de datos.

*Tabla XII.* Plan de recolección de daros.

| Preguntas Básicas         | Explicación  |
|---------------------------|--|
| ¿Para qué?                | Comparar la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza.  |
| ¿A quiénes?               | Muestras tomadas de las parroquias del cantón Pastaza. (Tabla XI)  |
| ¿Sobre qué aspectos?      | Contenido de humedad. Densidad in situ, Proctor Modificado, Granulometría, Permeabilidad, Límites Líquidos y Plásticos, y Contenido de humedad con el uso de sensores electrónicos.  |
| ¿Quién?                   | El investigador  |
| ¿Cuándo?                  | Ensayos de campo y laboratorio del 22 de febrero al 30 de marzo, procesamiento y análisis de información desde marzo a abril   |
| ¿Dónde?                   | Canelos, Diez de Agosto, Fátima, Montalvo, Pomona, Río Corrientes, Río Tigres, Veracruz, teniente Hugo Ortiz, Sarayacu, El Triunfo, Simón Bolívar, Tarqui y Puyo   |
| ¿Técnicas de Recolección? | <p>Se retira la capa vegetal y se procede con el ensayo de Densidad de Campo por el método de Cono de Arena bajo la normativa AASHTO T 191-14 (2018), posteriormente se toman lecturas con los sensores electrónicos, ambos ensayos se los realiza in situ.</p> <p>Se extraen las muestras de suelo, un aproximado de 50 kg para los ensayos de laboratorio. Pasar la muestra de suelo por el tamiz #4 y colocar la fuente para el proceso de secado.</p> <p>Para el análisis granulométrico se procede a tomar una muestra de suelo seco y se la coloca en los distintos tamices ordenados de forma descendente, después se lo coloca en la tamizadora para su posterior vibrado. Normativa AASHTO T 88(2019).</p> <p>Se procede con la determinación del Contenido Óptimo de Humedad del suelo mediante el ensayo Proctor modificado, en donde se requiere de un mínimo de 4 puntos, 3 de los cuales deberán formar un pico y el siguiente menor al máximo. Normativa AASHTO T 180 (2019), a su vez, se tomarán lecturas con la utilización de sensores electrónicos, tanto al superior como en el inferior de los cilindros para el análisis comparativo.</p> |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>El coeficiente de permeabilidad se obtiene mediante el ensayo de Lefranc: Somera de flujo Variable, se procede a realizar un hueco de aproximadamente 90cm junto a la calicata de donde se extrajo la muestra de suelo, se coloca una tubería de 4" con 1 m de longitud, se tapan los bordes con tierra y se procede a llenar el tubo de agua manteniendo una carga constante por el intervalo de 1 hora (tiempo de saturación), realizar mediciones después de 10 minutos y llenarlo hasta el borde de la tubería para cuantificar cuanto ha descendido el líquido. Normativa CFE 10000-73 (2015)</p> |
|--|---|

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

### **2.2.2. Plan de procesamiento y análisis de información**

En el proceso de análisis de información obtenida mediante los ensayos de campo y de laboratorio, se empleó el Software Microsoft Excel, en el que se establecieron formatos de presentación de datos para cada ensayo realizado: Contenido de Humedad, Densidad de Campo, Granulometría, Proctor Modificado y Contenido de Humedad determinado por sensores electrónicos.

Para la ejecución de la correlación entre las propiedades mecánicas, índice y el uso de sensores electrónicos se usaron entre 2 y 3 variables denominadas simples y múltiples, respectivamente.

El propósito de la correlación entre las propiedades del suelo es proponer curvas de regresión para un determinado tipo de muestras, detalladas mediante modelos matemáticos, dichos modelos proporcionarán una idea aproximada de las propiedades del suelo obtenidas con el uso de sensores electrónicos.

En el caso de correlacionar 2 variables se obtendrá el valor del coeficiente de correlación ( $r\%$ ), y líneas de tendencia mediante el software Microsoft Excel.

En el caso de correlacionar 3 variables se usará el método de mínimos cuadrados para obtener el coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

Las correlaciones se pueden representar de las siguientes maneras: lineales, logarítmicas, exponenciales, potenciales y polinómicas de segundo grado, la correlación de polinomio de segundo grado se utiliza para correlaciones simples. Los

valores que se consideran en un rango admisible son aquellos que poseen un coeficiente mayor a 50% ( $R^2 = 50\%$ ).

Las correlaciones pueden ser calificadas como: Regular, Buena, Muy buena, Aceptable y Excelente, así como se detalla a continuación. [39]

*Tabla XIII.* Rango Cualitativo del coeficiente de Determinación.

| Valor de $R^2$            | Rango Cualitativo |
|---------------------------|-------------------|
| $1.00 \geq R^2 \leq 0.90$ | Excelente         |
| $0.90 \geq R^2 \leq 0.80$ | Aceptable         |
| $0.80 \geq R^2 \leq 0.70$ | Muy Buena         |
| $0.70 \geq R^2 \leq 0.60$ | Buena             |
| $0.60 \geq R^2 \leq 0.50$ | Regular           |

Fuente: R. Murray, J, Larry

### Determinación de correlaciones múltiples.

Se realizan mediante 3 variables que son:  $X_1$  = variable dependiente,  $X_2$  = variable dependiente, y  $Y$  = variable independiente.

Dependiendo del tipo de correlación se emplean los cuadros y ecuaciones que se muestran a continuación:

#### a. Correlación lineal múltiple

*Tabla XIV.* Cálculo correlación lineal múltiple.

| Variable Dependiente | Variable Dependiente | Variable Independiente | $Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$ |                  |                    |              |              |            |
|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------|--------------|--------------|------------|
| $X_1$                | $X_2$                | $Y$                    | $X_1 * Y$                       | $X_2 * Y$        | $X_1 * Y_2$        | $X_1^2$      | $X_2^2$      | $Y^2$      |
|                      |                      |                        |                                 |                  |                    |              |              |            |
|                      |                      |                        |                                 |                  |                    |              |              |            |
|                      |                      |                        |                                 |                  |                    |              |              |            |
| $\sum X_1$           | $\sum X_2$           | $\sum Y$               | $\sum (X_1 * Y)$                | $\sum (X_2 * Y)$ | $\sum (X_1 * Y_2)$ | $\sum X_1^2$ | $\sum X_2^2$ | $\sum Y^2$ |

Fuente: R. Murray, J, Larry

Las ecuaciones se resuelven mediante el método de mínimos cuadrados:

$$a * n + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 = \sum Y$$

$$a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum (X_1 * X_2) = \sum (X_1 * Y)$$

$$a \sum X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_1 \sum (X_1 * X_2) = \sum (X_2 * Y)$$



Este sistema de ecuaciones se resuelve mediante el método de matriz inversa, obteniendo los 3 factores y forjando la ecuación de correlación.

**Tabla XV.** Ecuaciones de correlación lineal múltiple.

|            |                    |                    |                  |
|------------|--------------------|--------------------|------------------|
| a          | $b_1$              | $b_2$              | =                |
| n          | $\sum X_1$         | $\sum X_2$         | $\sum Y$         |
| $\sum X_1$ | $\sum (X_1^2)$     | $\sum (X_1 * X_2)$ | $\sum (X_1 * Y)$ |
| $\sum X_2$ | $\sum (X_1 * X_2)$ | $\sum (X_2^2)$     | $\sum (X_2 * Y)$ |

Fuente: R. Murray, J, Larry

$$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$$

Posteriormente se consigue el coeficiente de correlación:

$$r^2 = \frac{a\sum Y + b_1 * \sum (X_1 * Y) + b_2 * \sum (X_2 * Y) - n * (Y_{med})^2}{\sum Y^2 - n * (Y_{med})^2}$$

**b. Correlación múltiple logarítmica.**

**Tabla XVI.** Correlación logarítmica múltiple.

| Variable Dependiente | Variable Dependiente | Variable Independiente | Ecuación Múltiple Logarítmica |                 |                 | $Y = a + b_1 * \log (X_1) + b_2 * X_2$ |               |              |            |
|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|--|---------------|--------------|------------|
|                      |                      |                        | $X'_1 = \text{Log}(X_1)$      | $X'_1 * Y$      | $X'_2 * Y$      | $X'_1 * X'_2$                          | $X'^2_1$      | $X^2_2$      | $Y^2$      |
| $X_1$                | $X_2$                | $Y$                    |                               |                 |                 |  |               |              |            |
|                      |                      |                        |                               |                 |                 |  |               |              |            |
|                      |                      |                        |                               |                 |                 |  |               |              |            |
| $\sum X_1$           | $\sum X_2$           | $\sum Y$               | $\sum X'_1$                   | $\sum X'_1 * Y$ | $\sum X'_2 * Y$ | $\sum X'_1 * X'_2$                     | $\sum X'^2_1$ | $\sum X^2_2$ | $\sum Y^2$ |

Fuente: R. Murray, J, Larry

Las ecuaciones se resuelven mediante el método de mínimos cuadrados:

$$a * n + b_1 \sum X'_1 + b_2 \sum X_2 = \sum Y$$

$$a \sum X'_1 + b_1 \sum X'^2_1 + b_2 \sum (X'_1 * X_2) = \sum (X'_1 * Y)$$

$$a \sum X_2 + b_2 \sum X^2_2 + b_1 \sum (X'_1 * X_2) = \sum (X_2 * Y)$$

Este sistema de ecuaciones se resuelve mediante el método de matriz inversa, obteniendo los 3 factores y obteniendo la ecuación de correlación.

**Tabla XVII** Ecuaciones de correlación logarítmica múltiple.

|            |                 |                     |                   |
|------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| a          | $b_1$           | $b_2$               | =                 |
| n          | $\sum X'_1$     | $\sum X_2$          | $\sum Y$          |
| $\sum X_1$ | $\sum (X'^2_1)$ | $\sum (X'_1 * X_2)$ | $\sum (X'_1 * Y)$ |

|              |                      |                 |                   |
|--------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| $\Sigma X_2$ | $\Sigma(X_1' * X_2)$ | $\Sigma(X_2^2)$ | $\Sigma(X_2 * Y)$ |
|--------------|----------------------|-----------------|-------------------|

Fuente: R. Murray, J, Larry

$$Y = a + b_1 * \log(X_1) + b_2 * X_2$$

Posteriormente se consigue el coeficiente de correlación:

$$r^2 = \frac{a\Sigma Y + b_1 * \Sigma(X_1' * Y) + b_2 * \Sigma(X_2 * Y) - n * (Y_{med})^2}{\Sigma Y^2 - n * (Y_{med})^2}$$

### c. Correlación múltiple potencial.

Tabla XVIII. Correlación potencial múltiple.

| Variable Dependiente | Variable Dependiente | Variable Independiente | Ecuación Múltiple Potencial |                         |                     | $Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$ |                     |                       |                 |                 |              |
|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|--------------|
|                      |                      |                        | $X_1'$<br>$= \log(X_1)$     | $X_2'$<br>$= \log(X_2)$ | $Y'$<br>$= \log(Y)$ | $X_1' * Y'$                     | $X_2' * Y'$         | $X_1' * X_2'$         | $X_1'^2$        | $X_2'^2$        | $Y^2$        |
| $X_1$                | $X_2$                | $Y$                    |                             |                         |                     |                                 |                     |                       |                 |                 |              |
|                      |                      |                        |                             |                         |                     |                                 |                     |                       |                 |                 |              |
|                      |                      |                        |                             |                         |                     |                                 |                     |                       |                 |                 |              |
| $\Sigma X_1$         | $\Sigma X_2$         | $\Sigma Y$             | $\Sigma X_1'$               | $\Sigma X_2'$           | $\Sigma Y'$         | $\Sigma(X_1' * Y')$             | $\Sigma(X_2' * Y')$ | $\Sigma(X_1' * X_2')$ | $\Sigma X_1'^2$ | $\Sigma X_2'^2$ | $\Sigma Y^2$ |

Fuente: R. Murray, J, Larry

Las ecuaciones se resuelven mediante el método de mínimos cuadrados:

$$a * n + b_1 \Sigma X_1' + b_2 \Sigma X_2 = \Sigma Y'$$

$$a \Sigma X_1' + b_1 \Sigma X_1'^2 + b_2 \Sigma(X_1' * X_2) = \Sigma(X_1' * Y')$$

$$a \Sigma X_2 + b_2 \Sigma X_2'^2 + b_1 \Sigma(X_1' * X_2) = \Sigma(X_2 * Y')$$

Este sistema de ecuaciones se resuelve mediante el método de matriz inversa, obteniendo los 3 factores y obteniendo la ecuación de correlación.

Tabla XIX. Ecuaciones de correlación potencial múltiple.

|              |                       |                       |                     |
|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| a            | $b_1$                 | $b_2$                 | =                   |
| n            | $\Sigma X_1'$         | $\Sigma X_2'$         | $\Sigma Y'$         |
| $\Sigma X_1$ | $\Sigma(X_1'^2)$      | $\Sigma(X_1' * X_2')$ | $\Sigma(X_1' * Y')$ |
| $\Sigma X_2$ | $\Sigma(X_1' * X_2')$ | $\Sigma(X_2'^2)$      | $\Sigma(X_2' * Y')$ |

Fuente: R. Murray, J, Larry

$$\text{Log}(Y) = \log(a) + b_1 * \log(X_1) + b_2 * \log(X_2)$$

Simplificando:

$$Y = \ln(a) + (X_1)^{b_1} + (X_2)^{b_2}$$

Posteriormente se consigue el coeficiente de correlación:

$$r^2 = \frac{a \sum Y' + b_1 * \sum (X_1' * Y') + b_2 * \sum (X_2' * Y') - n * (Y'_{med})^2}{\sum Y'^2 - n * (Y'_{med})^2}$$

**d. Correlación múltiple exponencial.**

*Tabla XX.* Correlación potencial múltiple.

| Variable Dependiente | Variable Dependiente | Variable Independiente | Ecuación Múltiple Logarítmica |                 |                 | $\text{Ln}(Y) = \text{Ln}(a) + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$ |              |              |             |
|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|---|--------------|--------------|-------------|
| $X_1$                | $X_2$                | $Y$                    | $Y' = \text{Log}(Y_1)$        | $X_1 * Y'$      | $X_2 * Y'$      | $X_1' * X_2'$   | $X_1'^2$     | $X_2'^2$     | $Y'^2$      |
|                      |                      |                        |                               |                 |                 |   |              |              |             |
|                      |                      |                        |                               |                 |                 |   |              |              |             |
| $\sum X_1$           | $\sum X_2$           | $\sum Y$               | $\sum X_1'$                   | $\sum X_1 * Y'$ | $\sum X_2 * Y'$ | $\sum X_1 * X_2$                                      | $\sum X_1^2$ | $\sum X_2^2$ | $\sum Y'^2$ |

Fuente: R. Murray, J, Larry

Las ecuaciones se resuelven mediante el método de mínimos cuadrados:

$$a * n + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 = \sum Y'$$

$$a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum (X_1 * X_2) = \sum (X_1 * Y')$$

$$a \sum X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_1 \sum (X_1 * X_2) = \sum (X_2 * Y')$$

Este sistema de ecuaciones se resuelve mediante el método de matriz inversa, obteniendo los 3 factores y obteniendo la ecuación de correlación.

*Tabla XXI.* Ecuaciones de correlación potencial lineal múltiple.

|            |                    |                    |                   |
|------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| a          | $b_1$              | $b_2$              | =                 |
| n          | $\sum X_1$         | $\sum X_2$         | $\sum Y'$         |
| $\sum X_1$ | $\sum (X_1^2)$     | $\sum (X_1 * X_2)$ | $\sum (X_1 * Y')$ |
| $\sum X_2$ | $\sum (X_1 * X_2)$ | $\sum (X_2^2)$     | $\sum (X_2 * Y')$ |

Fuente: R. Murray, J, Larry

$$\text{Ln}(Y) = \ln(a) + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$$

Posteriormente se consigue el coeficiente de correlación:

$$r^2 = \frac{a \sum Y' + b_1 * \sum (X_1 * Y') + b_2 * \sum (X_2 * Y') - n * (Y'_{med})^2}{\sum Y'^2 - n * (Y'_{med})^2}$$

[39].

## CAPÍTULO III

### RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### 3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El análisis se realiza a partir de los ensayos efectuados tanto en campo como en laboratorio de las 13 parroquias rurales y 1 parroquia urbana del cantón Pastaza: Canelos, Tarqui, Veracruz, Diez de Agosto, Puyo, Pomona, Montalvo, Fátima, Teniente Hugo Ortiz, Sarayacu, El Triunfo, Simón Bolívar, Río Corrientes y Río Tigres.

##### 3.1.1 Propiedades índice

###### 3.1.1.1 Densidad de campo

En el presente trabajo se procedió a realizar el ensayo de densidad de campo también conocido como ensayo de cono de arena de Ottawa con el fin de obtener la densidad seca in-situ. Además a partir de este ensayo se determinó el contenido de humedad natural, relación de vacíos, grado de saturación del aire, grado de saturación del agua y porosidad.

*Tabla XXII.* Propiedades índice

| ENSAYO |                |             | Densidad de Campo |            |            |                            |
|--------|----------------|-------------|-------------------|------------|------------|----------------------------|
| N°     | Parroquia      | Calicata    | W (%)             | Wnat<br>SR | Wnat<br>SC | ym<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|        |                | Profundidad |                   |            |            |                            |
| 1      | Canelos        | 1.00 m      | 113.92            | 744.00     | 477.67     | 1.077                      |
| 2      | Tarqui         | 0.90 m      | 200.73            | 683.57     | 361.00     | 1.010                      |
| 3      | Veracruz       | 1.00 m      | 143.32            | 780.25     | 411.00     | 1.070                      |
| 4      | Diez de Agosto | 0.90 m      | 69.12             | 837.00     | 384.00     | 1.042                      |
| 5      | Puyo           | 0.80 m      | 248.60            | 566.50     | 378.50     | 0.964                      |
| 6      | Pomona         | 1.00 m      | 66.13             | 886.25     | 448.33     | 1.348                      |
| 7      | Montalvo       | 0.90 m      | 91.95             | 814.00     | 432.67     | 1.312                      |
| 8      | Fátima         | 0.95 m      | 136.33            | 753.00     | 381.33     | 1.494                      |
| 9      | Tte Hugo Ortiz | 0.95 m      | 172.15            | 688.00     | 361.50     | 1.172                      |
| 10     | Sarayacu       | 0.90 m      | 186.79            | 638.00     | 354.33     | 0.963                      |
| 11     | El Triunfo     | 0.95 m      | 76.61             | 811.33     | 468.50     | 1.083                      |
| 12     | Simón Bolívar  | 1.00 m      | 54.84             | 924.33     | 532.33     | 1.231                      |
| 13     | Río Corrientes | 1.00 m      | 208.86            | 661.50     | 346.50     | 1.063                      |
| 14     | Río Tigres     | 1.00 m      | 228.72            | 587.50     | 339.67     | 0.993                      |
| 15     | Puyo 2         | 1.00 m      | 65.98             | 873.50     | 483.00     | 1.012                      |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XXIII. Propiedades índice

| ENSAYO |                |             | Densidad de Campo          |      |          |        |        |
|--------|----------------|-------------|----------------------------|------|----------|--------|--------|
| N°     | Parroquia      | Calicata    | yd<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | e    | n<br>(%) | Gw (%) | Ga (%) |
|        |                | Profundidad |                            |      |          |        |        |
| 1      | Canelos        | 1.00 m      | 0.504                      | 4.34 | 81.28    | 71.51  | 28.49  |
| 2      | Tarqui         | 0.90 m      | 0.336                      | 6.88 | 87.31    | 77.10  | 22.90  |
| 3      | Veracruz       | 1.00 m      | 0.440                      | 5.04 | 83.45    | 75.64  | 24.36  |
| 4      | Diez de Agosto | 0.90 m      | 0.616                      | 3.30 | 76.75    | 55.46  | 44.54  |
| 5      | Puyo           | 0.80 m      | 0.277                      | 8.58 | 89.56    | 76.81  | 23.19  |
| 6      | Pomona         | 1.00 m      | 0.812                      | 2.28 | 69.51    | 77.74  | 22.26  |
| 7      | Montalvo       | 0.90 m      | 0.683                      | 2.87 | 74.16    | 84.56  | 15.44  |
| 8      | Fátima         | 0.95 m      | 0.632                      | 3.24 | 76.41    | 113.69 | -13.69 |
| 9      | Tte Hugo Ortiz | 0.95 m      | 0.431                      | 5.13 | 83.69    | 88.39  | 11.61  |
| 10     | Sarayacu       | 0.90 m      | 0.336                      | 6.70 | 87.01    | 71.14  | 28.86  |
| 11     | El Triunfo     | 0.95 m      | 0.613                      | 3.37 | 77.11    | 61.75  | 38.25  |
| 12     | Simón Bolívar  | 1.00 m      | 0.795                      | 2.32 | 69.92    | 62.07  | 37.93  |
| 13     | Río Corrientes | 1.00 m      | 0.344                      | 6.63 | 86.90    | 82.36  | 17.64  |
| 14     | Río Tigres     | 1.00 m      | 0.302                      | 7.80 | 88.63    | 78.04  | 21.96  |
| 15     | Puyo 2         | 1.00 m      | 0.610                      | 3.33 | 76.91    | 52.03  | 47.97  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

El contenido de humedad natural determinado por medio de ensayos de laboratorio se encuentra en un rango de 54.84% - 248.60% lo cual representa contenidos de humedad muy altos que son típicos en suelos finos provenientes de la amazonía.

En cambio el contenido de humedad natural determinado por el sensor electrónico resistivo proporciona un rango de trabajo de 566.50 – 924.33. Dicho sensor se maneja en un rango de trabajo de 1024 que representa un contenido de humedad bajo o inexistente, y 0 que representa contenidos de humedad muy altos o completamente saturados.

En cuanto al contenido de humedad natural determinado por el sensor electrónico capacitivo proporciona un rango de trabajo de 339.67 – 532.33. Dicho sensor se maneja en un rango de trabajo de 900 que representa un contenido de humedad bajo o inexistente, y 0 que representa contenidos de humedad muy altos o completamente saturados.

Los valores de densidad húmeda presentan valores entre 0.96 – 1.49 (g/cm<sup>3</sup>), mientras que los valores de densidad seca in - situ rondan por los 0.28 – 0.81 (g/cm<sup>3</sup>). Los datos obtenidos son típicos en suelos finos.

Los datos que se obtuvieron en la relación de vacíos van desde 2.28 hasta 8.58, en cuanto a la porosidad obtenida en estos suelos tienen un rango de 69.51 – 89.56 %, el grado de saturación del agua presenta un rango de valores de 52.03 – 113.69% con valores por encima al 50% esto indica que las muestras se encuentran saturadas de agua, por otro lado el grado de saturación del aire presentan valores de 11.61 a 47.97% con valores inferiores al 50% lo cual indica que el suelo está en menor cantidad saturado de aire.

### 3.1.1.2. Granulometría

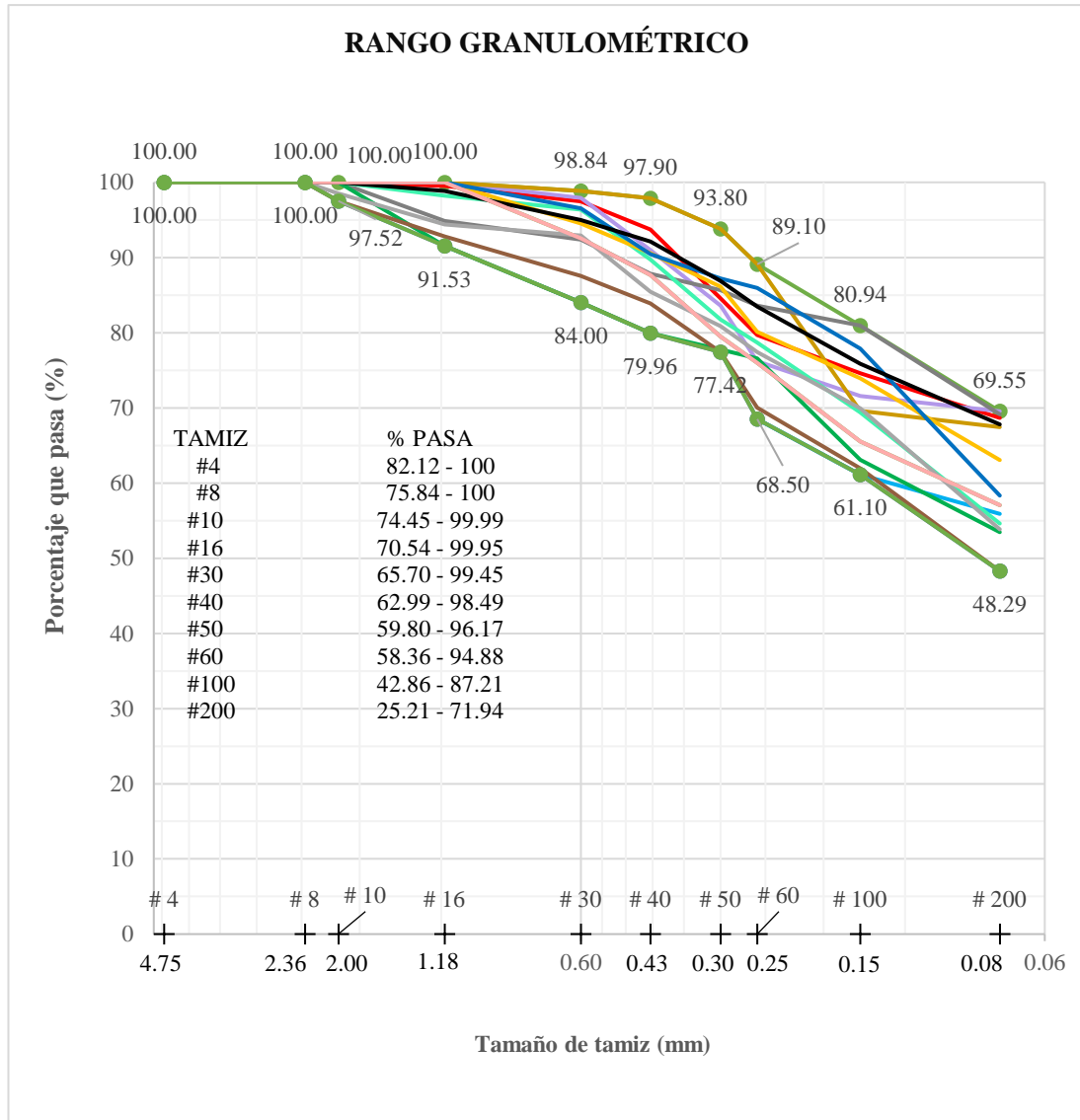
El análisis de granulometría realizado a las muestras de suelos finos presentan la siguiente distribución de partículas de suelo.

*Tabla XXIV.* Resumen granulométrico

| ENSAYO |                |             | Granulometría |       |       |        |       |       |
|--------|----------------|-------------|---------------|-------|-------|--------|-------|-------|
| N°     | Parroquia      | Calicata    | SUCS          |       |       | AASHTO |       |       |
|        |                | Profundidad | G (%)         | S (%) | F (%) | G (%)  | S (%) | F (%) |
| 1      | Canelos        | 1.00 m      | 0.00          | 31.34 | 68.66 | 0.00   | 31.34 | 68.66 |
| 2      | Tarqui         | 0.90 m      | 0.00          | 30.45 | 69.55 | 0.00   | 30.45 | 69.55 |
| 3      | Veracruz       | 1.00 m      | 0.00          | 44.10 | 55.90 | 0.00   | 44.10 | 55.90 |
| 4      | Diez de Agosto | 0.90 m      | 0.00          | 33.12 | 66.88 | 0.00   | 33.12 | 66.88 |
| 5      | Puyo           | 0.80 m      | 0.00          | 42.94 | 57.06 | 0.00   | 42.94 | 57.06 |
| 6      | Pomona         | 1.00 m      | 0.00          | 32.56 | 67.44 | 0.00   | 32.56 | 67.44 |
| 7      | Montalvo       | 0.90 m      | 0.00          | 30.86 | 69.14 | 0.00   | 30.86 | 69.14 |
| 8      | Fátima         | 0.95 m      | 0.00          | 45.34 | 54.66 | 0.00   | 45.34 | 54.66 |
| 9      | Tte Hugo Ortiz | 0.95 m      | 0.00          | 45.39 | 54.61 | 0.00   | 45.39 | 54.61 |
| 10     | Sarayacu       | 0.90 m      | 0.00          | 46.53 | 53.47 | 0.00   | 46.53 | 53.47 |
| 11     | El Triunfo     | 0.95 m      | 0.00          | 36.94 | 63.06 | 0.00   | 36.94 | 63.06 |
| 12     | Simón Bolívar  | 1.00 m      | 0.00          | 51.71 | 48.29 | 0.00   | 51.71 | 48.29 |
| 13     | Río Corrientes | 1.00 m      | 0.00          | 41.67 | 58.33 | 0.00   | 41.67 | 58.33 |
| 14     | Río Tigres     | 1.00 m      | 0.00          | 46.16 | 53.84 | 0.00   | 46.16 | 53.84 |
| 15     | Puyo 2         | 1.00 m      | 0.00          | 32.20 | 67.80 | 0.00   | 32.20 | 67.80 |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

La figura 32 es una representación del porcentaje de partículas que pasan por los distintos tamices en el ensayo granulométrico. En la figura se evidencia que 14 muestras poseen más de 50% que pasa el tamiz #200 lo que determinan que las muestras ensayadas pertenecen a suelos finos.



**Fig. 34** Curva granulométrica  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

Dados los resultados del ensayo granulométrico los suelos de las muestras poseen un 0% de gravas, un rango de 30.45 – 51.71% de arenas, mientras que el porcentaje de limos y arcillas rondan los valores entre 48.29 – 69.55%.



Al tratarse de suelos finos solo se obtuvieron valores en 8 muestras de D60 que presentan un rango de 0.081 – 0.139, al no contar con datos de D30 y D10 no es posible la determinación del coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura.

### 3.1.1.3. Límites de Atterberg

La obtención del límite líquido y límite plástico permite la determinación del índice plástico que se presencia en la siguiente tabla:

*Tabla XXV.* Límites de Atterberg

| ENSAYO |                     |             | Límites de Atterberg |        |        |
|--------|---------------------|-------------|----------------------|--------|--------|
| N°     | Parroquia           | Calicata    | LL (%)               | LP (%) | IP (%) |
|        |                     | Profundidad |                      |        |        |
| 1      | Canelos             | 1.00 m      | 60.12                | 49.94  | 10.19  |
| 2      | Tarqui              | 0.90 m      | 67.49                | 42.85  | 24.64  |
| 3      | Veracruz            | 1.00 m      | 43.44                | 30.60  | 12.84  |
| 4      | Diez de Agosto      | 0.90 m      | 78.90                | 75.73  | 3.17   |
| 5      | Puyo                | 0.80 m      | 46.21                | 43.16  | 3.06   |
| 6      | Pomona              | 1.00 m      | 61.57                | 51.12  | 10.45  |
| 7      | Montalvo            | 0.90 m      | 63.31                | 44.59  | 18.73  |
| 8      | Fátima              | 0.95 m      | 63.32                | 53.77  | 9.55   |
| 9      | Teniente Hugo Ortiz | 0.95 m      | 53.84                | 51.47  | 2.38   |
| 10     | Sarayacu            | 0.90 m      | 64.30                | 48.11  | 16.19  |
| 11     | El Triunfo          | 0.95 m      | 42.57                | 41.13  | 1.44   |
| 12     | Simón Bolívar       | 1.00 m      | 48.79                | 42.41  | 6.38   |
| 13     | Río Corrientes      | 1.00 m      | 68.98                | 50.60  | 18.37  |
| 14     | Río Tigres          | 1.00 m      | 60.14                | 43.84  | 16.30  |
| 15     | Puyo 2              | 1.00 m      | 47.65                | 42.59  | 5.06   |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

El límite líquido de las muestras ensayadas posee un rango de 42.57 – 78.90%, mientras que los valores del límite plástico poseen un rango de 30.60 – 75.73%, y el Índice de plasticidad que consiste en la resta del límite líquido con el límite plástico ronda de 1.44 a 24.64%.

### 3.1.2. Clasificación de los Suelos

La clasificación que se uso para la determinación de los mismo fue la correspondiente al sistema AASHTO Y SUCS las cuales identifican el tipo de suelo mediante la granulometría y los límites de Atterberg.

Tabla XXVI. Clasificación de los suelos

| ENSAYO         |                     |                         | Clasificación AASHTO | Clasificación SUCS |
|----------------|---------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
| N <sup>o</sup> | Parroquia           | Calicata<br>Profundidad |                      |                    |
| 1              | Canelos             | 1.00 m                  | A-7-5                | MH                 |
| 2              | Tarqui              | 0.90 m                  | A-7-5                | MH                 |
| 3              | Veracruz            | 1.00 m                  | A-7-5                | MH                 |
| 4              | Diez de Agosto      | 0.90 m                  | A5                   | OL                 |
| 5              | Puyo                | 0.80 m                  | A5                   | OL                 |
| 6              | Pomona              | 1.00 m                  | A-7-5                | MH                 |
| 7              | Montalvo            | 0.90 m                  | A-7-5                | MH                 |
| 8              | Fátima              | 0.95 m                  | A5                   | OL                 |
| 9              | Teniente Hugo Ortiz | 0.95 m                  | A5                   | OL                 |
| 10             | Sarayacu            | 0.90 m                  | A-7-5                | MH                 |
| 11             | El Triunfo          | 0.95 m                  | A5                   | OL                 |
| 12             | Simón Bolívar       | 1.00 m                  | A5                   | OL                 |
| 13             | Río Corrientes      | 1.00 m                  | A-7-5                | MH                 |
| 14             | Río Tigres          | 1.00 m                  | A-7-5                | MH                 |
| 15             | Puyo 2              | 1.00 m                  | A5                   | OL                 |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

La clasificación por el sistema AASHTO Y SUCS se muestra a continuación con la siguiente figura:

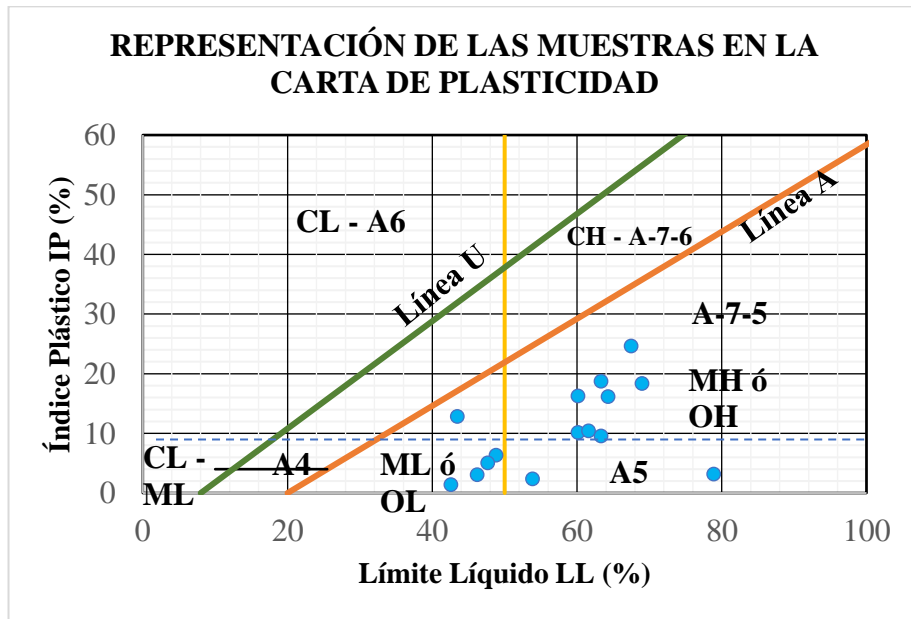


Fig. 35. Carta de Plasticidad  
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

### 3.1.3. Propiedades Mecánicas

#### 3.1.3.1. Proctor Modificado Tipo B

El objetivo del ensayo proctor es la determinación de la humedad óptima de la muestra y su densidad seca máxima.

Tabla XXVII. Resumen Proctor Modificado Tipo B

| ENSAYO |                     |             | Proctor Modificado Tipo B   |           |        |
|--------|---------------------|-------------|-----------------------------|-----------|--------|
| N°     | Parroquia           | Calicata    | yd máx (g/cm <sup>3</sup> ) | W ópt (%) | Gc (%) |
|        |                     | Profundidad |                             |           |        |
| 1      | Canelos             | 1.00 m      | 1.113                       | 41.97     | 45.25  |
| 2      | Tarqui              | 0.90 m      | 0.762                       | 58.83     | 44.05  |
| 3      | Veracruz            | 1.00 m      | 1.136                       | 45.92     | 38.70  |
| 4      | Diez de Agosto      | 0.90 m      | 1.291                       | 30.87     | 47.71  |
| 5      | Puyo                | 0.80 m      | 0.915                       | 45.21     | 30.24  |
| 6      | Pomona              | 1.00 m      | 1.190                       | 39.01     | 68.20  |
| 7      | Montalvo            | 0.90 m      | 0.808                       | 56.48     | 84.59  |
| 8      | Fátima              | 0.95 m      | 0.903                       | 57.31     | 70.00  |
| 9      | Teniente Hugo Ortiz | 0.95 m      | 0.791                       | 67.24     | 54.44  |
| 10     | Sarayacu            | 0.90 m      | 0.899                       | 51.89     | 37.36  |
| 11     | El Triunfo          | 0.95 m      | 1.307                       | 33.87     | 46.90  |
| 12     | Simón Bolívar       | 1.00 m      | 1.026                       | 30.21     | 77.49  |
| 13     | Río Corrientes      | 1.00 m      | 0.971                       | 58.56     | 35.44  |
| 14     | Río Tigres          | 1.00 m      | 0.989                       | 59.52     | 30.54  |
| 15     | Puyo 2              | 1.00 m      | 1.112                       | 27.51     | 54.83  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

El contenido de humedad óptimo de las muestras poseen un rango de 27.51% a 67.24%, mientras que la densidad máxima obtenida tiene un rango de 0.762 g/cm<sup>3</sup> a 1.307 g/cm<sup>3</sup>.

Tabla XXVIII. Valores Proctor Modificado Tipo B

| ENSAYO         |                     |             | Proctor Modificado Tipo B |                          |                           |   |
|----------------|---------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---|
| N <sup>o</sup> | Parroquia           | Calicata    | W <sub>pro</sub><br>m SR  | W <sub>pro</sub><br>m SC | W <sub>pro</sub><br>m (%) | γ <sub>d</sub><br>(gr/cm <sup>3</sup> ) |
|                |                     | Profundidad |                           |                          |                           |   |
| 1              | Canelos             | 1.00 m      | 1017.33                   | 513.75                   | 31.35                     | 0.987                                   |
|                |                     |             | 1005.71                   | 469.25                   | 35.72                     | 1.092                                   |
|                |                     |             | 777.67                    | 399.50                   | 47.71                     | 1.094                                   |
|                |                     |             | 718.33                    | 325.50                   | 65.95                     | 0.878                                   |
| 2              | Tarqui              | 0.90 m      | 899.88                    | 388.50                   | 54.40                     | 0.675                                   |
|                |                     |             | 867.67                    | 331.92                   | 58.18                     | 0.760                                   |
|                |                     |             | 786.38                    | 310.67                   | 62.04                     | 0.731                                   |
|                |                     |             | 807.33                    | 303.00                   | 68.09                     | 0.673                                   |
| 3              | Veracruz            | 1.00 m      | 1002.54                   | 520.54                   | 36.82                     | 1.090                                   |
|                |                     |             | 960.17                    | 461.67                   | 47.74                     | 1.131                                   |
|                |                     |             | 880.83                    | 314.50                   | 60.77                     | 0.970                                   |
|                |                     |             | 798.17                    | 301.00                   | 74.10                     | 0.864                                   |
| 4              | Diez de Agosto      | 0.70 m      | 1000.92                   | 480.92                   | 11.89                     | 1.140                                   |
|                |                     |             | 970.46                    | 468.50                   | 22.97                     | 1.247                                   |
|                |                     |             | 832.00                    | 455.17                   | 32.91                     | 1.286                                   |
|                |                     |             | 465.50                    | 258.38                   | 43.17                     | 1.150                                   |
| 5              | Puyo                | 0.80 m      | 902.13                    | 425.21                   | 38.53                     | 0.829                                   |
|                |                     |             | 793.63                    | 349.67                   | 44.79                     | 0.914                                   |
|                |                     |             | 730.21                    | 329.00                   | 51.52                     | 0.847                                   |
|                |                     |             | 694.08                    | 308.25                   | 57.08                     | 0.797                                   |
| 6              | Pomona              | 1.00 m      | 977.63                    | 469.83                   | 35.98                     | 1.124                                   |
|                |                     |             | 889.67                    | 360.75                   | 38.99                     | 1.190                                   |
|                |                     |             | 678.33                    | 310.75                   | 42.31                     | 1.118                                   |
|                |                     |             | 611.63                    | 280.54                   | 47.21                     | 1.013                                   |
| 7              | Montalvo            | 0.80 m      | 915.79                    | 551.88                   | 51.28                     | 0.795                                   |
|                |                     |             | 819.50                    | 483.33                   | 57.51                     | 0.806                                   |
|                |                     |             | 724.25                    | 434.50                   | 62.58                     | 0.761                                   |
|                |                     |             | 584.50                    | 333.00                   | 67.43                     | 0.726                                   |
| 8              | Fátima              | 0.95 m      | 897.50                    | 609.63                   | 52.59                     | 0.866                                   |
|                |                     |             | 798.67                    | 537.67                   | 57.64                     | 0.903                                   |
|                |                     |             | 656.54                    | 469.63                   | 65.48                     | 0.862                                   |
|                |                     |             | 576.83                    | 362.42                   | 72.30                     | 0.783                                   |
| 9              | Teniente Hugo Ortiz | 0.95 m      | 850.67                    | 651.00                   | 61.51                     | 0.773                                   |
|                |                     |             | 773.83                    | 657.13                   | 68.02                     | 0.790                                   |
|                |                     |             | 726.79                    | 632.25                   | 73.71                     | 0.753                                   |

|    |                |        |         |        |       |       |
|----|----------------|--------|---------|--------|-------|-------|
|    |                |        | 676.00  | 580.00 | 78.19 | 0.717 |
| 10 | Sarayacu       | 0.90 m | 942.75  | 546.63 | 43.26 | 0.843 |
|    |                |        | 859.83  | 416.75 | 48.16 | 0.889 |
|    |                |        | 755.50  | 348.54 | 54.21 | 0.894 |
|    |                |        | 638.17  | 304.83 | 60.99 | 0.833 |
| 11 | El Triunfo     | 0.95 m | 1012.88 | 561.67 | 26.46 | 1.276 |
|    |                |        | 971.04  | 564.67 | 33.76 | 1.307 |
|    |                |        | 964.17  | 514.21 | 38.85 | 1.277 |
|    |                |        | 841.83  | 468.38 | 45.78 | 1.177 |
| 12 | Simón Bolívar  | 1.00 m | 1004.00 | 691.50 | 22.99 | 0.965 |
|    |                |        | 961.38  | 627.50 | 28.68 | 1.024 |
|    |                |        | 842.33  | 627.25 | 34.95 | 1.007 |
|    |                |        | 826.50  | 510.67 | 41.23 | 0.940 |
| 13 | Río Corrientes | 1.00 m | 902.00  | 398.42 | 50.26 | 0.944 |
|    |                |        | 853.63  | 323.00 | 58.27 | 0.971 |
|    |                |        | 773.25  | 310.38 | 67.58 | 0.945 |
|    |                |        | 771.21  | 301.33 | 75.40 | 0.857 |
| 14 | Río Tigres     | 1.00 m | 896.38  | 420.33 | 54.87 | 0.945 |
|    |                |        | 807.04  | 352.25 | 60.18 | 0.988 |
|    |                |        | 753.17  | 327.17 | 69.29 | 0.899 |
|    |                |        | 668.17  | 271.33 | 76.92 | 0.842 |
| 15 | Puyo 2         | 1.00 m | 1010.50 | 524.33 | 22.39 | 1.080 |
|    |                |        | 910.25  | 412.33 | 27.76 | 1.112 |
|    |                |        | 643.42  | 324.83 | 33.50 | 1.069 |
|    |                |        | 551.25  | 260.00 | 36.35 | 1.023 |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

### 3.1.4. Nomenclatura

Tabla XXIX. Nomenclatura

| <b>NOMENCLATURA</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                 | <b>UNIDAD</b> |
|---------------------|------------------------------------|---------------|
| W                   | Humedad gravimétrica               | %             |
| W nat SR            | Humedad Natural Sensor Resistivo   | Adimensional  |
| Wnat SC             | Humedad Natural Sensor Capacitivo  | Adimensional  |
| $\gamma_m$          | Densidad húmeda                    | $g/cm^3$      |
| $\gamma_d$          | Densidad seca                      | $g/cm^3$      |
| n                   | Porosidad                          | %             |
| e                   | Relación de vacíos                 | Adimensional  |
| Gw                  | Grado de Saturación Agua           | %             |
| Ga                  | Grado de Saturación Aire           | %             |
| K                   | Coefficiente de permeabilidad      | cm/s          |
| Gp                  | Grado de permeabilidad             | Cualitativo   |
| G                   | Grava                              | %             |
| S                   | Arena                              | %             |
| F                   | Suelo Fino                         | %             |
| LL                  | Límite líquido                     | %             |
| LP                  | Límite plástico                    | %             |
| IP                  | Índice plástico                    | %             |
| $\gamma_d$ máx      | Densidad seca máxima               | $g/cm^3$      |
| W ópt               | Humedad óptima                     | %             |
| Gc                  | Grado de compactación              | %             |
| W prom SR           | Humedad promedio Sensor Resistivo  | Adimensional  |
| W prom SC           | Humedad promedio Sensor Capacitivo | Adimensional  |
| W prom              | Humedad promedio                   | %             |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

### 3.1.5. Correlaciones

Tabla XXX. Correlaciones simples y múltiples Sensor Resistivo

| Nº                   | Ecuación   | R <sup>2</sup><br>(%) | #<br>datos | #<br>Fig |
|----------------------|--|-----------------------|------------|----------|
| Correlación Simple   |  |                       |            |          |
| 1                    | $W = 0.0003(W_{nat\ SR})^2 - 1.085(W_{nat\ SR}) + 757.49$                | 93.82                 | 15         | 36       |
| 2                    | $Gc = -2E-05(W_{nat\ SR})^2 + 0.1486(W_{nat\ SR}) - 46.464$              | 52.96                 | 15         | 37       |
| 3                    | $y_m = 2E-07(W_{nat\ SR})^2 + 0.0004(W_{nat\ SR}) + 0.6744$              | 39.07                 | 14         | 38       |
| 4                    | $y_d = 1E-06(W_{nat\ SR})^2 - 0.0003(W_{nat\ SR}) + 0.0497$              | 86.96                 | 15         | 39       |
| 5                    | $S = -0.0001(W_{nat\ SR})^2 + 0.1444(W_{nat\ SR}) + 5.0015$              | 58.54                 | 13         | 40       |
| 6                    | $F = 0.0001(W_{nat\ SR})^2 - 0.1444(W_{nat\ SR}) + 94.998$               | 58.54                 | 13         | 41       |
| 7                    | $k = 7E-12(W_{nat\ SR})^2 - 1E-08(W_{nat\ SR}) + 4E-06$                  | 09.37                 | 15         | 42       |
| 8                    | $Ll = -0.0002(W_{nat\ SR})^2 + 0.304(W_{nat\ SR}) - 45.257$              | 15.80                 | 14         | 43       |
| 9                    | $Lp = -6E-05(W_{nat\ SR})^2 + 0.0878(W_{nat\ SR}) + 16.176$              | 03.30                 | 14         | 44       |
| 10                   | $Ip = -0.0001(W_{nat\ SR})^2 + 0.1974(W_{nat\ SR}) - 53.696$             | 14.58                 | 15         | 45       |
| 11                   | $y_d\ max = 9E-07(W_{nat\ SR})^2 - 0.0006(W_{nat\ SR}) + 0.9031$         | 27.57                 | 15         | 46       |
| 12                   | $W\ \acute{o}pt = -0.0004(W_{nat\ SR})^2 + 0.5242(W_{nat\ SR}) - 113.59$ | 59.26                 | 15         | 47       |
| 13                   | $W\ prom = -0.0004(W_{nat\ SR})^2 + 0.5248(W_{nat\ SR}) - 122.43$        | 54.28                 | 60         | 48       |
| 14                   | $y_d\ prom = 3E-06(W_{nat\ SR})^2 - 0.0047(W_{nat\ SR}) + 2.5433$        | 29.77                 | 60         | 49       |
| 15                   | $W\ prom\ 1 = 0.0008(W_{nat\ SR})^2 - 1.4257(W_{nat\ SR}) + 697.04$      | 97.61                 | 4          | 50       |
| 16                   | $W\ prom\ 2 = -0.0016(W_{nat\ SR})^2 + 2.5651(W_{nat\ SR}) - 978.42$     | 81.15                 | 4          | 51       |
| 17                   | $W\ prom\ 3 = -0.0002(W_{nat\ SR})^2 + 0.2544(W_{nat\ SR}) + 23.977$     | 99.71                 | 4          | 52       |
| Correlación Múltiple |  |                       |            |          |
| 1                    | $Lp = -6.55 + 0.0166*(W_{nat\ SR}) + 0.716*Ll$                           | 54.43                 | 15         | 53       |
| 2                    | $W = 530.23 - 0.4741*(W_{nat\ SR}) - 71.991*(y_d\ max)$                  | 93.01                 | 15         | 54       |

|   |   |       |    |    |
|---|---|-------|----|----|
| 3 | $W = 576.66 - 0.5898*(W_{nat\ SR}) + 0.063*(G_c)$                     | 92.42 | 15 | 55 |
| 4 | $\gamma_d = -0.84 + 0.3722*(\gamma_m) + 0.0013*(W_{nat\ SR})$         | 93.81 | 15 | 56 |
| 5 | $W = 567.31 - 0.5908*(W_{nat\ SR}) + 11.30*(\gamma_m)$                | 92.48 | 15 | 57 |
| 6 | $W = 605.73 - 0.5698*(W_{nat\ SR}) - 0.6742*(F)$                      | 92.98 | 15 | 58 |
| 7 | $W = 519.48 + 0.5198*(W_{\acute{o}pt}) - 0.5418*(W_{nat\ SR})$        | 93.03 | 15 | 59 |
| 8 | $W = 549.00 + 1.0067*(IP) - 0.5628*(W_{nat\ SR})$                     | 93.64 | 15 | 60 |
| 9 | $\gamma_d = 1.397253 - 6.331E-05*(W_{promSR}) - 0.0078505*(W_{prom})$ | 51.27 | 60 | 61 |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XXXI. Correlaciones simples y múltiples Sensor Capacitivo

| N°                          | Ecuación   | R <sup>2</sup> (%) | # datos | # Fig |
|-----------------------------|--|--------------------|---------|-------|
| <b>Correlación Simple</b>   |  |                    |         |       |
| 1                           | $W = 0.0048(W_{nat\ SC})^2 - 5.0141(W_{nat\ SC}) + 1367.4$               | 69.62              | 15      | 62    |
| 2                           | $G_c = -0.0006(W_{nat\ SC})^2 + 0.631(W_{nat\ SC}) - 112.91$             | 31.69              | 15      | 63    |
| 3                           | $\gamma_m = -6E-06(W_{nat\ SC})^2 + 0.0064(W_{nat\ SC}) - 0.4378$        | 24.19              | 14      | 64    |
| 4                           | $\gamma_d = -1E-05(W_{nat\ SC})^2 - 0.0107(W_{nat\ SC}) - 2.1843$        | 59.07              | 15      | 65    |
| 5                           | $S = 0.0007(W_{nat\ SC})^2 - 0.6738(W_{nat\ SC}) + 195.5$                | 61.86              | 13      | 66    |
| 6                           | $F = -0.0002(W_{nat\ SC})^2 + 0.2583(W_{nat\ SC}) - 11.308$              | 62.13              | 13      | 67    |
| 7                           | $k = -2E-11(W_{nat\ SC})^2 - 1E-08(W_{nat\ SC}) + 2E-06$                 | 05.21              | 15      | 68    |
| 8                           | $Ll = 0.0003(W_{nat\ SC})^2 - 0.3484(W_{nat\ SC}) + 144.32$              | 25.24              | 14      | 69    |
| 9                           | $L_p = 0.0002(W_{nat\ SC})^2 - 0.163(W_{nat\ SC}) + 83.832$              | 05.54              | 14      | 70    |
| 10                          | $I_p = 0.0003(W_{nat\ SC})^2 - 0.2841(W_{nat\ SC}) - 79.528$             | 17.03              | 15      | 71    |
| 11                          | $\gamma_d\ max = -1E-05(W_{nat\ SC})^2 + 0.0131(W_{nat\ SC}) - 2.0005$   | 27.81              | 15      | 72    |
| 12                          | $W_{\acute{o}pt} = 0.0003(W_{nat\ SC})^2 - 0.4041(W_{nat\ SC}) + 163.81$ | 57.10              | 15      | 73    |
| 13                          | $W_{prom} = 0.0003(W_{nat\ SC})^2 - 0.3056(W_{nat\ SC}) + 124.25$        | 15.60              | 60      | 74    |
| 14                          | $\gamma_d\ prom = 3E-06(W_{nat\ SC})^2 + 0.0031(W_{nat\ SC}) + 0.2574$   | 29.77              | 60      | 75    |
| 15                          | $W_{prom\ 1} = 0.0004(W_{nat\ SC})^2 - 0.5129(W_{nat\ SC}) - 193.09$     | 99.87              | 4       | 76    |
| 16                          | $W_{prom\ 2} = 0.0032(W_{nat\ SC})^2 - 2.3239(W_{nat\ SC}) + 481.72$     | 94.81              | 4       | 77    |
| 17                          | $W_{prom\ 3} = 2E-05(W_{nat\ SC})^2 - 0.1552(W_{nat\ SC}) + 114.05$      | 91.16              | 4       | 78    |
| <b>Correlación Múltiple</b> |  |                    |         |       |
| 1                           | $L_p = -8.670206 + 0.02777*(W_{nat\ SC}) + 0.7705507*Ll$                 | 52.96              | 15      | 79    |
| 2                           | $W = 394.08083 - 0.2819*(W_{nat\ SC}) - 273.027*(\gamma_d\ max)$         | 86.44              | 15      | 80    |
| 3                           | $W = 485.7142 - 0.6728415*(W_{nat\ SC}) - 1.4061071*(G_c)$               | 69.34              | 15      | 81    |
| 4                           | $\gamma_d = -0.214963 + 0.611598*(\gamma_m) + 0.0018272*(W_{nat\ SC})$   | 80.61              | 15      | 82    |



|   |  |       |    |    |
|---|--|-------|----|----|
| 5 | $W = 593.39 - 0.8236*(Wnat\ SC) - 104.7483*(\gamma m)$                 | 65.56 | 15 | 83 |
| 6 | $W = 601.15 - 0.8521932*(Wnat\ SC) - 1.8746*(F)$                       | 63.44 | 15 | 84 |
| 7 | $W = 358.94 + 1.2988*(W\ \acute{o}pt) - 0.6875*(Wnat\ SC)$             | 61.93 | 15 | 85 |
| 8 | $W = 480.41 + 0.8344*(IP) - 0.8562*(Wnat\ SC)$                         | 59.60 | 15 | 86 |
| 9 | $\gamma d = 1.4330675 - 0.0001871*(W\ prom\ SC) - 0.0079921*(W\ prom)$ | 52.69 | 60 | 87 |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

### 3.1.5.1. Correlaciones Simples Sensor Resistivo.

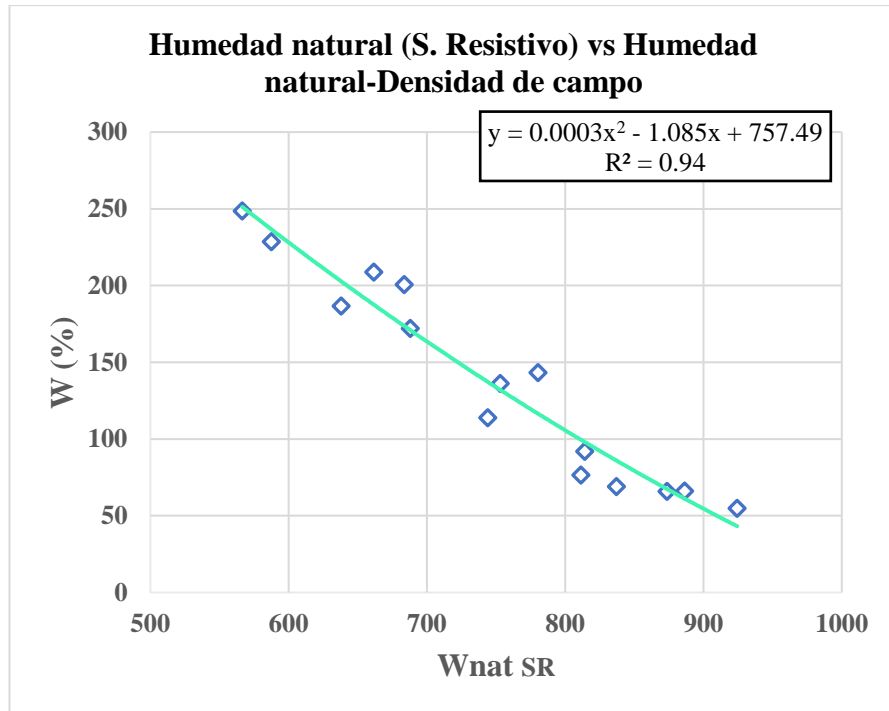


Fig. 36. Correlación Humedad Sensor Resistivo vs Humedad Densidad de Campo

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

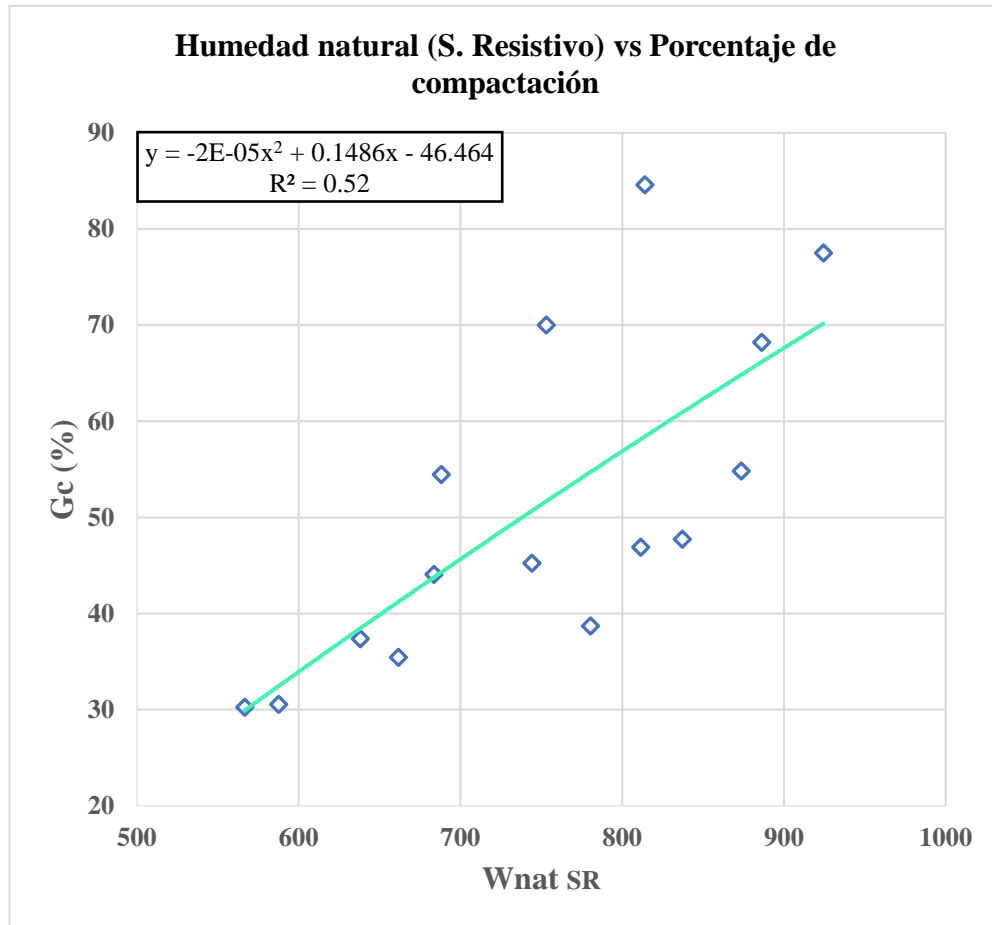
**Ecuación:**  $W = 0.0003(Wnat SR)^2 - 1.085(Wnat SR) + 757.49$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 94 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs Humedad natural-Densidad de campo presenta un valor de  $R^2 = 94 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación excelente mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60% para la Humedad natural-Densidad de campo y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la humedad natural gravimétrica (Densidad de Campo) aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo descienden, así como se muestra en la figura 36.



**Fig. 37** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Porcentaje de Compactación.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

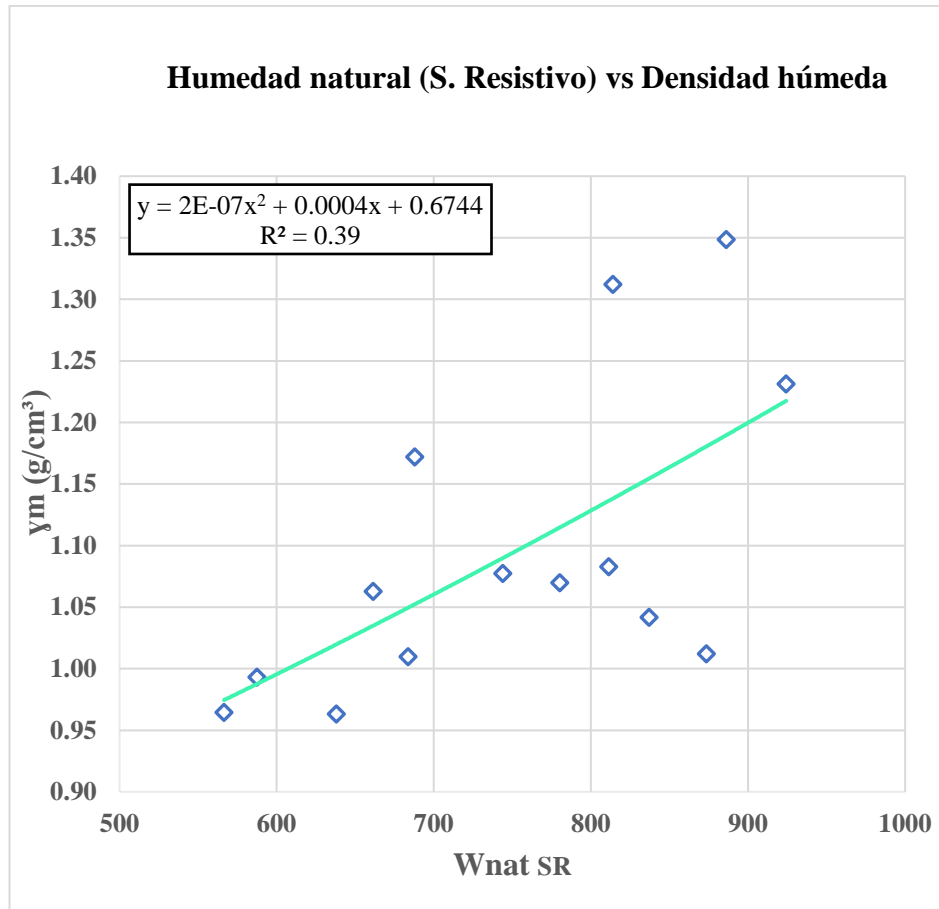
**Ecuación:**  $Gc = -2E-05(Wnat SR)^2 + 0.1486(Wnat SR) - 46.464$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 52 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs el Porcentaje de Compactación presenta un valor de  $R^2 = 52\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación regular mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 30.24 a 84.59% para el Porcentaje de compactación y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 37.



**Fig. 38** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Densidad Húmeda.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

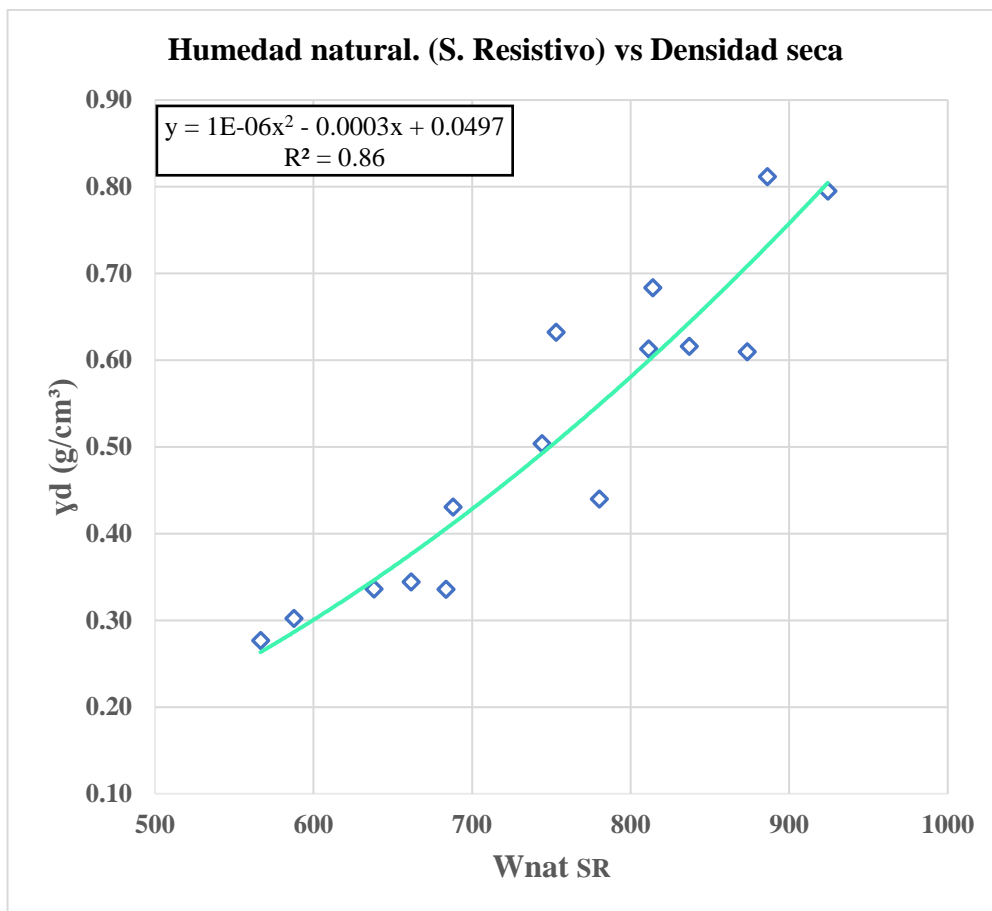
**Ecuación:**  $\gamma_m = 2E-07(Wnat\ SR)^2 + 0.0004(Wnat\ SR) + 0.6744$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 39 %

**Número de Muestras:** 14

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs la densidad húmeda presenta un valor de  $R^2 = 39\%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 14 muestras con un rango de 0.963 a 1.494 gr/cm<sup>3</sup> para la Densidad Húmeda y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 38.



**Fig. 39** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Densidad Seca.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

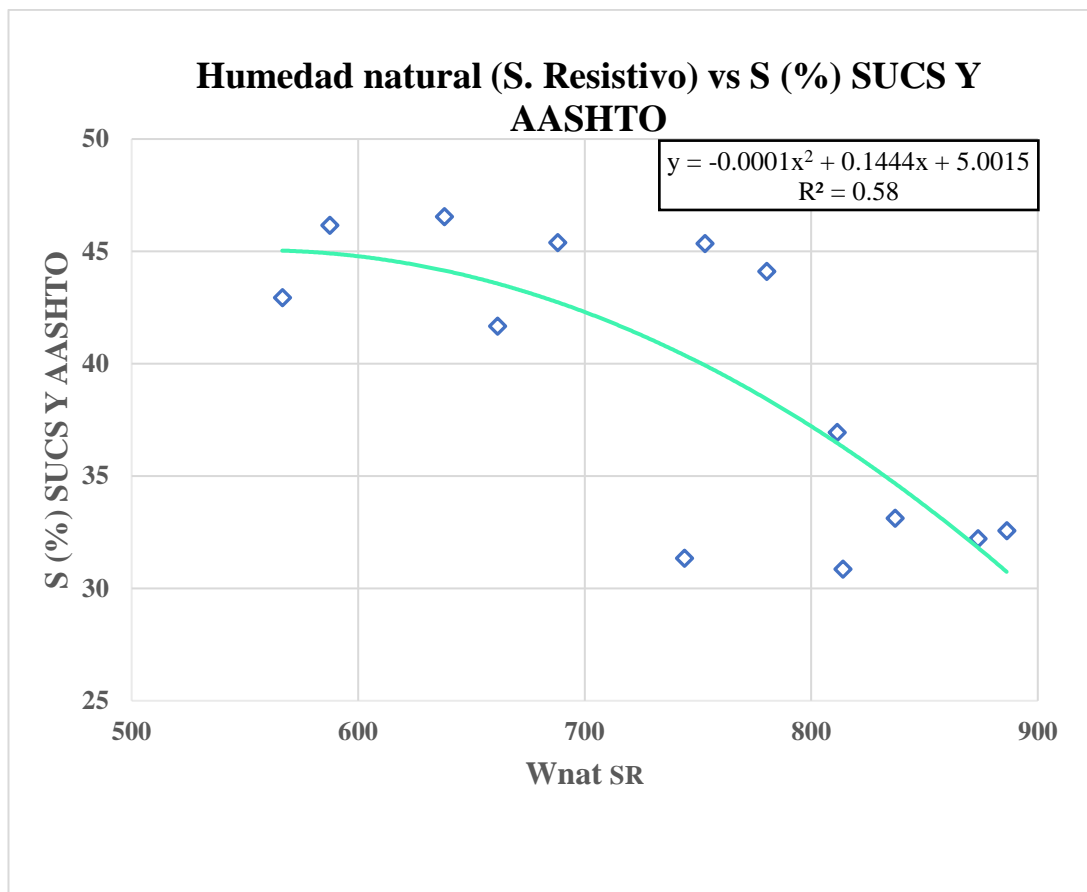
**Ecuación:**  $y_d = 1E-06(W_{nat\ SR})^2 - 0.0003(W_{nat\ SR}) + 0.0497$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 86 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs la Densidad Seca presenta un valor de  $R^2 = 86\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación aceptable mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 0.277 a 0.812 gr/cm<sup>3</sup> para la Densidad Seca y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento directamente proporcional. A medida que la Densidad Seca aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo ascienden, así como se muestra en la figura 39.



**Fig. 40** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Porcentaje de Arena.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

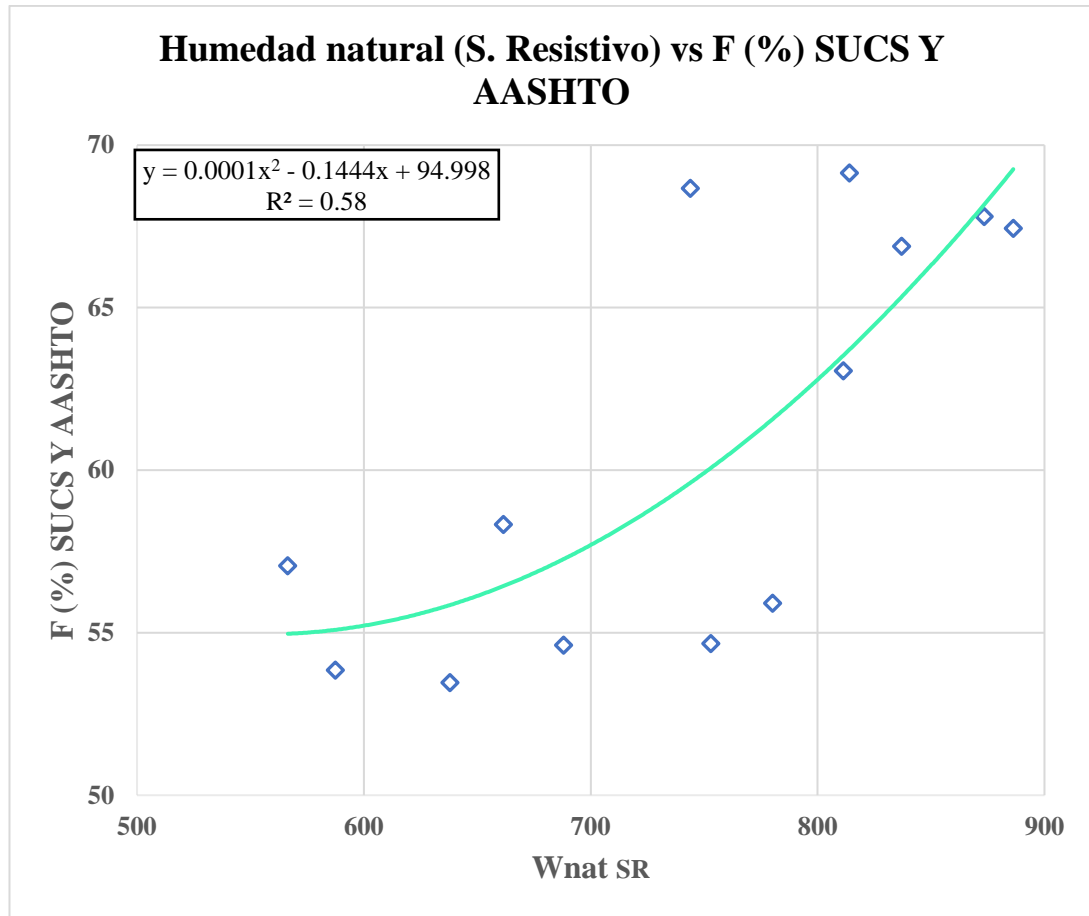
**Ecuación:**  $S = -0.0001(Wnat SR)^2 + 0.1444(Wnat SR) + 5.0015$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 58 %

**Número de Muestras:** 13

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs el Porcentaje de Arena presenta un valor de R<sup>2</sup> = 58 % lo cual en la tabla XIII describe una correlación regular mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 13 muestras con un rango de 30.45 a 51.71% para el Porcentaje de arena y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 40.



**Fig. 41** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Porcentaje de Suelos Finos

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

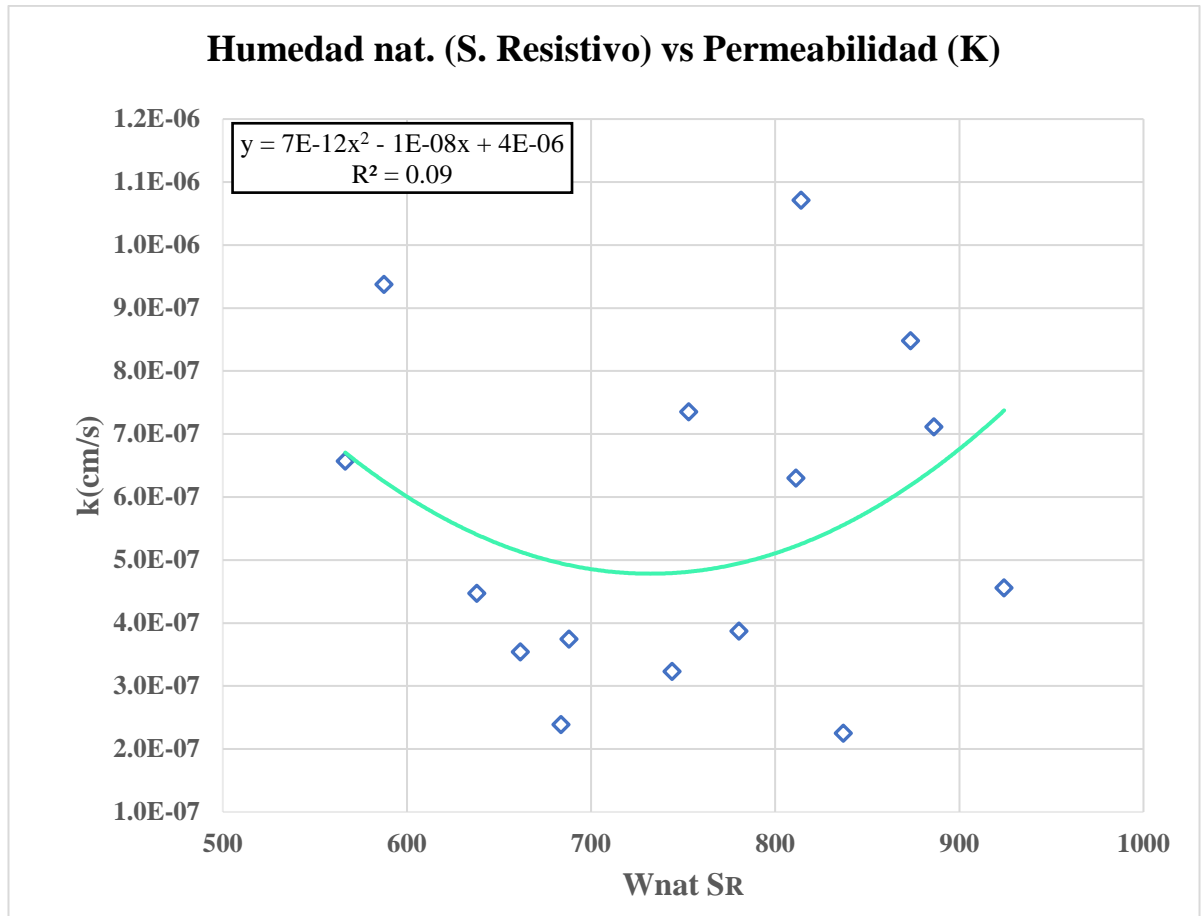
**Ecuación:**  $F = 0.0001(Wnat SR)^2 - 0.1444(Wnat SR) + 94.998$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 58 %

**Número de Muestras:** 13

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs el Porcentaje de Suelos Finos presenta un valor de  $R^2 = 58\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación regular mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 13 muestras con un rango de 48.29 a 69.55% para el Porcentaje de Suelos Finos y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 41.



**Fig. 42** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Permeabilidad

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $k = 7E-12(Wnat SR)^2 - 1E-08(Wnat SR) + 4E-06$

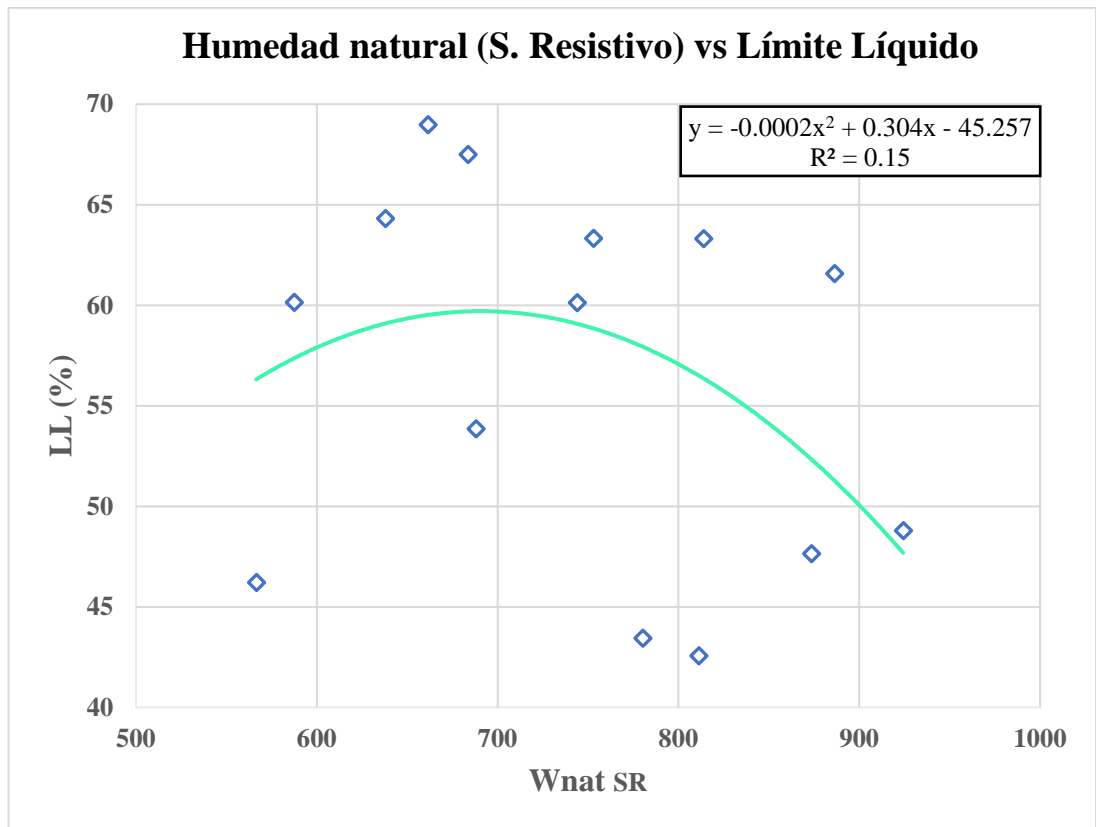
**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 09 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs la permeabilidad presenta un valor de  $R^2 = 09 \%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de  $2.25E-07$  a  $9.37E-07$  cm/s para la permeabilidad y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 42.





**Fig. 43** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Límite Líquido

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

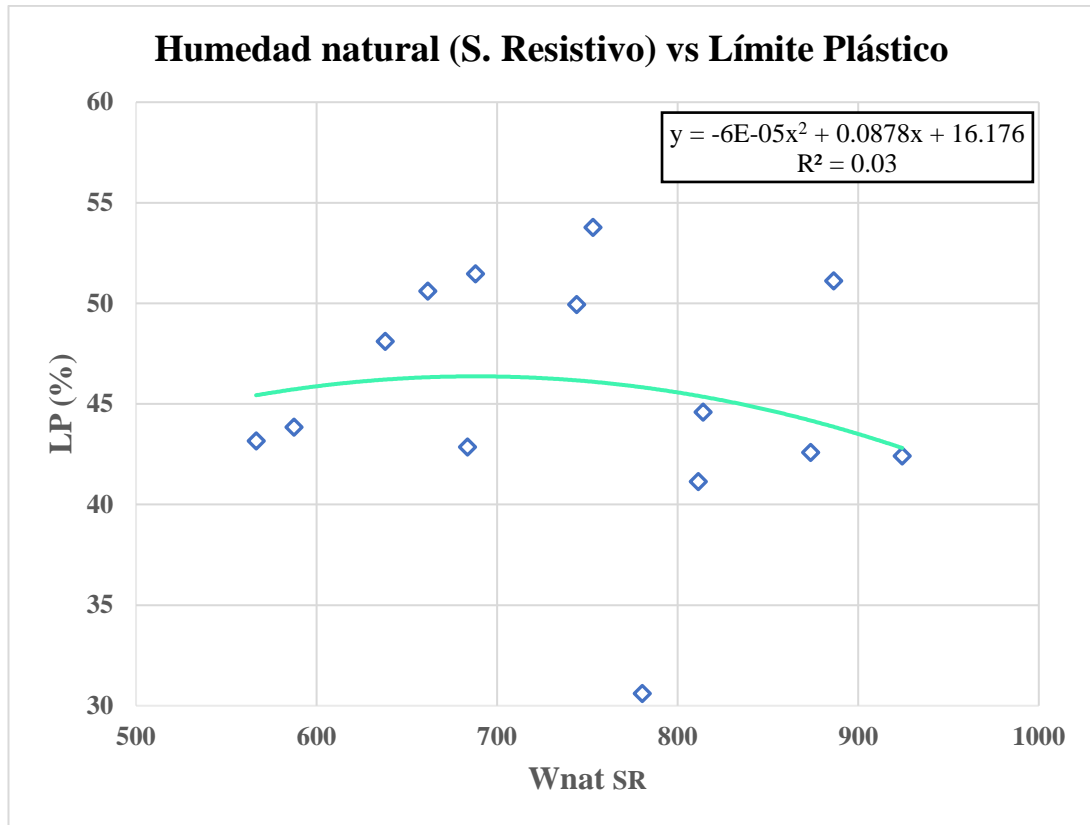
**Ecuación:**  $Ll = -0.0002(Wnat SR)^2 + 0.304(Wnat SR) - 45.257$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 15 %

**Número de Muestras:** 14

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs el porcentaje de Límite Líquido presenta un valor de  $R^2 = 15 \%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 14 muestras con un rango de 42.57 a 78.90 % para el límite líquido y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 43.



**Fig. 44.** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Límite Plástico

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

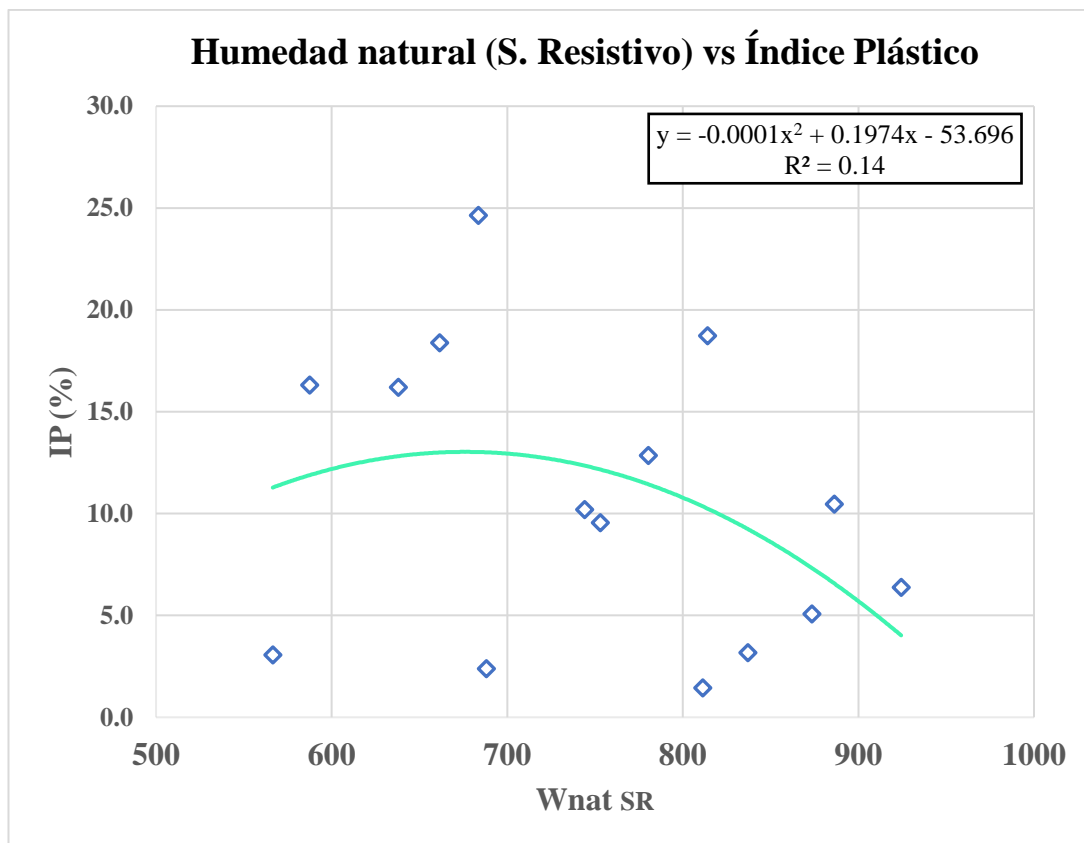
**Ecuación:**  $Lp = -6E-05(Wnat SR)^2 + 0.0878(Wnat SR) + 16.176$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 03 %

**Número de Muestras:** 14

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs el porcentaje de Límite Plástico presenta un valor de  $R^2 = 03 \%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 14 muestras con un rango de 30.60 a 75.73 % para el límite plástico y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 44.



**Fig. 45** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Índice plástico

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

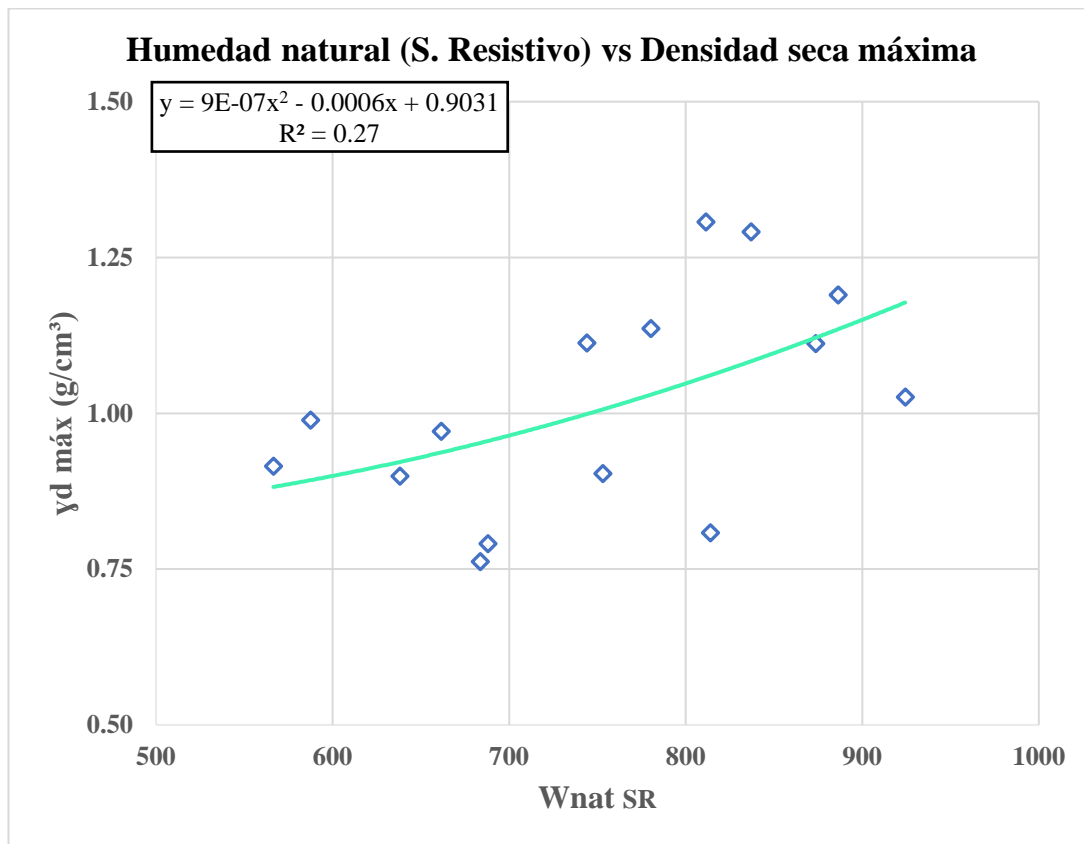
**Ecuación:**  $Ip = -0.0001(Wnat SR)^2 + 0.1974(Wnat SR) - 53.696$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 14 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs el porcentaje del Índice plástico presenta un valor de  $R^2 = 14 \%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 1.44 a 18.73 % para el índice plástico y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 45.



**Fig. 46** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Densidad Seca Máxima

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

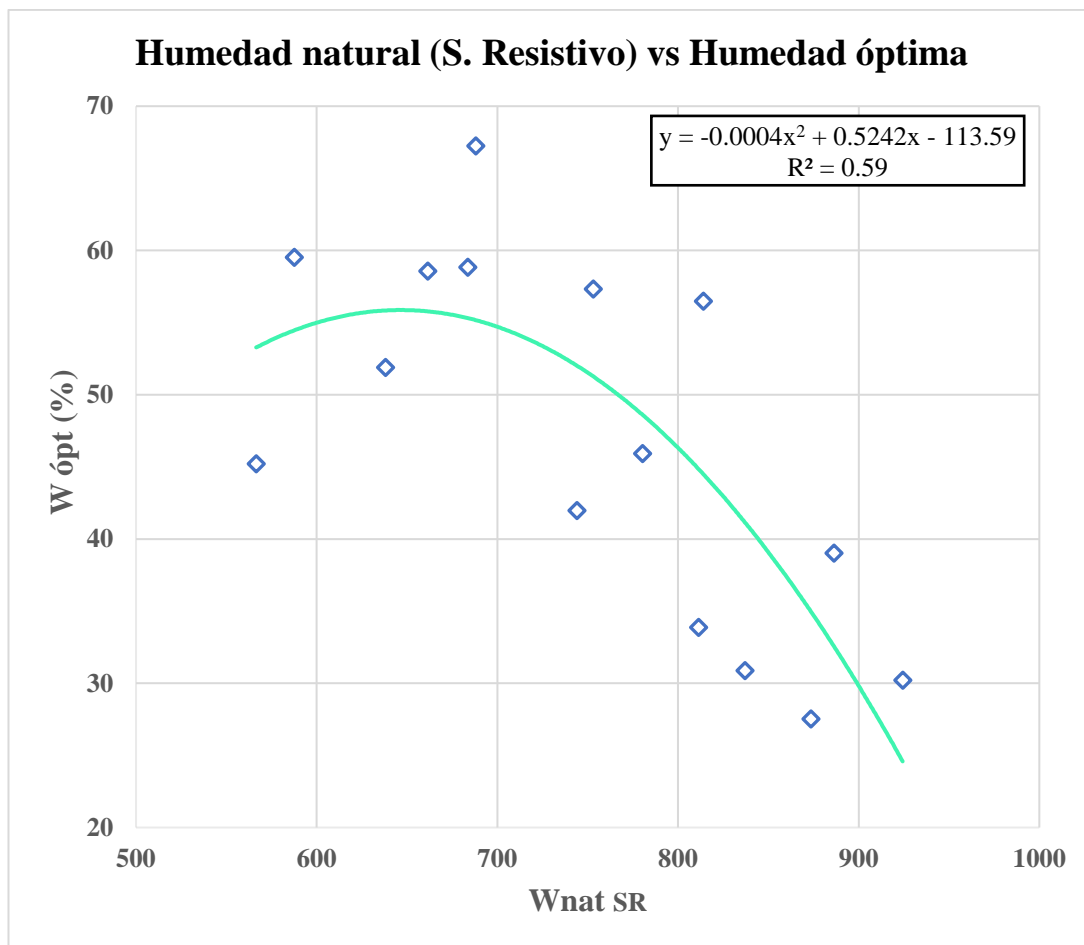
**Ecuación:**  $yd\ max = 9E-07(Wnat\ SR)^2 - 0.0006(Wnat\ SR) + 0.9031$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 27 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs el porcentaje de la Densidad Seca Máxima presenta un valor de  $R^2 = 27$  % lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 0.762 a 1.307 g/cm<sup>3</sup> para la densidad seca máxima y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 46.



**Fig. 47** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Humedad Óptima

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

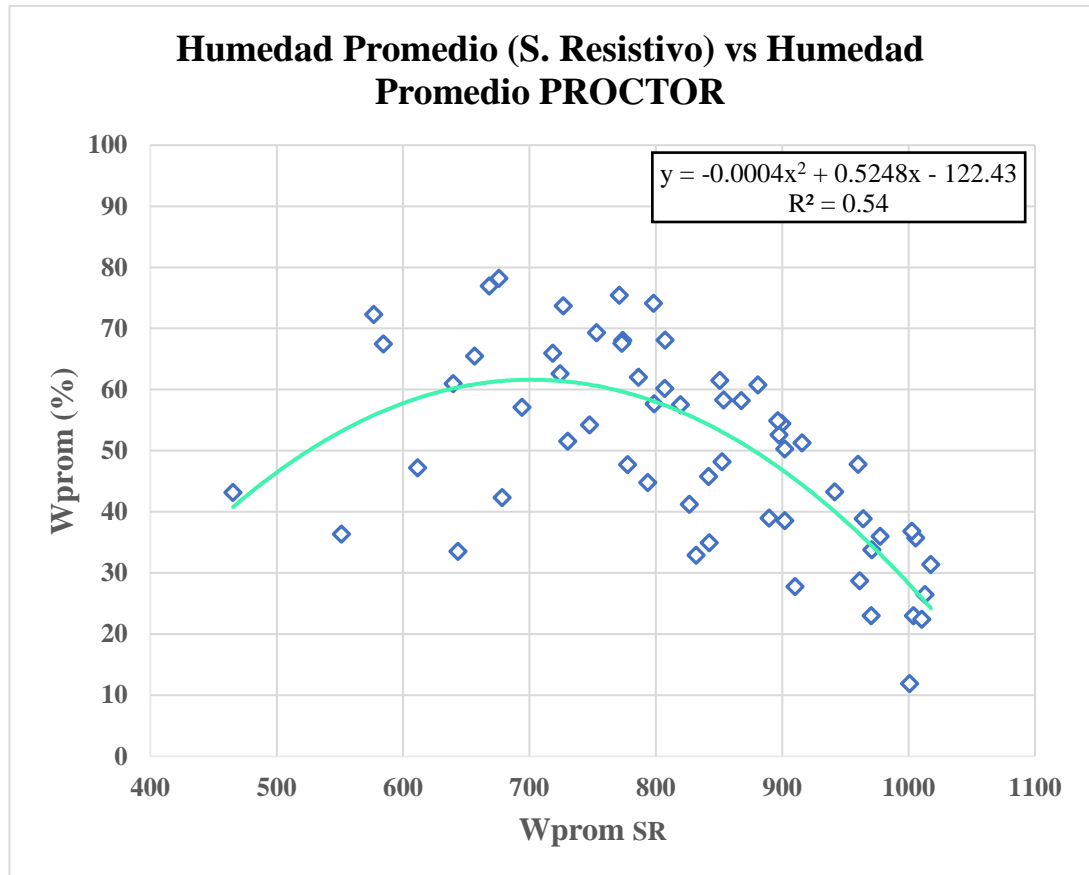
**Ecuación:**  $W \text{ ópt} = -0.0004(Wnat \text{ SR})^2 + 0.5242(Wnat \text{ SR}) - 113.59$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 59 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs la humedad óptima presenta un valor de  $R^2 = 59 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación regular mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 27.51 a 67.24 % para el Porcentaje de Humedad Óptima y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 47.



**Fig. 48** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Humedad Promedio Proctor

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

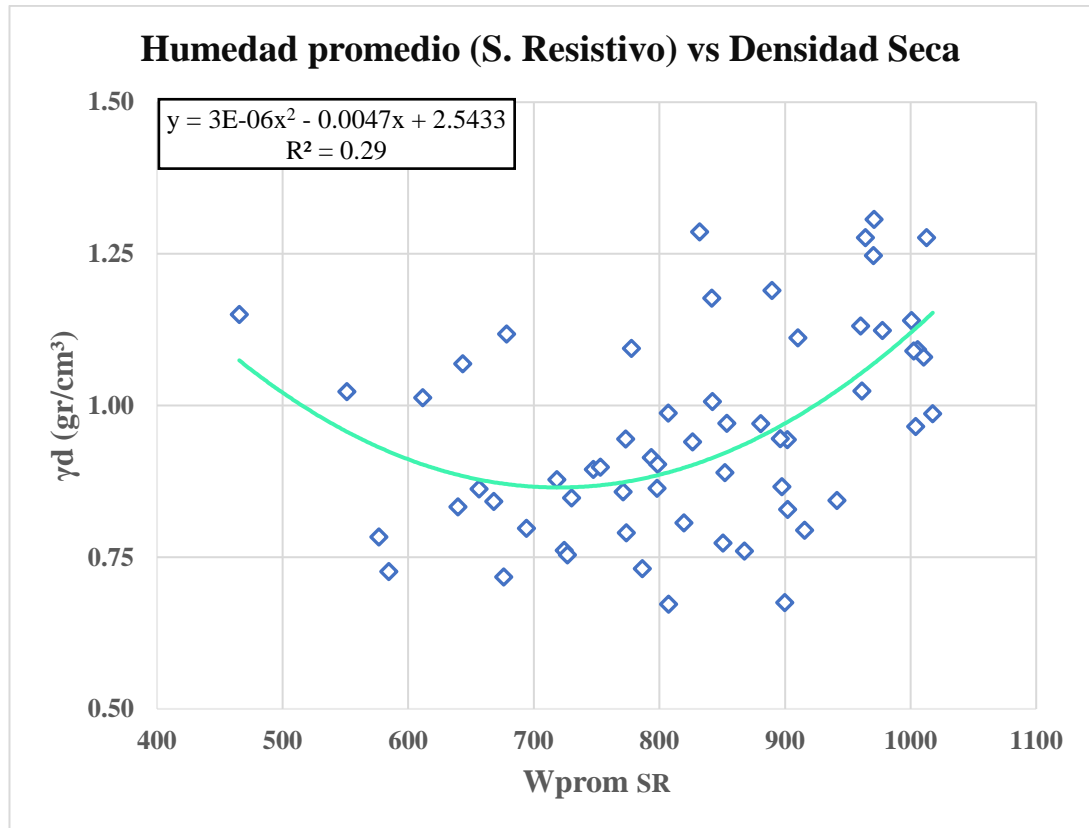
**Ecuación:**  $W_{prom} = -0.0004(W_{nat\ SR})^2 + 0.5248(W_{nat\ SR}) - 122.43$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 54 %

**Número de Muestras:** 60

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs la Humedad Promedio presenta un valor de  $R^2 = 54\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación regular mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 60 muestras con un rango de 11.89 a 78.19 % para el Porcentaje de Humedad Promedio y con un rango de 465.50 a 1017.67 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 48.



**Fig. 49** Correlación Humedad Natural Sensor Resistivo vs Densidad Seca Máxima Promedio

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

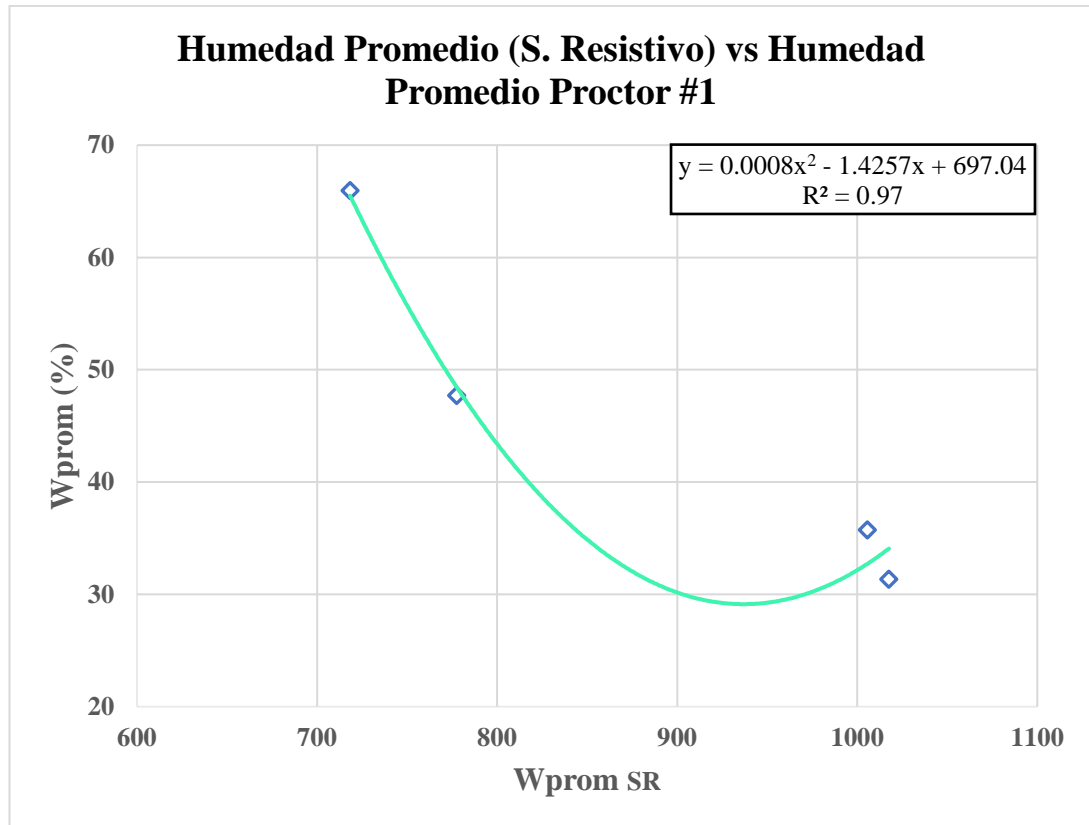
**Ecuación:**  $\gamma_d \text{ prom} = 3E-06(W_{nat} \text{ SR})^2 - 0.0047(W_{nat} \text{ SR}) + 2.5433$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 29 %

**Número de Muestras:** 60

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs el porcentaje de la Densidad Seca Promedio presenta un valor de  $R^2 = 29$  % lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 60 muestras con un rango de 0.67 a 1.31 g/cm<sup>3</sup> para la Densidad Seca Promedio y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 49.



**Fig. 50** Correlación Humedad Sensor Resistivo vs Humedad Promedio Proctor #1

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $W_{prom 1} = 0.0008(W_{nat SR})^2 - 1.4257(W_{nat SR}) + 697.04$

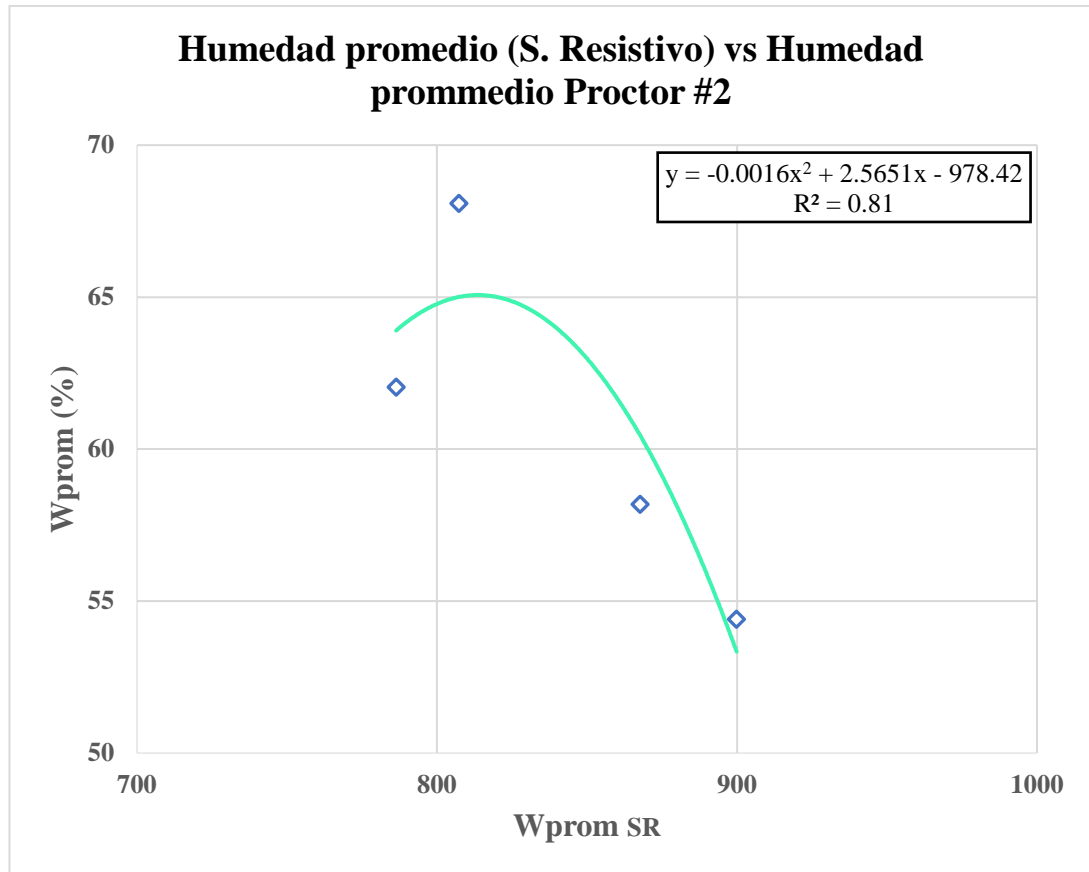
**Factor  $R^2$  de Correlación:** 97 %

**Número de Muestras:** 4

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs Humedad Promedio del Proctor #1 presenta un valor de  $R^2 = 97\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación excelente mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 4 muestras con un rango de 31.35 a 65.95% para la Humedad Promedio Proctor #1 y con un rango de 718.33 a 1017.67 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la humedad promedio del Proctor #1 aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo descienden, así como se muestra en la figura 50.





**Fig. 51** Correlación Humedad Sensor Resistivo vs Humedad Promedio Proctor #2

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

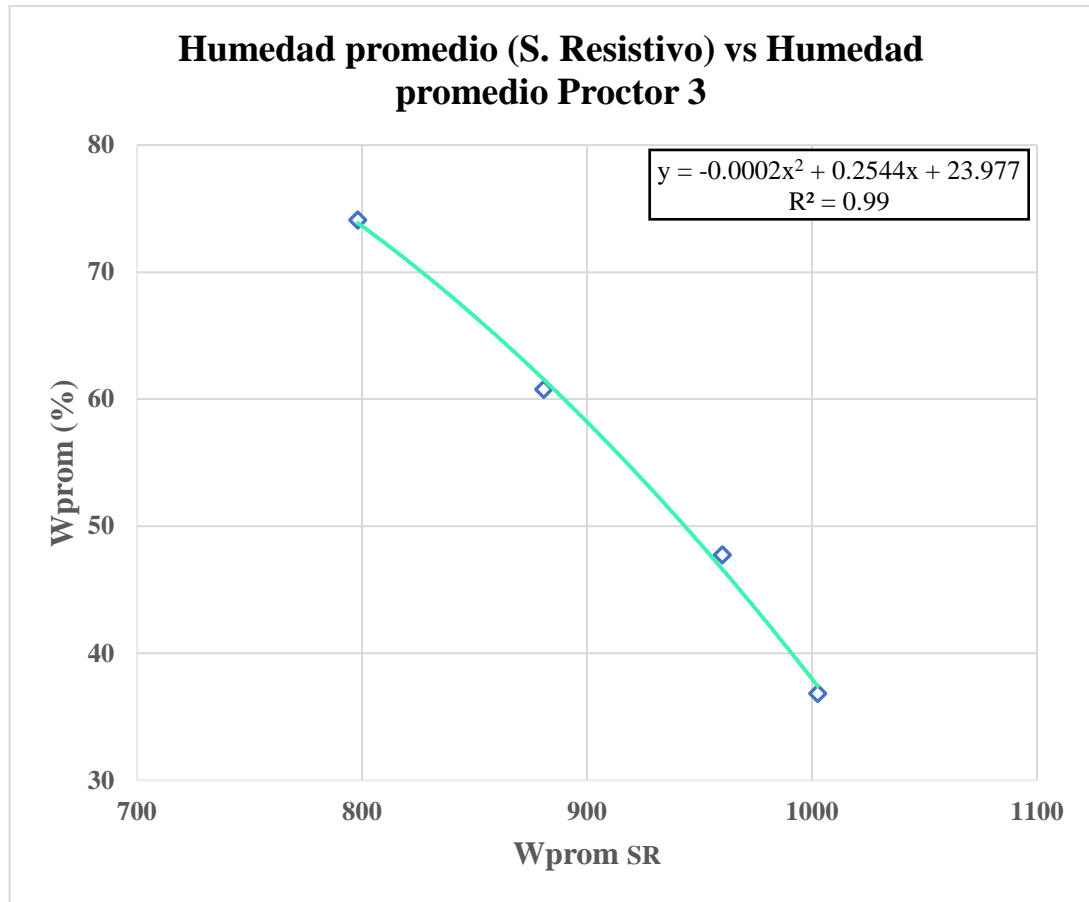
**Ecuación:**  $W_{prom 2} = -0.0016(W_{nat SR})^2 + 2.5651(W_{nat SR}) - 978.42$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 81 %

**Número de Muestras:** 4

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs Humedad Promedio del Proctor #2 presenta un valor de  $R^2 = 81\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación aceptable mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 4 muestras con un rango de 54.40 a 68.09 % para la Humedad Promedio Proctor #1 y con un rango de 786.38 a 899.88 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad Promedio del Proctor #2 aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo descienden, así como se muestra en la figura 51.



**Fig. 52** Correlación Humedad Sensor Resistivo vs Humedad Promedio Proctor #3

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $W_{\text{prom } 3} = -0.0002(W_{\text{nat SR}})^2 + 0.2544(W_{\text{nat SR}}) + 23.977$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 99 %

**Número de Muestras:** 4

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs Humedad Promedio del Proctor #3 presenta un valor de  $R^2 = 99 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación excelente mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 4 muestras con un rango de 36.82 a 74.10% para la Humedad Promedio Proctor #1 y con un rango de 798.17 a 1002.54 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad Promedio del Proctor #3 aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo descienden, así como se muestra en la figura 52.

### 3.1.5.2. Correlaciones Múltiples Sensor Resistivo.

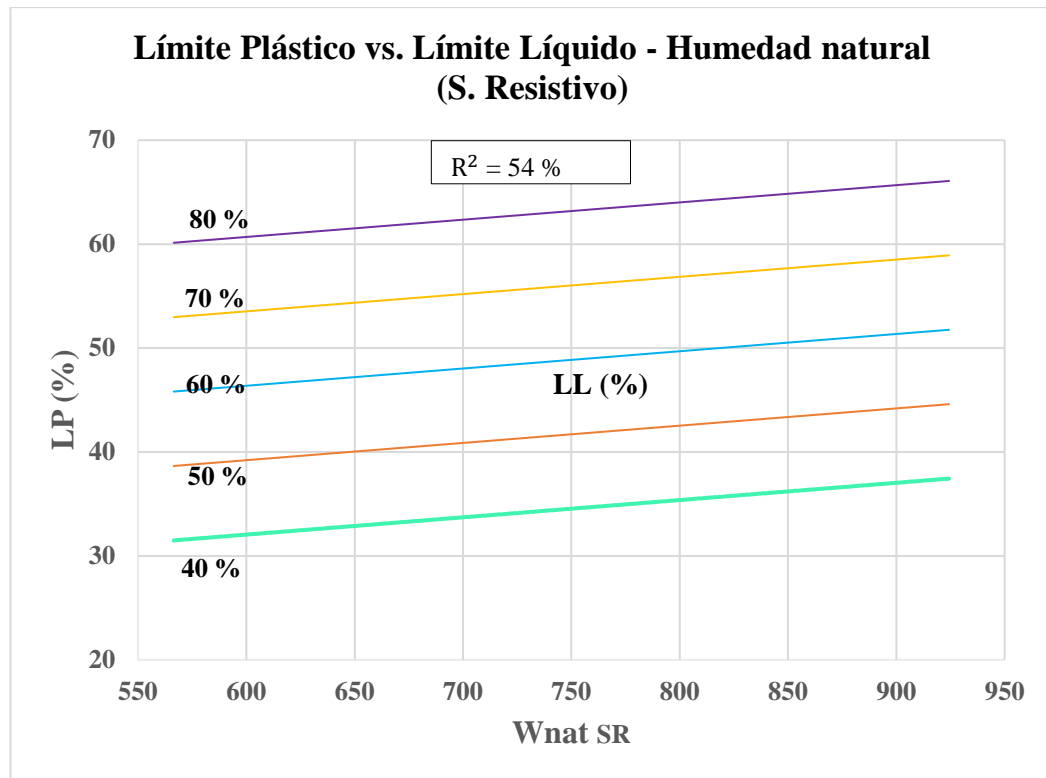


Fig. 53 Correlación Límite Plástico vs Límite Líquido - Humedad Natural Sensor Resistivo

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

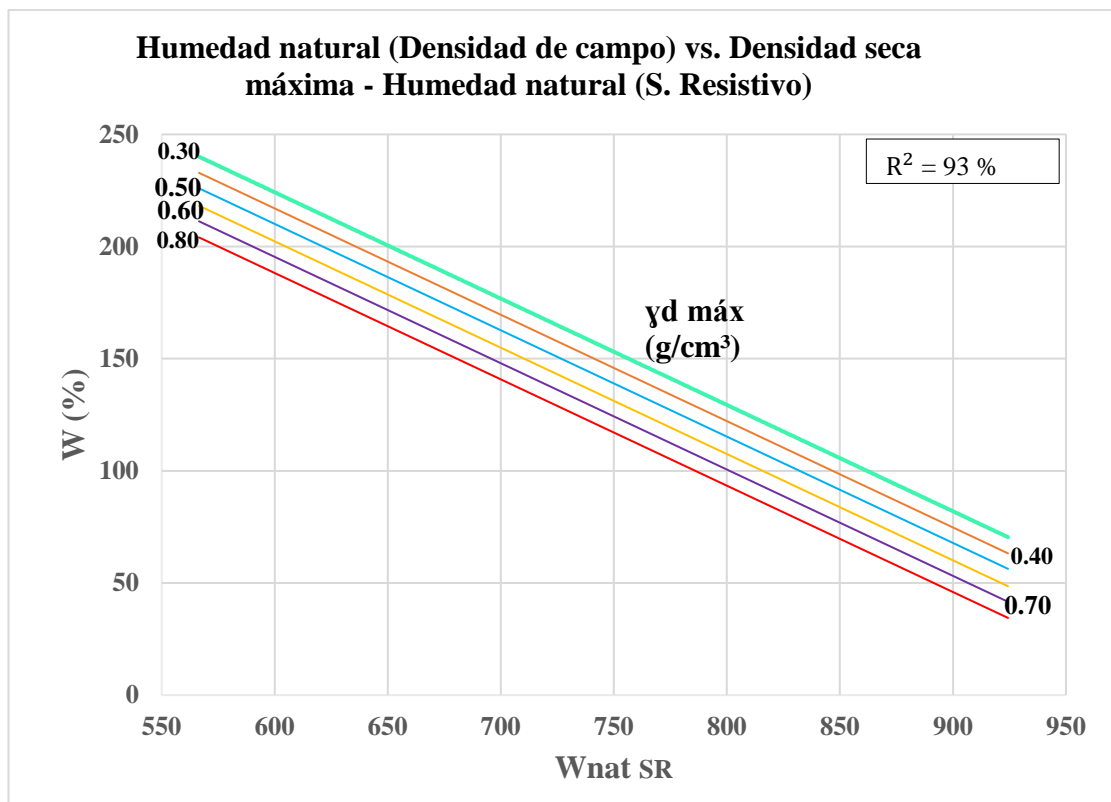
**Ecuación:**  $L_p = -6.55 + 0.0166*(Wnat\ SR) + 0.716*L_l$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 54 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre el Límite Líquido vs Límite plástico y la Humedad natural (S. Resistivo) presenta un valor de  $R^2 = 54\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Regular mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 30.60 a 75.73 % para el Límite Plástico, con un rango de 42.57 a 78.90 % para el Límite Líquido y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 53.



**Fig. 54** Correlación Humedad (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor Resistivo - Densidad Seca

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

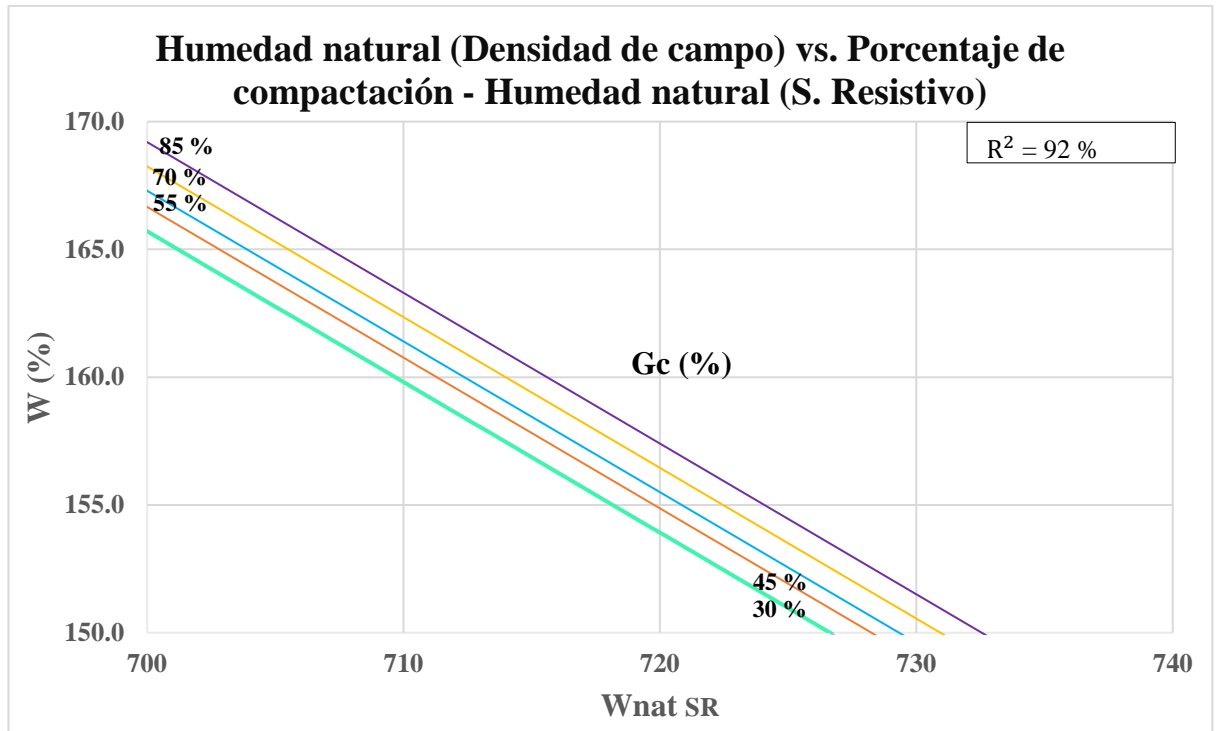
**Ecuación:**  $W = 530.23 - 0.4741*(Wnat SR) - 71.991*(yd max)$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 93 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Gravimétrica vs Humedad Natural Sensor Resistivo y la Densidad Seca presenta un valor de  $R^2 = 93 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Excelente mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la humedad gravimétrica, con un rango de 0.28 a 0.81 g/cm<sup>3</sup> para la densidad seca y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad gravimétrica aumenta, los valores de densidad seca y los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo descienden, así como se muestra en la figura 54.



**Fig. 55** Correlación Humedad (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Compactación - Humedad Natural Sensor Resistivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

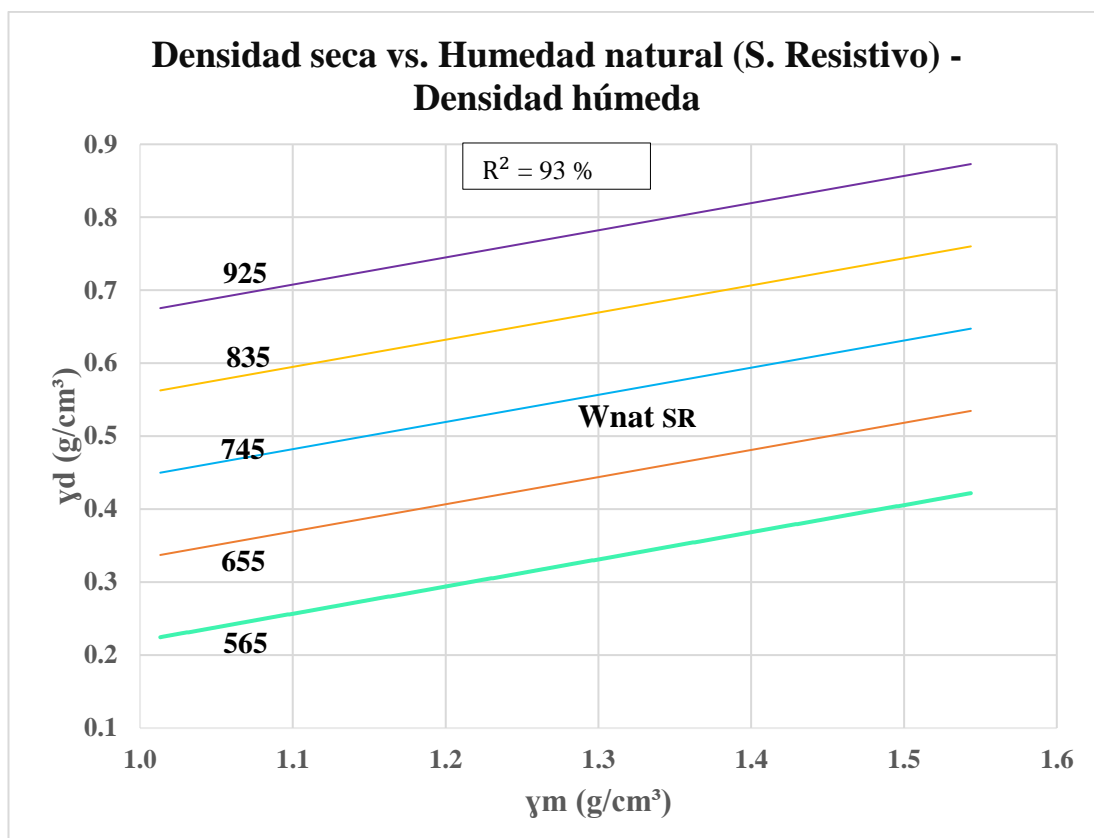
**Ecuación:**  $W = 576.66 - 0.5898 * (Wnat SR) + 0.063 * (Gc)$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 92 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Compactación y la Humedad Natural Sensor Resistivo presenta un valor de  $R^2 = 92 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Excelente mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la humedad natural (densidad de campo), con un rango de 30.24 a 84.59 % para el porcentaje de compactación y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores del porcentaje de compactación y los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo descienden, así como se muestra en la figura 55.



**Fig. 56** Correlación Densidad Seca vs Humedad Natural Sensor Resistivo - Densidad Húmeda

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

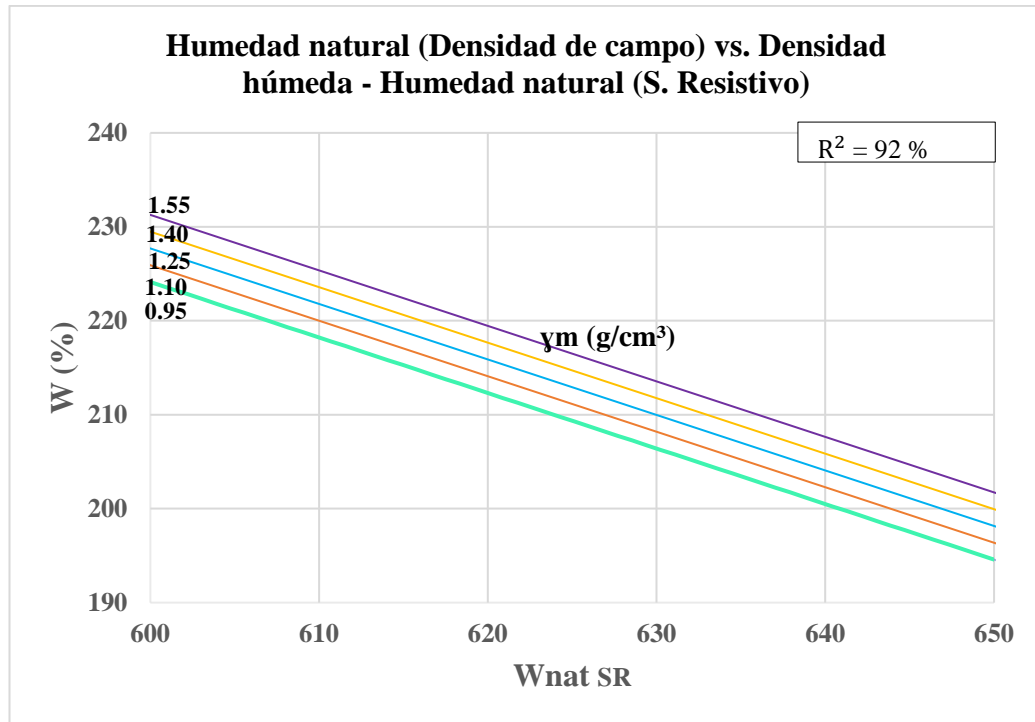
**Ecuación:**  $\gamma_d = -0.84 + 0.3722 * (\gamma_m) + 0.0013 * (Wnat\ SR)$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 93 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Densidad Seca vs la Humedad Natural Sensor Resistivo y la Densidad Húmeda presenta un valor de  $R^2 = 93\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Excelente mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 0.28 a 0.81 g/cm<sup>3</sup> para la densidad seca, con un rango de 0.96 a 1.49 g/cm<sup>3</sup> para la densidad húmeda y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento directamente proporcional. A medida que la densidad seca aumenta, los valores de densidad húmeda y los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo aumentan, así como se muestra en la figura 56.



**Fig. 57** Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Densidad Húmeda - Humedad Natural Sensor Resistivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

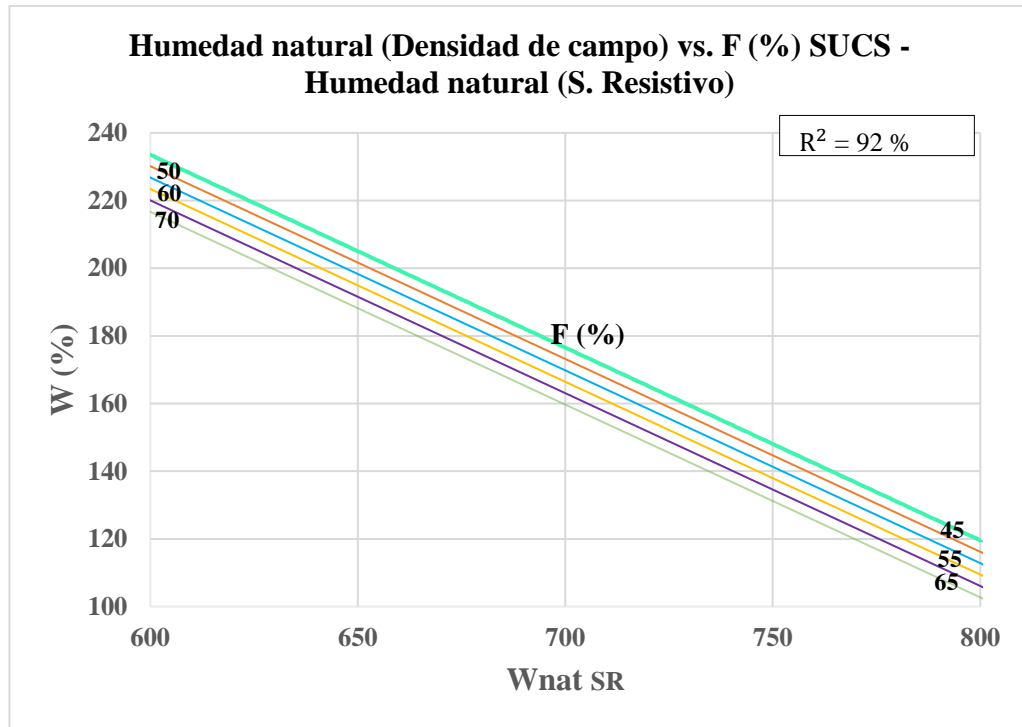
**Ecuación:**  $W = 567.31 - 0.5908 \cdot (Wnat\ SR) + 11.30 \cdot (\gamma_m)$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 92 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de campo) vs la Densidad Húmeda y la Humedad Natural Sensor Resistivo presenta un valor de  $R^2 = 92\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Excelente mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la Humedad Natural (Densidad de Campo), con un rango de 0.96 a 1.49 g/cm<sup>3</sup> para la densidad húmeda y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores de densidad húmeda y los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo disminuyen, así como se muestra en la figura 57.



**Fig. 58** Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Finos - Humedad Natural Sensor Resistivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $W = 605.73 - 0.5698 * (Wnat SR) - 0.6742 * (F)$

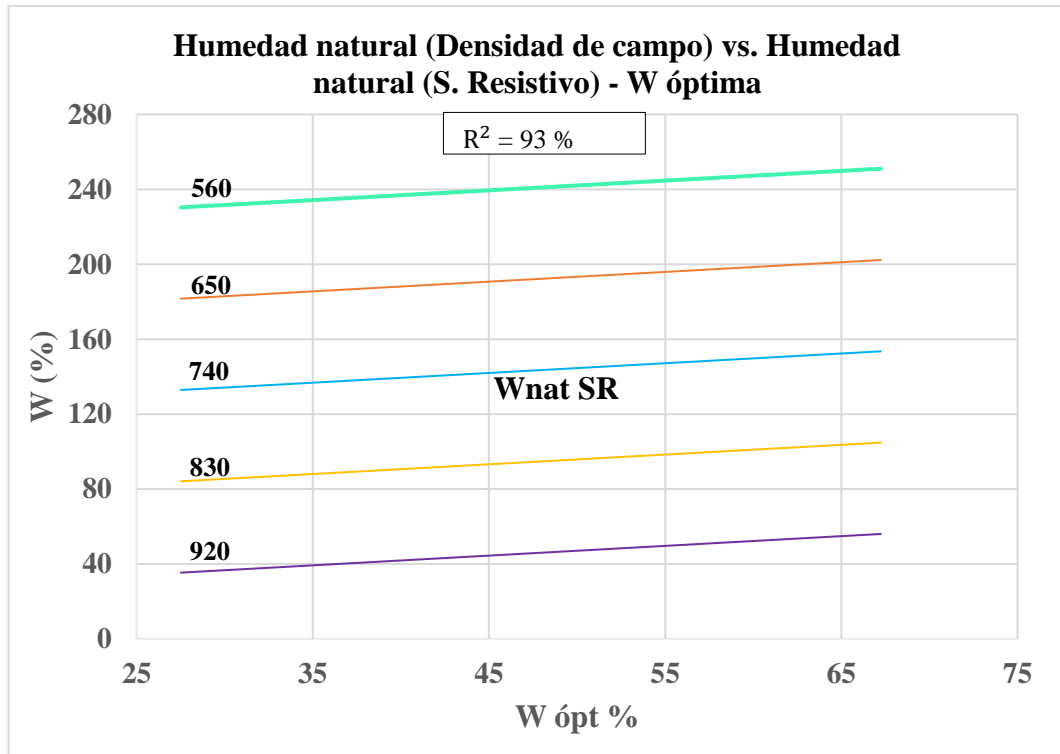
**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 92 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de campo) vs el Porcentaje de Suelos Finos y la Humedad Natural Sensor Resistivo presenta un valor de  $R^2 = 92.98\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Excelente mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la Humedad Natural (Densidad de Campo), con un rango de 48.29 a 69.55 % para el porcentaje de Suelos Finos y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento Inversamente proporcional. A medida que la humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores del porcentaje de suelos finos y los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo disminuyen, así como se muestra en la figura 58.





**Fig. 59** Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor Resistivo – Humedad Óptima

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

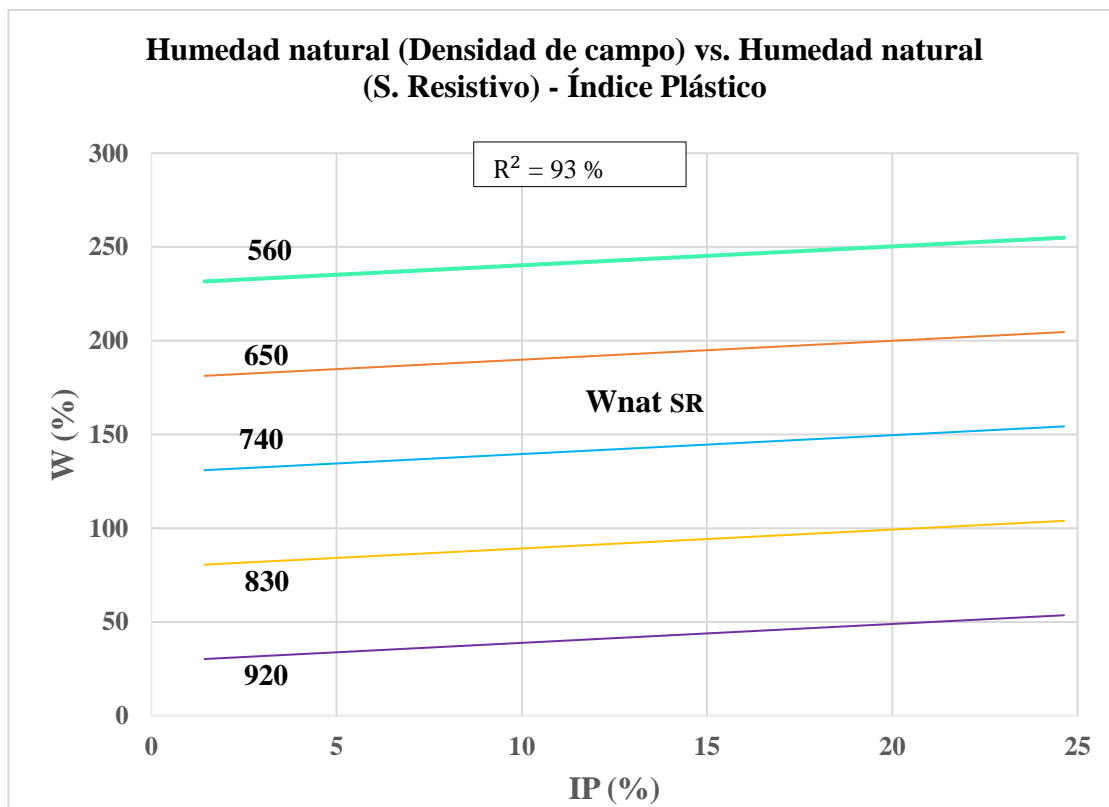
**Ecuación:**  $W = 519.48 + 05198*(W \text{ ópt}) - 0.5418*(Wnat SR)$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 93 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de campo) vs la Humedad Natural Sensor Resistivo y la Humedad Óptima presenta un valor de  $R^2 = 93 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Excelente mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la Humedad Natural (Densidad de Campo), con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo) y con un rango de 27.51 a 67.24 % de Humedad Óptima.

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores de la humedad óptima y los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo disminuyen, así como se muestra en la figura 59.



**Fig. 60** Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor Resistivo – Índice Plástico

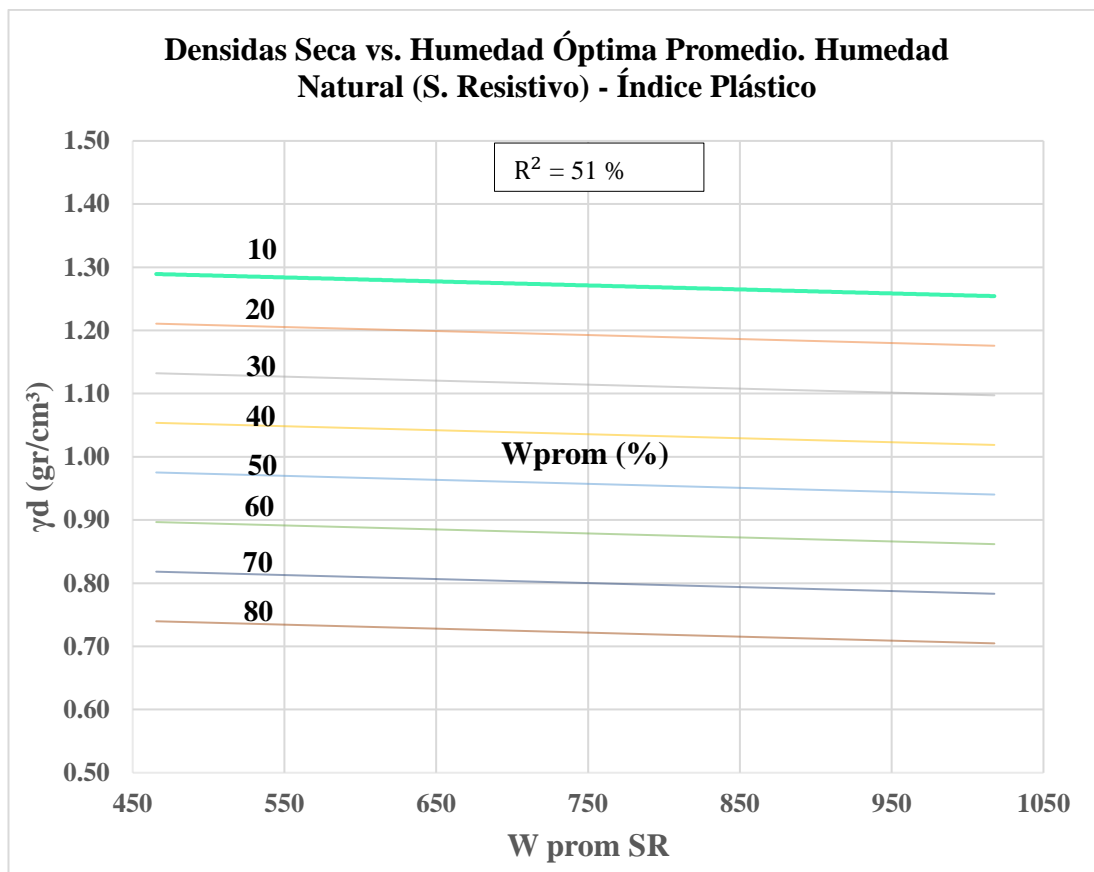
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $W = 549.00 + 1.0067*(IP) - 0.5628*(Wnat SR)$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 93 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de campo) vs la Humedad Natural Sensor Resistivo y el Índice Plástico presenta un valor de  $R^2 = 93 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Excelente mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la Humedad Natural (Densidad de Campo), con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo) y con un rango de 1.44 a 24.64 % de Índice Plástico. Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores del índice plástico y los valores proporcionados por el sensor electrónico resistivo disminuyen, así como se muestra en la figura 60.



**Fig. 61** Correlación Densidad Seca vs Humedad Natural Sensor Resistivo – Humedad Promedio Sensor Resistivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $\gamma_d = 1.3972353 - 6.331E-05*(W \text{ prom SR}) - 0.0078505*(W \text{ prom})$

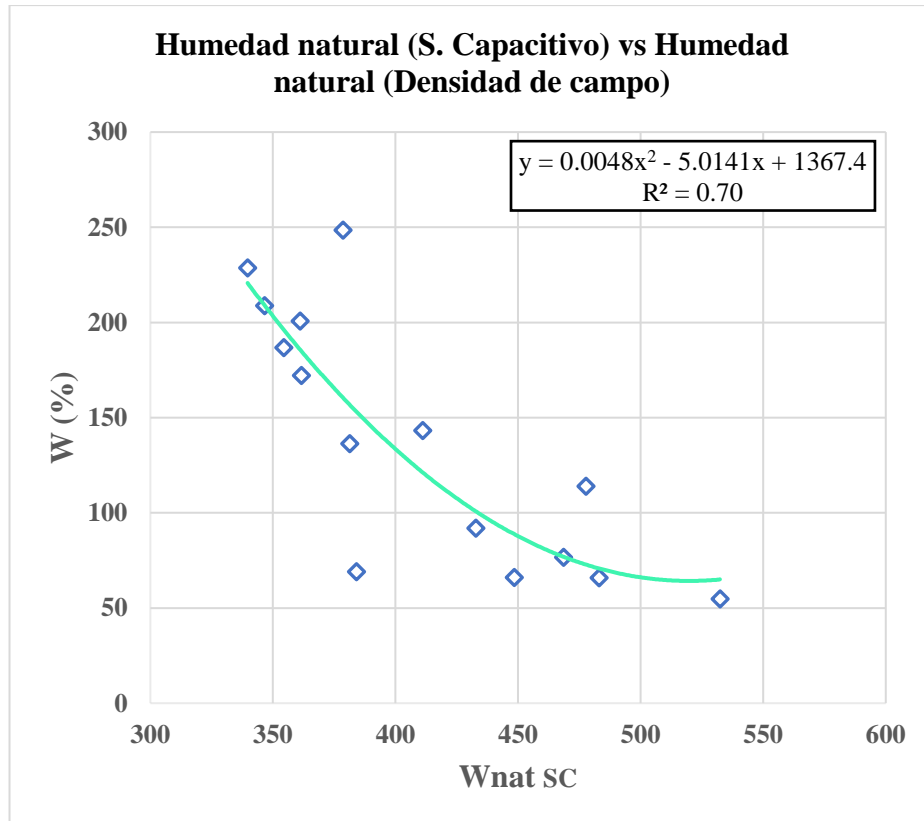
**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 51 %

**Número de Muestras:** 60

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Densidad Seca vs Humedad óptima Promedio y la Humedad natural (S. Resistivo) presenta un valor de  $R^2 = 51 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Regular mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 60 muestras con un rango de 0.67 a 1.31 g/cm<sup>3</sup> para la Densidad Seca, con un rango de 11.89 a 78.19 % para la Humedad Óptima Promedio y con un rango de 566.50 a 924.33 de la Humedad natural (S. Resistivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 61.

### 3.1.5.3. Correlaciones Simples Sensor Capacitivo.



**Fig. 62** Correlación Humedad Sensor Capacitivo vs Humedad Densidad de Campo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

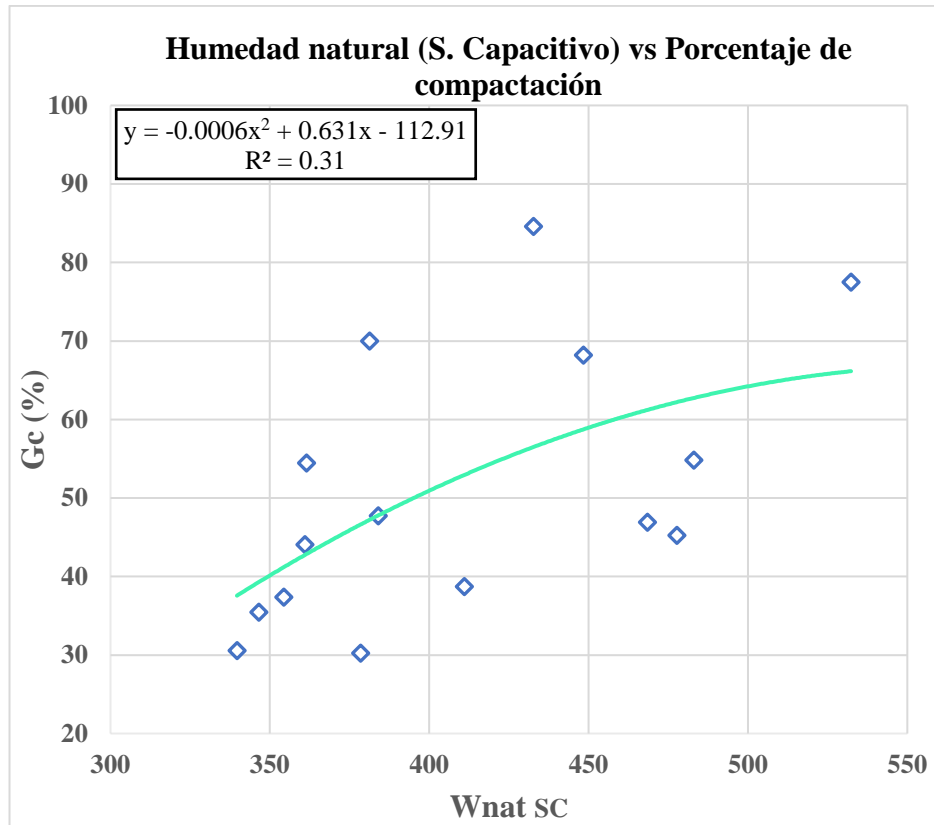
**Ecuación:**  $W = 0.0048(Wnat\ SC)^2 - 5.0141(Wnat\ SC) + 1367.4$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 70 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs Humedad natural-Densidad de campo presenta un valor de  $R^2 = 70\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación muy buena mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60% para la Humedad natural-Densidad de campo y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la humedad natural gravimétrica (Densidad de Campo) aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo descienden, así como se muestra en la figura 62.



**Fig. 63** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Porcentaje de Compactación.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

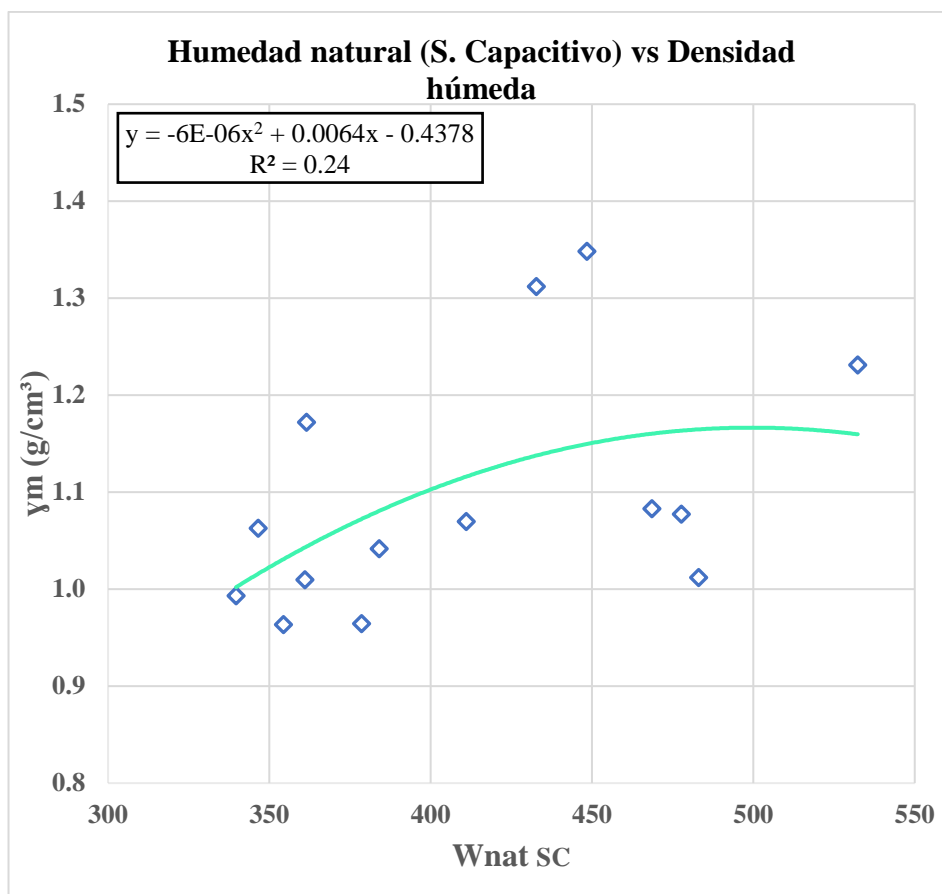
**Ecuación:**  $Gc = -0.0006(Wnat\ SC)^2 + 0.631(Wnat\ SC) - 112.91$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 31 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs el Porcentaje de Compactación presenta un valor de  $R^2 = 31\ %$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 30.24 a 84.59% para el Porcentaje de compactación y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 63.



**Fig. 64** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Densidad Húmeda.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

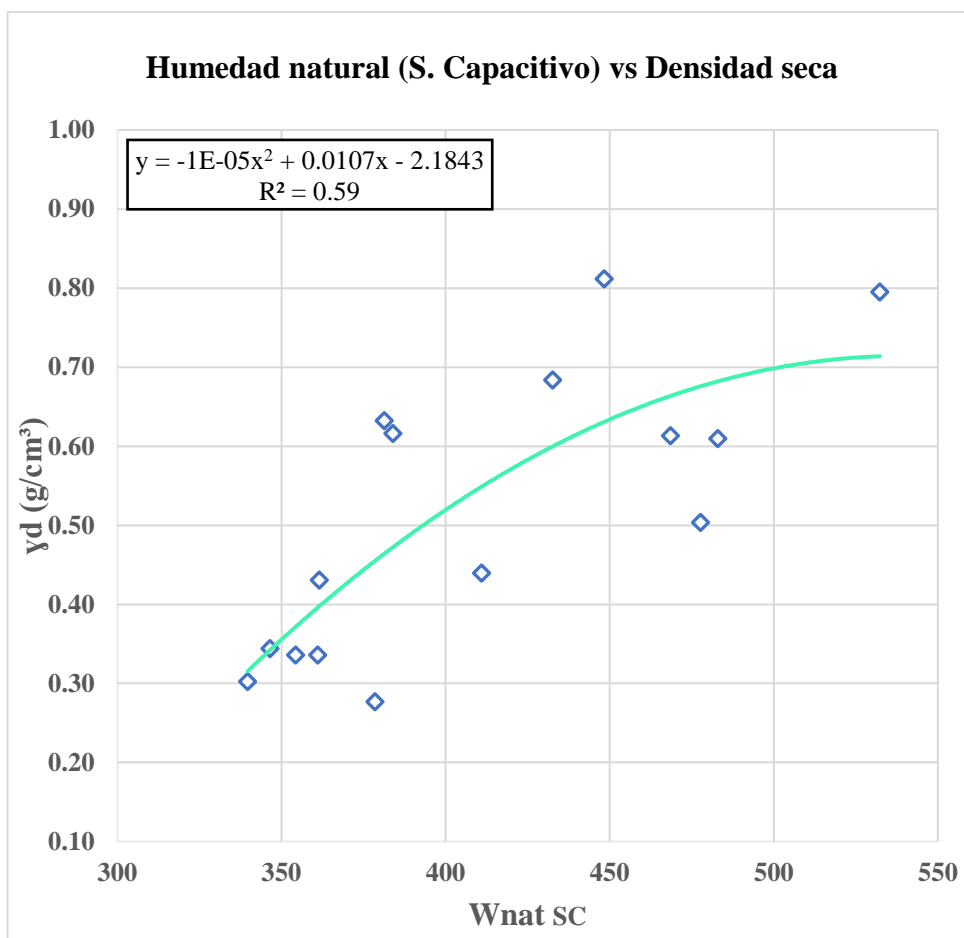
**Ecuación:**  $\gamma_m = -6E-06(Wnat\ SC)^2 + 0.0064(Wnat\ SC) - 0.4378$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 24 %

**Número de Muestras:** 14

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs la densidad húmeda presenta un valor de R<sup>2</sup> = 24 % lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 14 muestras con un rango de 0.963 a 1.494 gr/cm<sup>3</sup> para la Densidad Húmeda y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 64.



**Fig. 65** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Densidad Seca.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

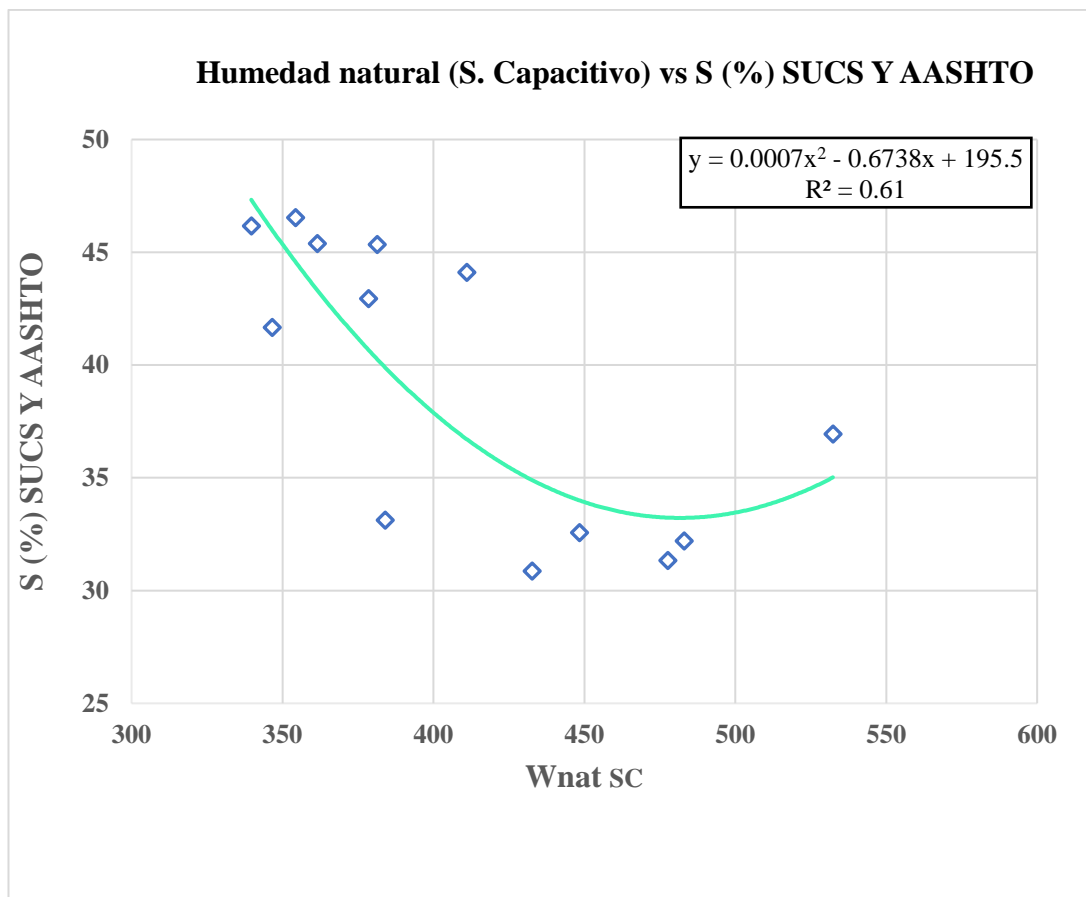
**Ecuación:**  $y_d = -1E-05(W_{nat\ SC})^2 - 0.0107(W_{nat\ SC}) - 2.1843$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 59 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs la Densidad Seca presenta un valor de  $R^2 = 59\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación regular mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 0.277 a 0.812 gr/cm<sup>3</sup> para la Densidad Seca y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 65.



**Fig. 66** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Porcentaje de Arena.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $S = 0.0007(Wnat\ SC)^2 - 0.6738(Wnat\ SC) + 195.5$

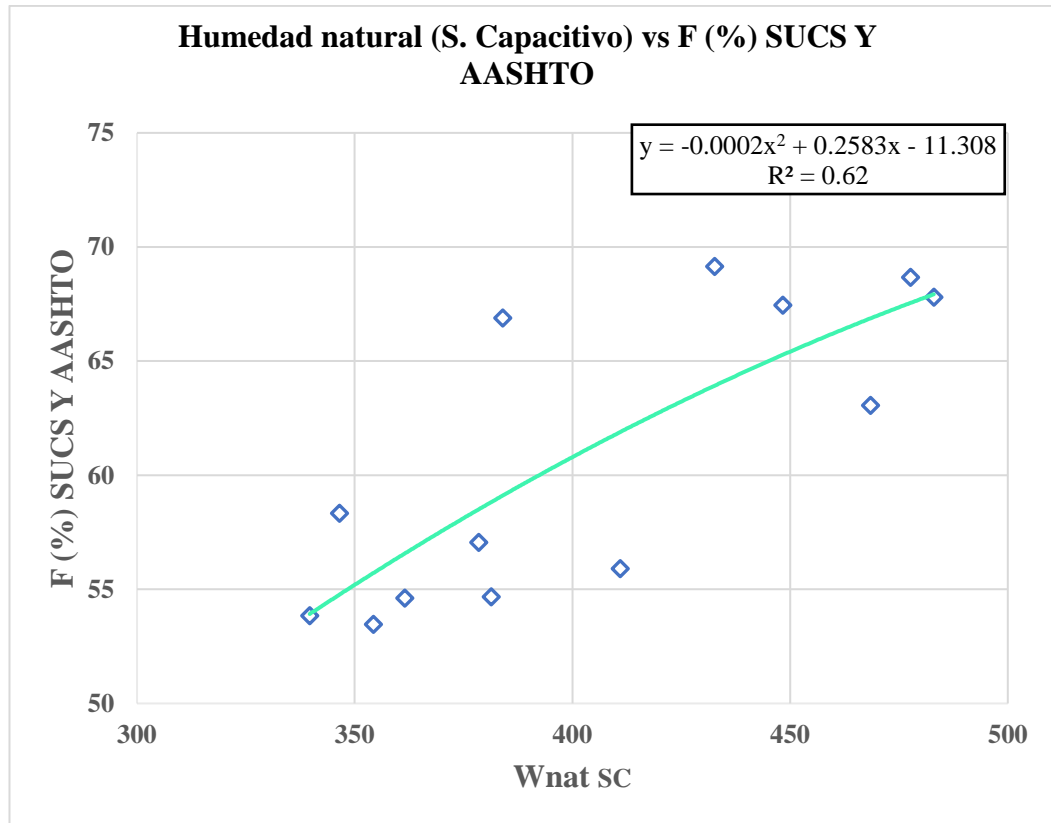
**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 61 %

**Número de Muestras:** 13

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs el Porcentaje de Arena presenta un valor de  $R^2 = 61\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación buena mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 13 muestras con un rango de 30.45 a 51.71% para el Porcentaje de arena y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento directamente proporcional. A medida que el porcentaje de arena aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo también aumentan, así como se muestra en la figura 66.





**Fig. 67** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Porcentaje de Suelos Finos

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

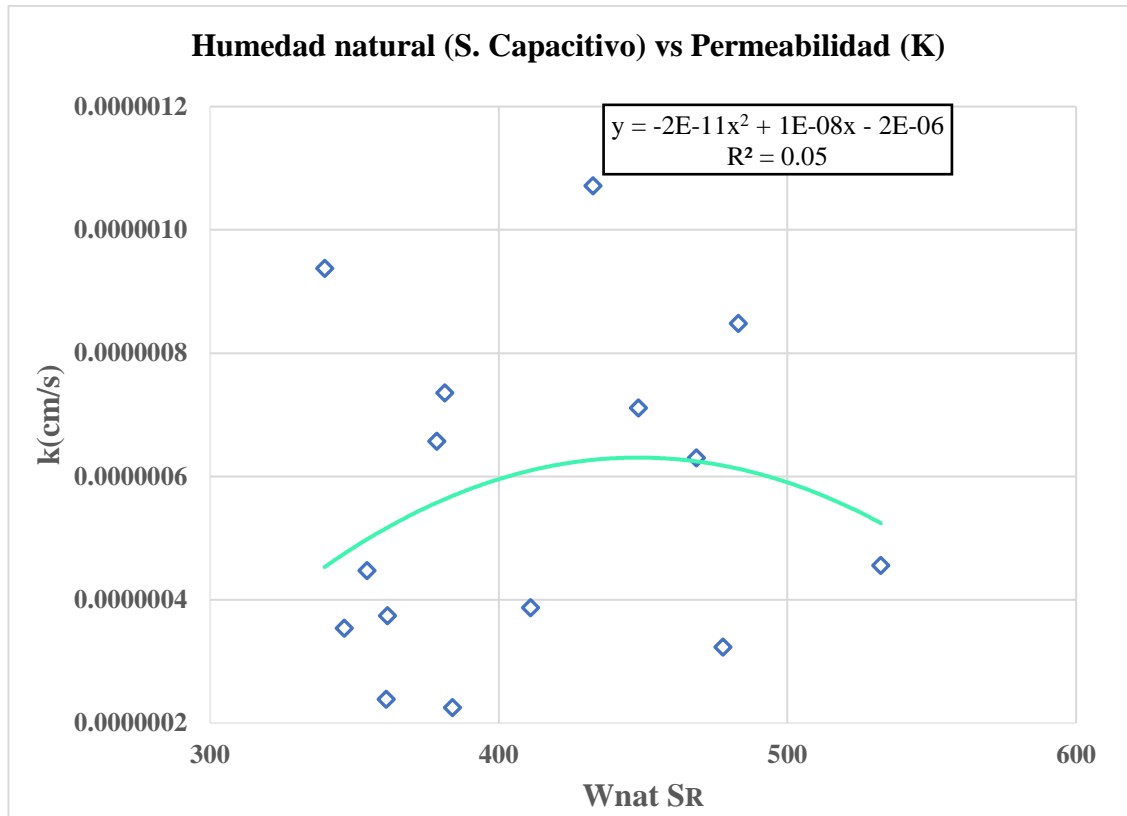
**Ecuación:**  $F = -0.0002(Wnat\ SC)^2 + 0.2583(Wnat\ SC) - 11.308$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 62 %

**Número de Muestras:** 13

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs el Porcentaje de Suelos Finos presenta un valor de  $R^2 = 62\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación buena mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 13 muestras con un rango de 48.29 a 69.55% para el Porcentaje de Suelos Finos y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento directamente proporcional. A medida que el porcentaje de arena aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo también aumentan, así como se muestra en la figura 67.



**Fig. 68** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Permeabilidad

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

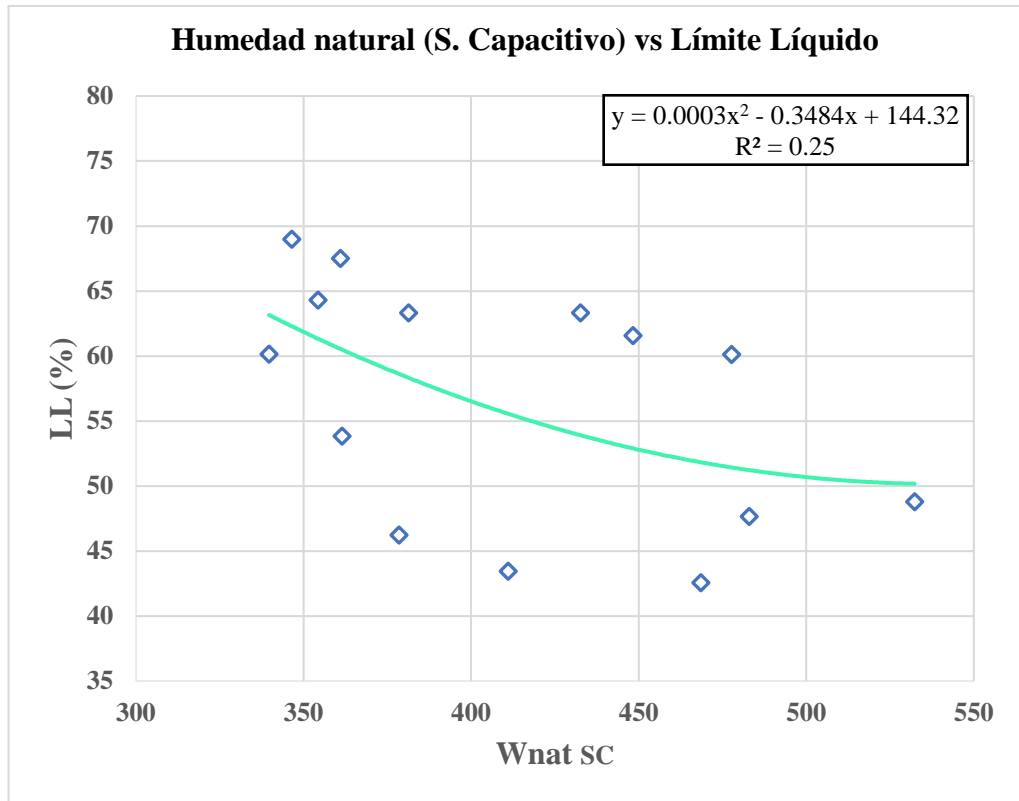
**Ecuación:**  $k = -2E-11(Wnat SC)^2 - 1E-08(Wnat SC) + 2E-06$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 05 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs la permeabilidad presenta un valor de  $R^2 = 05 \%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de  $2.25E-07$  a  $9.37E-07$  cm/s para la permeabilidad y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 68.



**Fig. 69** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Límite Líquido

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

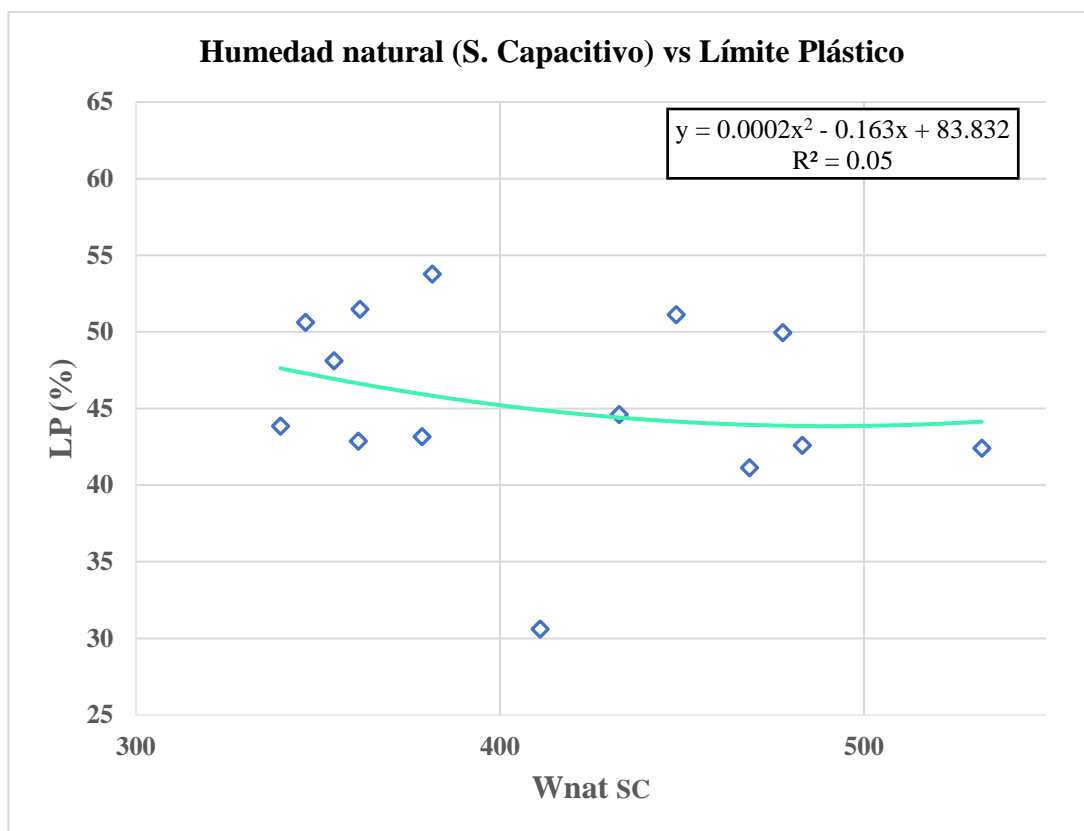
**Ecuación:**  $LI=0.0003(Wnat\ SC)^2 - 0.3484(Wnat\ SC) + 144.32$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 25 %

**Número de Muestras:** 14

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs el porcentaje de Límite Líquido presenta un valor de  $R^2 = 25\%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 14 muestras con un rango de 42.57 a 78.90 % para el límite líquido y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 69.



**Fig. 70.** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Límite Plástico

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

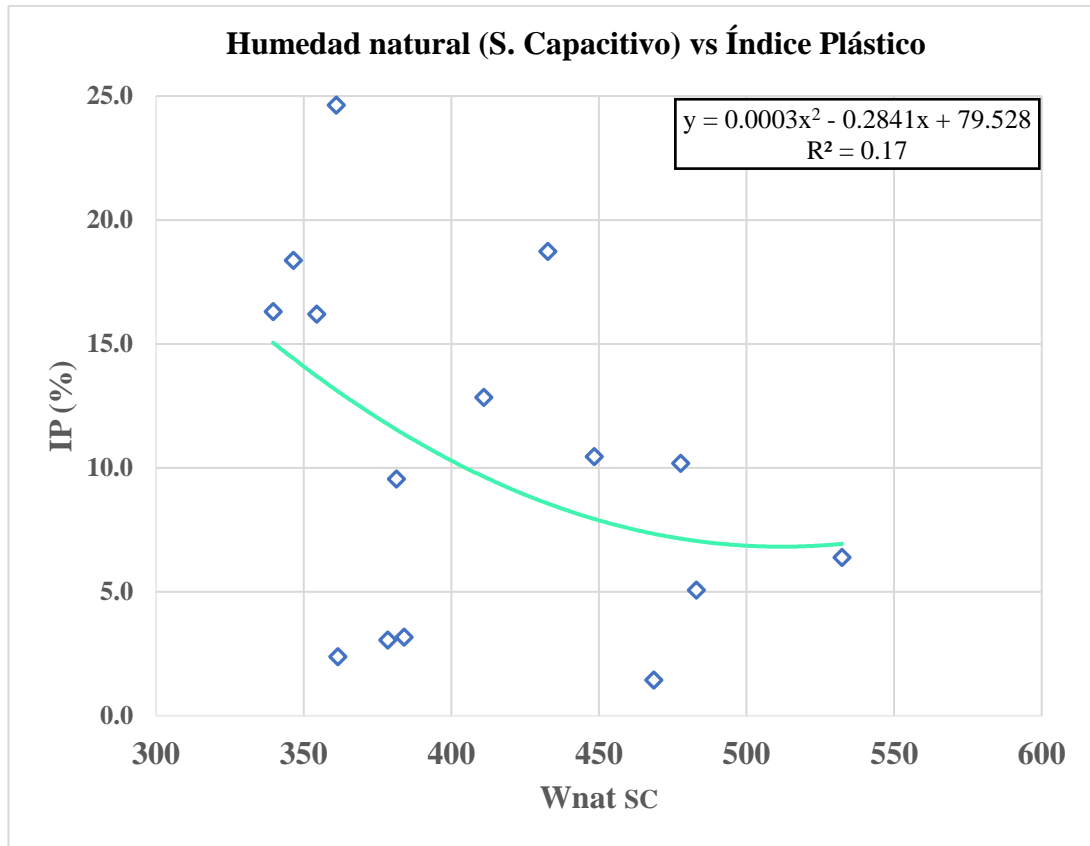
**Ecuación:**  $L_p = 0.0002(W_{nat\ SC})^2 - 0.163(W_{nat\ SC}) + 83.832$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 05 %

**Número de Muestras:** 14

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs el porcentaje de Límite Plástico presenta un valor de  $R^2 = 05\ %$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 14 muestras con un rango de 30.60 a 75.73 % para el límite plástico y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 70.



**Fig. 71** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Índice plástico

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

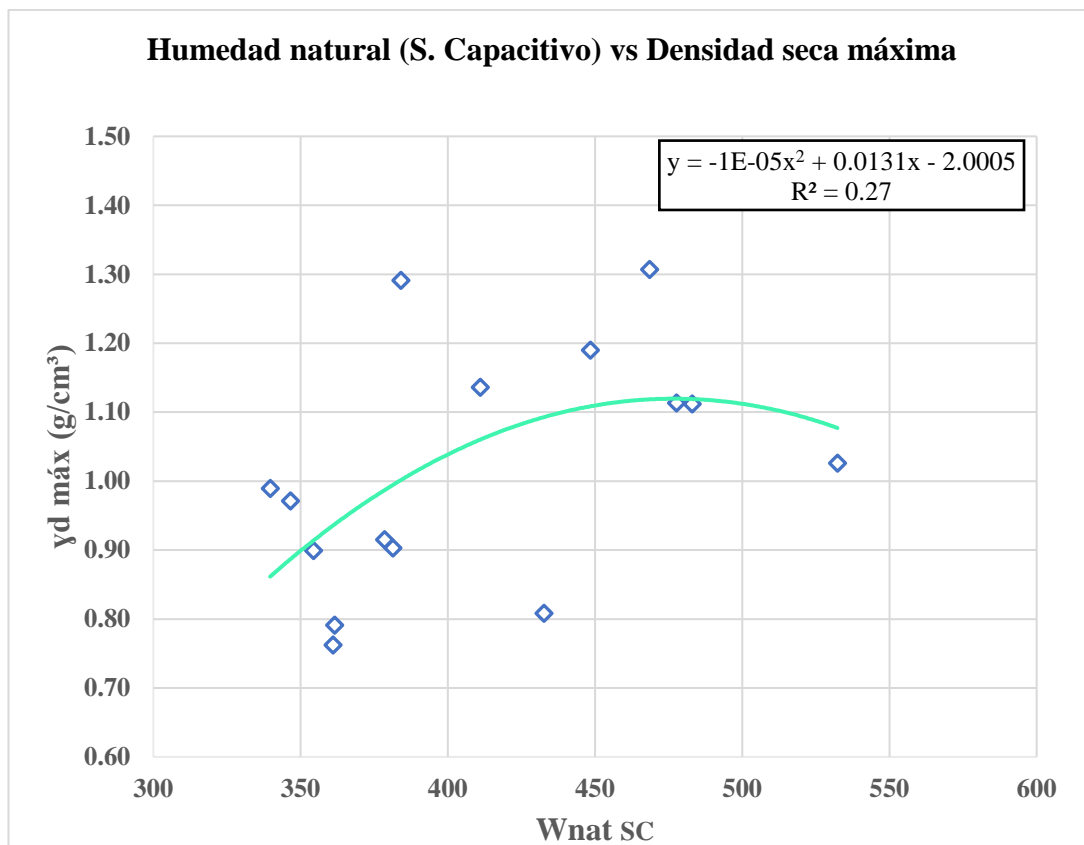
**Ecuación:**  $Ip = 0.0003(Wnat\ SC)^2 - 0.2841(Wnat\ SC) - 79.528$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 17 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs el porcentaje del Índice plástico presenta un valor de  $R^2 = 17\ %$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 1.44 a 18.73 % para el índice plástico y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 71.



**Fig. 72** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Densidad Seca Máxima

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

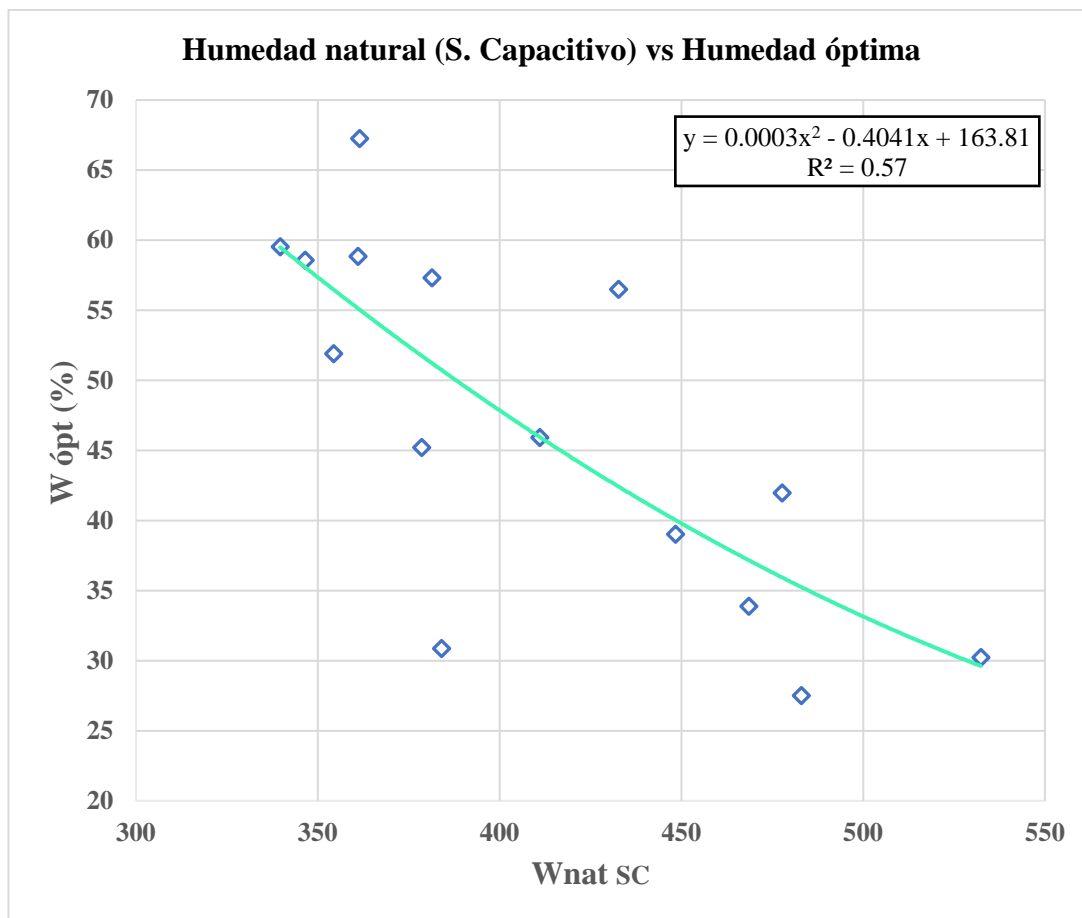
**Ecuación:**  $yd\ max = -1E-05(Wnat\ SC)^2 + 0.0131(Wnat\ SC) - 2.0005$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 27 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs el porcentaje de la Densidad Seca Máxima presenta un valor de  $R^2 = 27\ %$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 0.762 a 1.307 g/cm<sup>3</sup> para la densidad seca máxima y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 72.



**Fig. 73** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Humedad Óptima

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

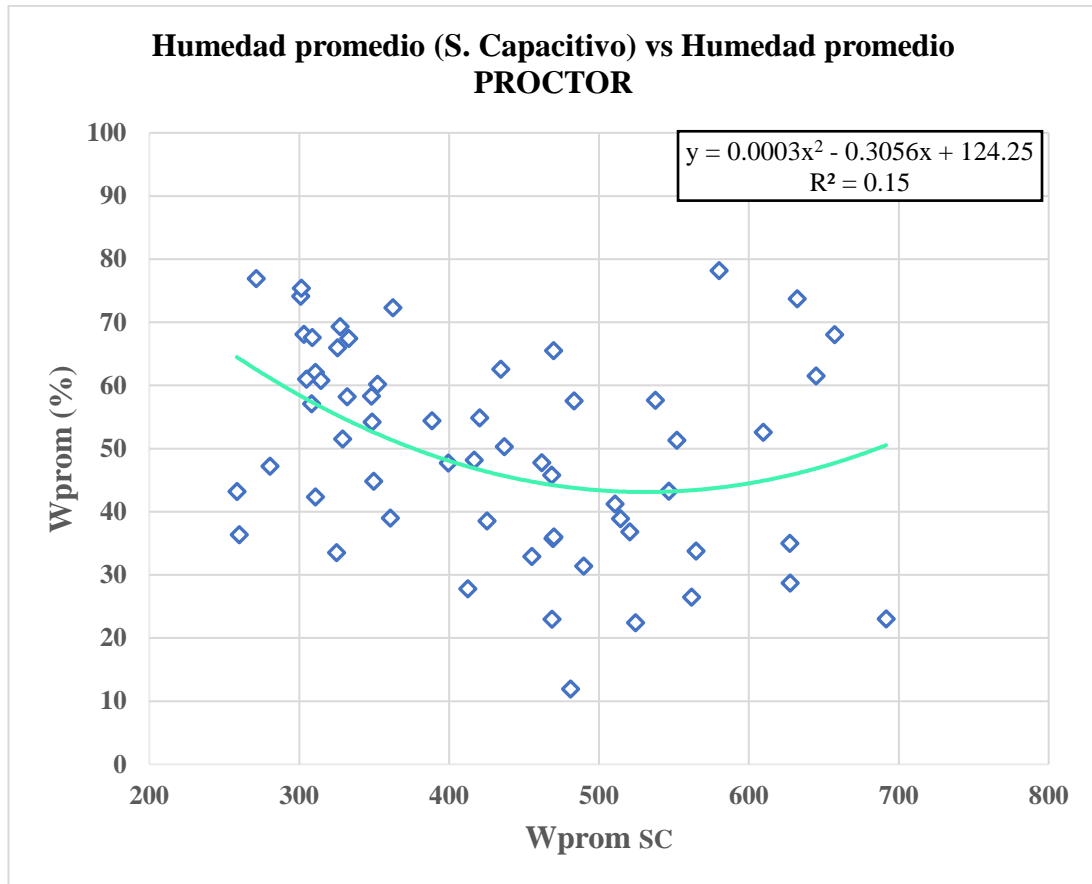
**Ecuación:**  $W \text{ ópt} = 0.0003(Wnat \text{ SC})^2 - 0.4041(Wnat \text{ SC}) + 163.81$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 57 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Resistivo) vs la humedad óptima presenta un valor de  $R^2 = 57 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación regular mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 27.51 a 67.24 % para el Porcentaje de Humedad Óptima y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 73.



**Fig. 74** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio Proctor

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $W_{prom} = 0.0003(W_{nat\ SC})^2 - 0.3056(W_{nat\ SC}) + 124.25$

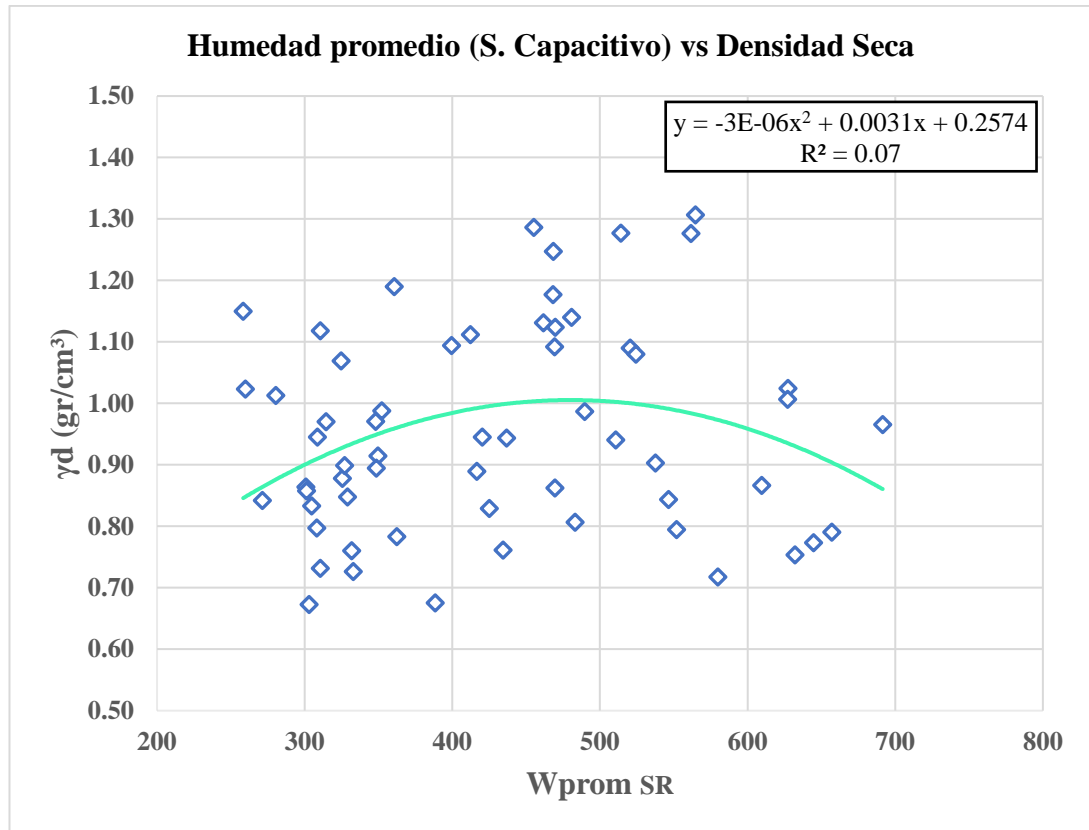
**Factor  $R^2$  de Correlación:** 15 %

**Número de Muestras:** 60

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs la Humedad Promedio presenta un valor de  $R^2 = 15\%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 60 muestras con un rango de 11.89 a 78.19 % para el Porcentaje de Humedad Promedio y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 74.





**Fig. 75** Correlación Humedad Natural Sensor Capacitivo vs Densidad Seca Máxima Promedio

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

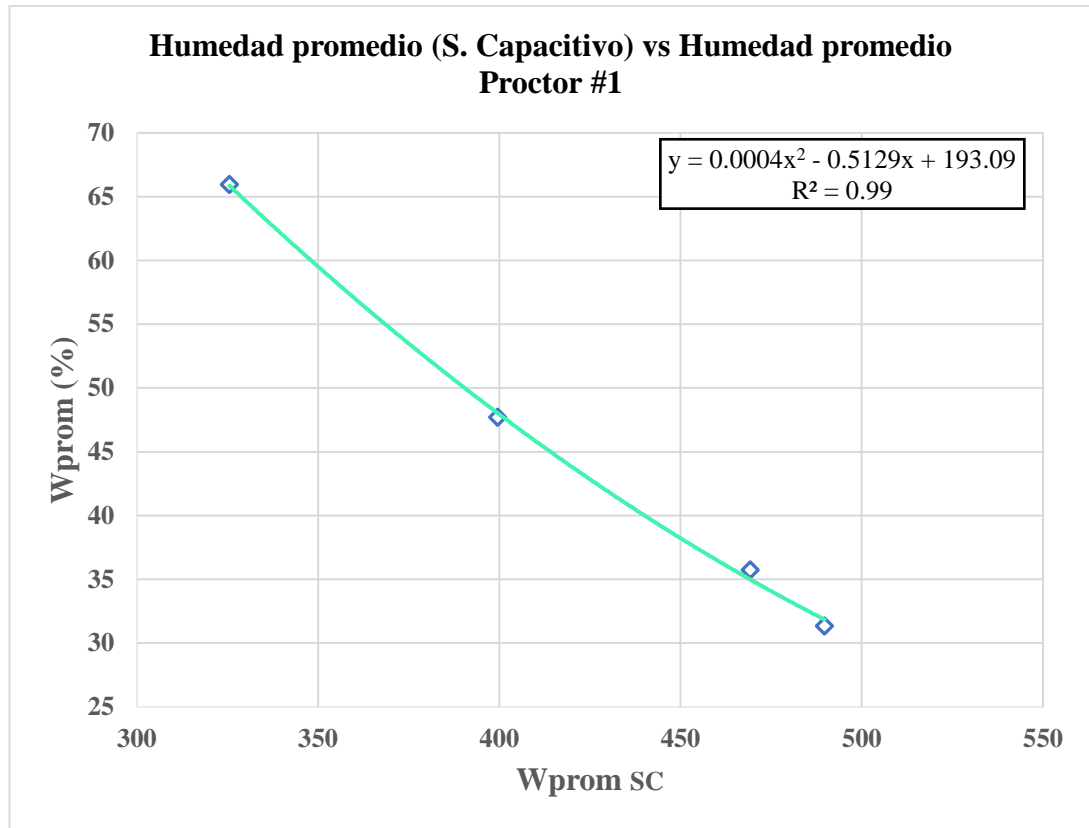
**Ecuación:**  $\gamma_d \text{ prom} = 3\text{E-}06(\text{Wnat SC})^2 + 0.0031(\text{Wnat SC}) + 0.2574$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 07 %

**Número de Muestras:** 60

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs el porcentaje de la Densidad Seca Promedio presenta un valor de  $R^2 = 07 \%$  lo cual en la tabla XIII no entra en ningún rango, por lo que se puede decir que la correlación es mala mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 60 muestras con un rango de 0.67 a 1.31 g/cm<sup>3</sup> para la Densidad Seca Promedio y con un rango de 339.67 a 532.33 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento irregular. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 75.



**Fig. 76** Correlación Humedad Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio Proctor #1

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

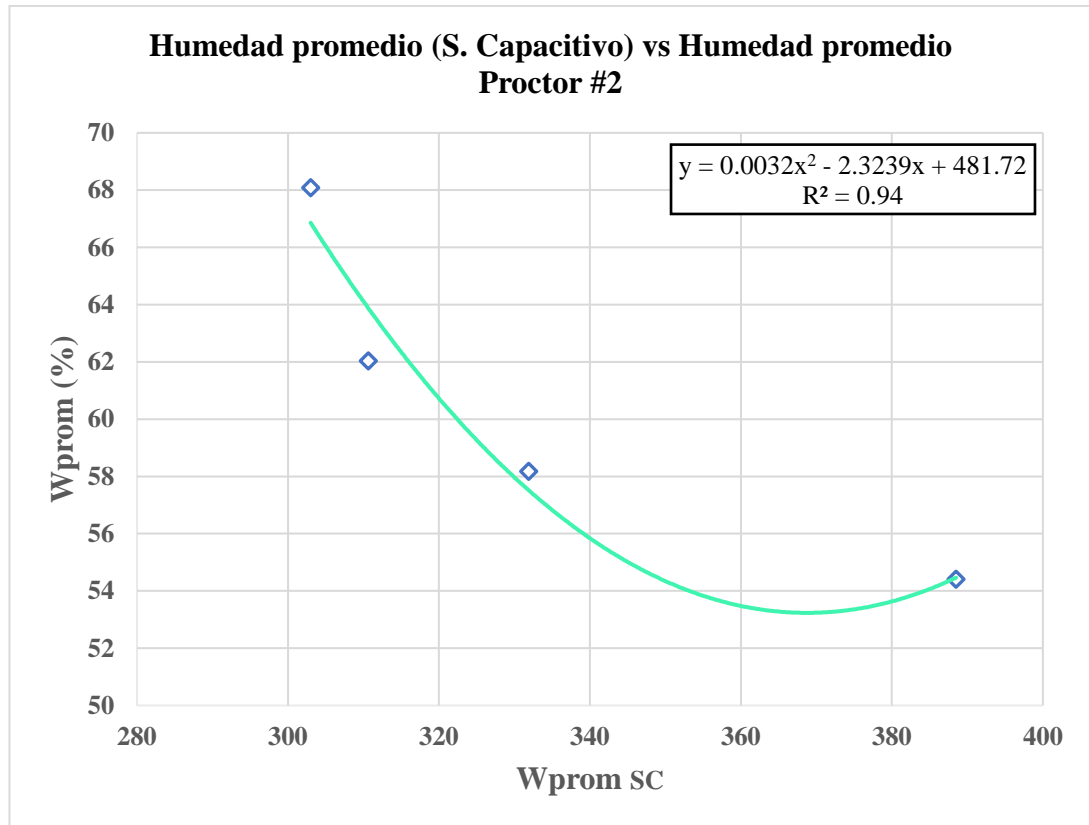
**Ecuación:**  $W \text{ prom } 1 = 0.0004(W_{nat} \text{ SC})^2 - 0.5129(W_{nat} \text{ SC}) - 193.09$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 99 %

**Número de Muestras:** 4

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs Humedad promedio del Proctor #1 presenta un valor de  $R^2 = 99 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación excelente mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 4 muestras con un rango de 31.35 a 65.95% para la Humedad Promedio Proctor #1 y con un rango de 325.50 a 489.75 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad Promedio del Proctor #1 aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo descienden, así como se muestra en la figura 76.



**Fig. 77** Correlación Humedad Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio Proctor #2

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

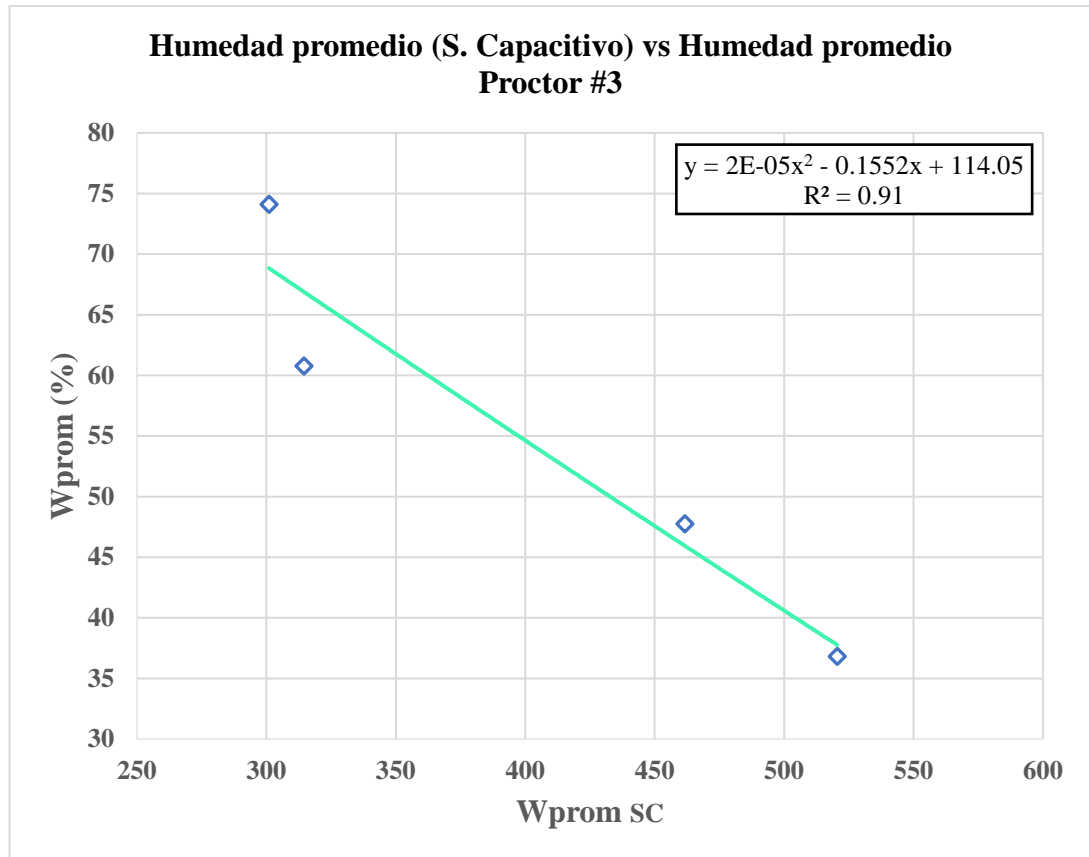
**Ecuación:**  $W \text{ prom } 2 = 0.0032(W_{\text{nat SC}})^2 - 2.3239(W_{\text{nat SC}}) + 481.72$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 94 %

**Número de Muestras:** 4

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs Humedad Promedio del Proctor #2 presenta un valor de  $R^2 = 94 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación aceptable mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 4 muestras con un rango de 54.40 a 68.09 % para la Humedad Promedio Proctor #1 y con un rango de 303.00 a 388.50 de la Humedad natural (Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad Promedio del Proctor #2 aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo descienden, así como se muestra en la figura 77.



**Fig. 78** Correlación Humedad Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio Proctor #3

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $W_{prom\ 3} = 2E-05(W_{nat\ SC})^2 - 0.1552(W_{nat\ SC}) + 114.05$

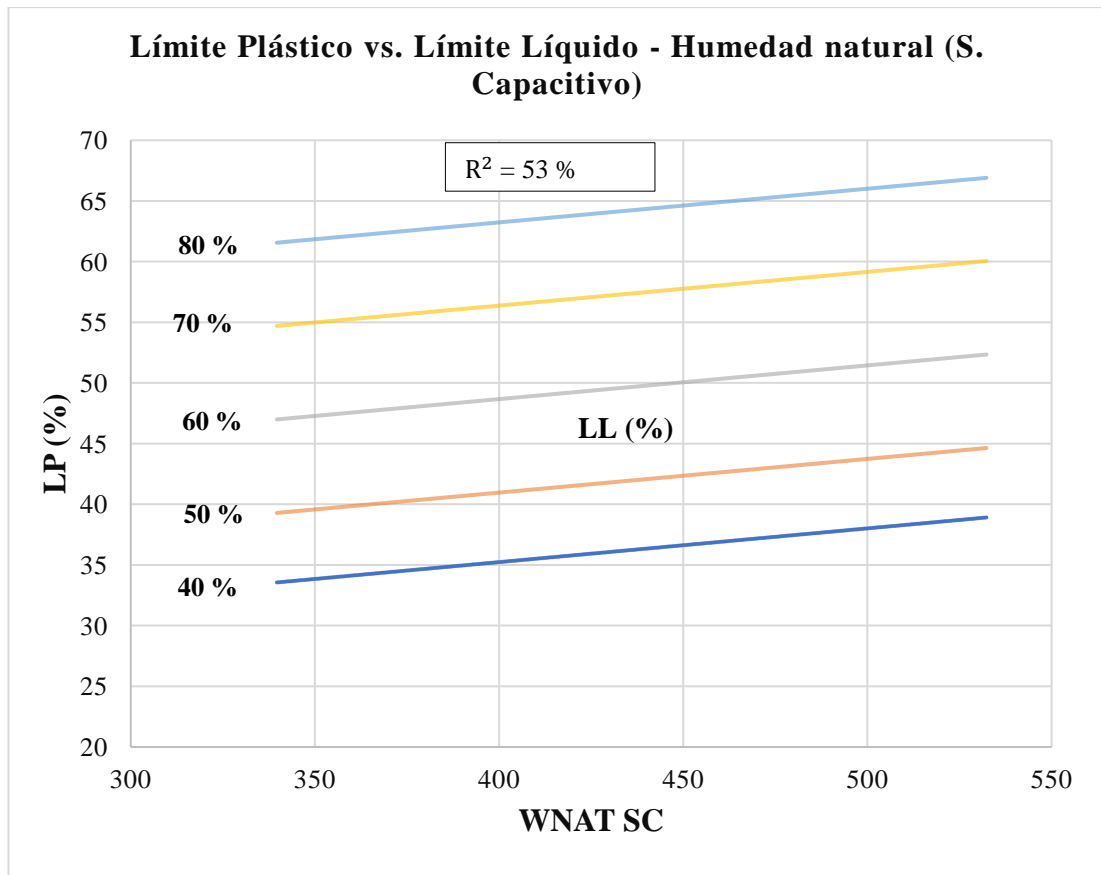
**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 91 %

**Número de Muestras:** 4

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre Humedad natural (S. Capacitivo) vs Humedad Promedio del Proctor #3 presenta un valor de  $R^2 = 91\ %$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación excelente mediante la correlación simple polinómica. Para el análisis de la correlación simple polinómica se usó 4 muestras con un rango de 36.82 a 74.10% para la Humedad Promedio Proctor #1 y con un rango de 301.00 a 520.54 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad Promedio del Proctor #3 aumenta, los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo descienden, así como se muestra en la figura 78.

### 3.1.5.4. Correlaciones Múltiples Sensor Capacitivo.



**Fig. 79** Correlación Límite Plástico vs Límite Líquido - Humedad Natural Sensor Capacitivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

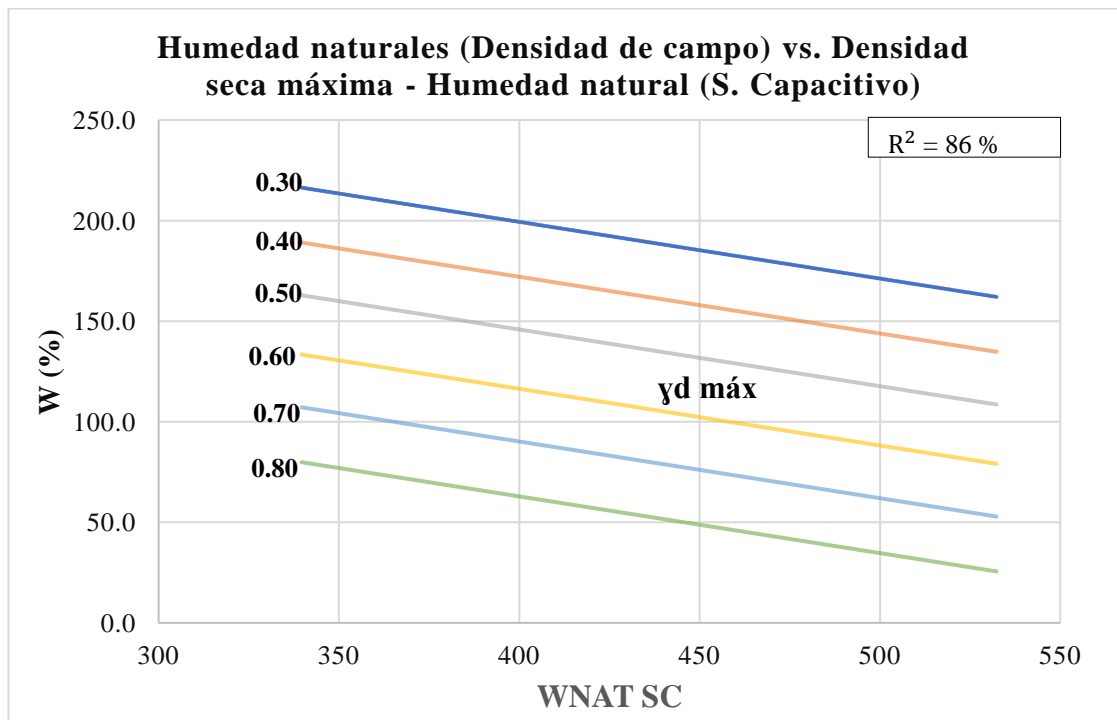
**Ecuación:**  $Lp = -8.670206 + 0.02777*(Wnat SC) + 0.7705507*LI$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 53 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre el Límite Líquido vs Límite plástico y la Humedad natural (S. Capacitivo) presenta un valor de  $R^2 = 53\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Regular mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 30.60 a 75.73 % para el Límite Plástico, con un rango de 42.57 a 78.90 % para el Límite Líquido y con un rango de 339.50 a 532.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 79.



**Fig. 80** Correlación Humedad (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor Capacitivo - Densidad Seca

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

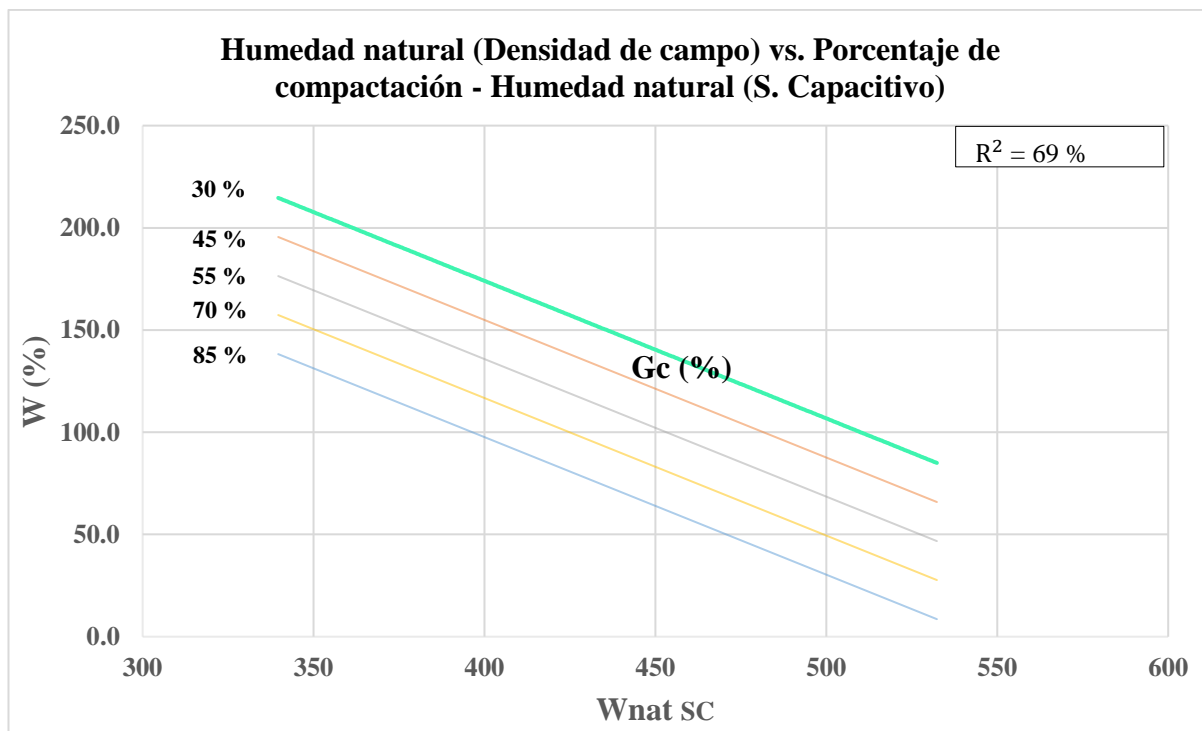
**Ecuación:**  $W = 394.08083 - 0.2819*(Wnat SC) - 273.027*(yd max)$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 86 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Gravimétrica vs Humedad Natural Sensor Capacitivo y la Densidad Seca presenta un valor de  $R^2 = 86\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Aceptable mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la humedad gravimétrica, con un rango de 0.28 a 0.81 g/cm<sup>3</sup> para la densidad seca y con un rango de 339.50 a 532.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad gravimétrica aumenta, los valores de densidad seca y los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo descienden, así como se muestra en la figura 80.



**Fig. 81** Correlación Humedad (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Compactación - Humedad Natural Sensor Capacitivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

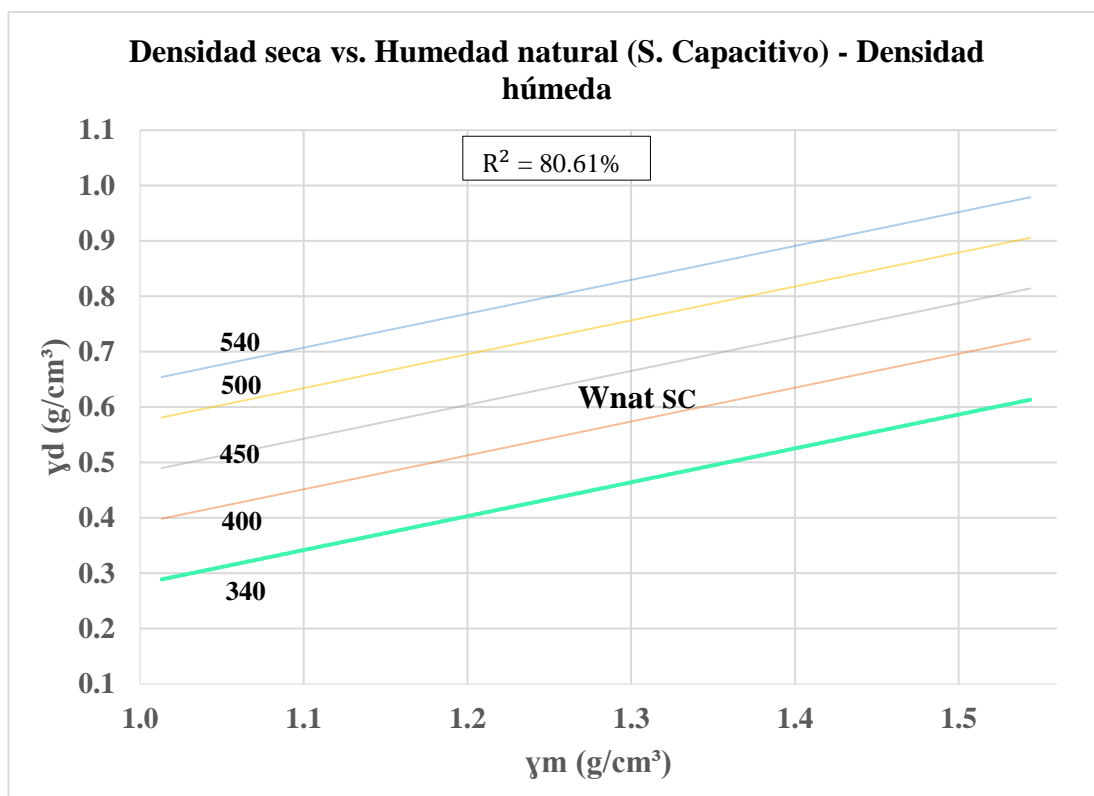
**Ecuación:**  $W = 485.7142 - 0.6728415 \cdot (Wnat\ SC) - 1.4061071 \cdot (Gc)$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 69 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Compactación y la Humedad Natural Sensor Capacitivo presenta un valor de  $R^2 = 69\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Buena mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la humedad natural (densidad de campo), con un rango de 30.24 a 84.59 % para el porcentaje de compactación y con un rango de 339.50 a 532.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la Humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores del porcentaje de compactación y los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo descienden, así como se muestra en la figura 81.



**Fig. 82** Correlación Densidad Seca vs Humedad Natural Sensor Capacitivo - Densidad Húmeda

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $\gamma_d = -0.214963 + 0.611598 * (\gamma_m) + 0.0018272 * (W_{nat\ SC})$

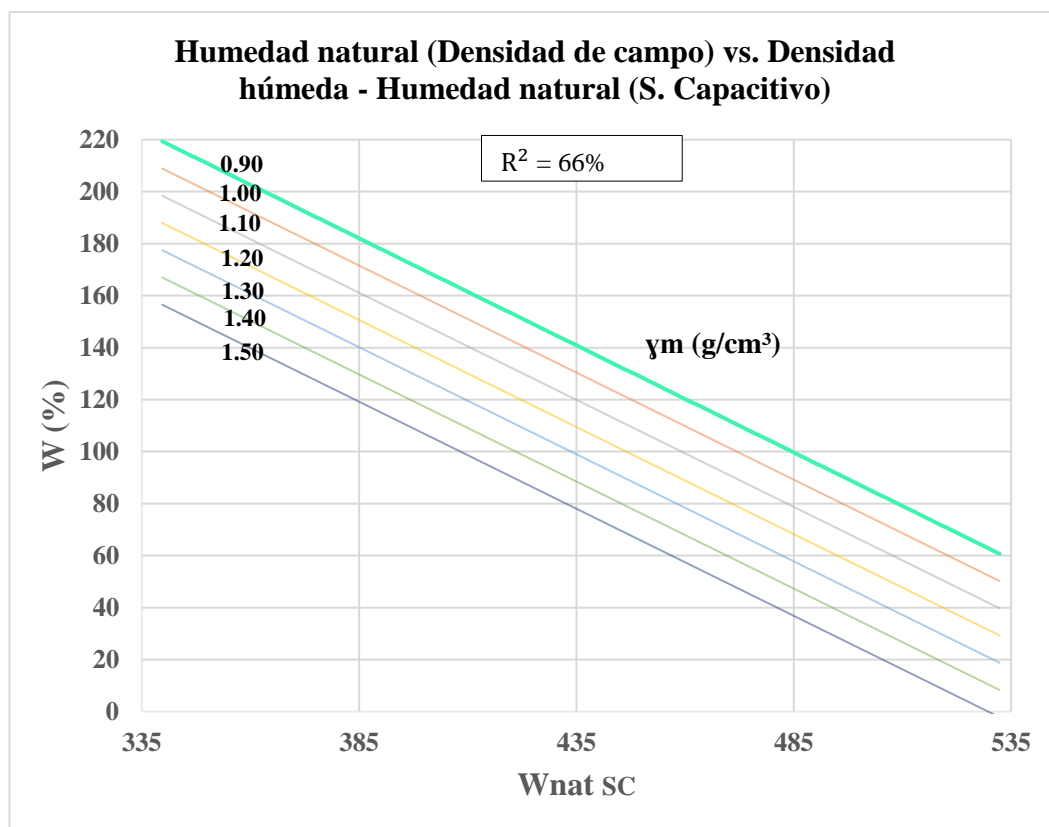
**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 80 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Densidad Seca vs la Humedad Natural Sensor Capacitivo y la Densidad Húmeda presenta un valor de  $R^2 = 80.61\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Aceptable mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 0.28 a 0.81 g/cm<sup>3</sup> para la densidad seca, con un rango de 0.96 a 1.49 g/cm<sup>3</sup> para la densidad húmeda y con un rango de 339.50 a 532.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento directamente proporcional. A medida que la densidad seca aumenta, los valores de densidad húmeda y los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo aumentan, así como se muestra en la figura 82.





**Fig. 83** Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Densidad Húmeda - Humedad Natural Sensor Capacitivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

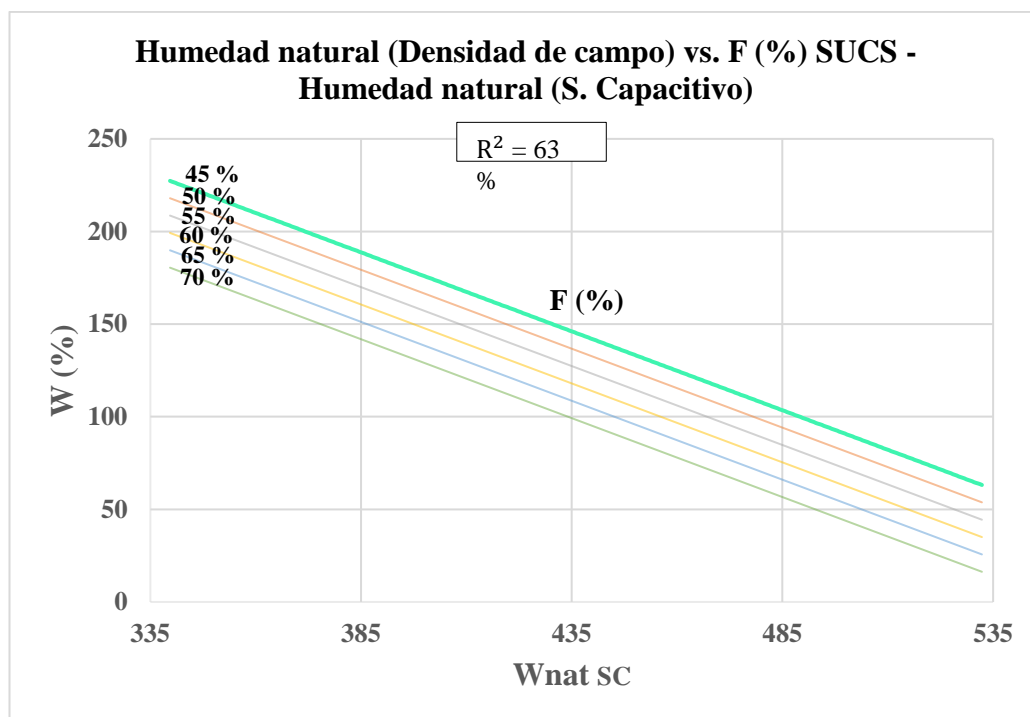
**Ecuación:**  $W = 593.39 - 0.8236 \cdot (Wnat \text{ SC}) - 104.7483 \cdot (\gamma_m)$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 66 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de campo) vs la Densidad Húmeda y la Humedad Natural Sensor Capacitivo presenta un valor de  $R^2 = 66\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Buena mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la Humedad Natural (Densidad de Campo), con un rango de 0.96 a 1.49 g/cm<sup>3</sup> para la densidad húmeda y con un rango de 339.50 a 532.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores de densidad húmeda y los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo disminuyen, así como se muestra en la figura 83.



**Fig. 84** Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Porcentaje de Finos - Humedad Natural Sensor Capacitivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

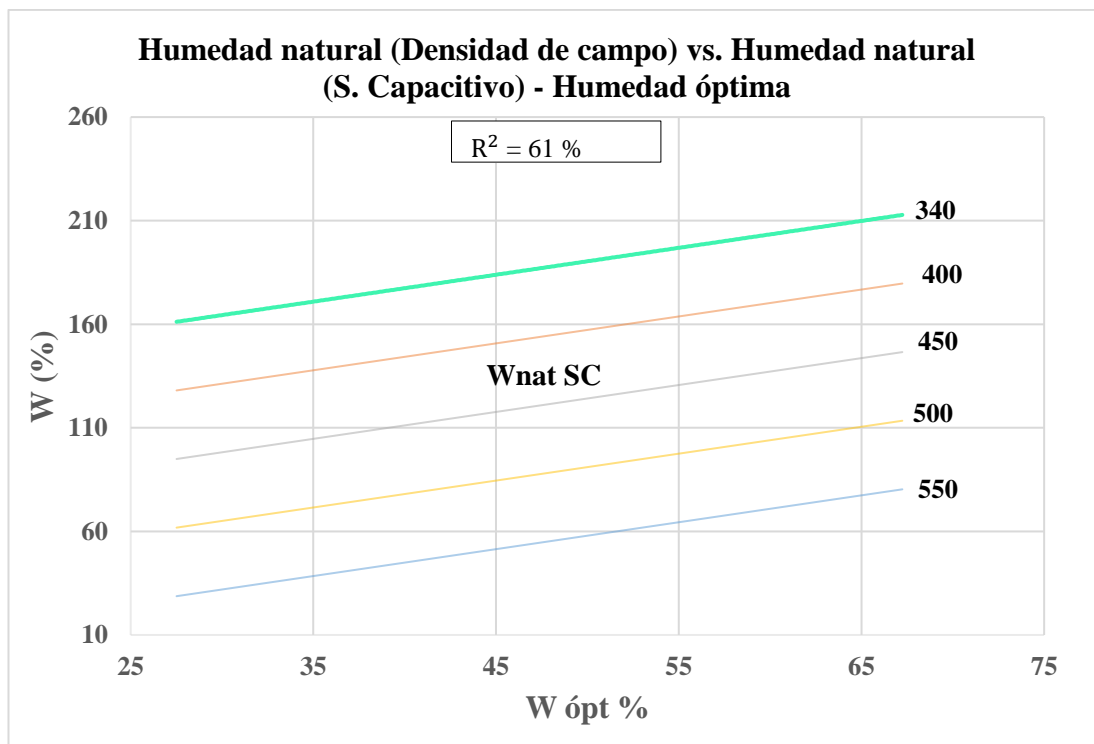
**Ecuación:**  $W = 601.15 - 0.8521932 * (Wnat\ SC) - 1.8746 * (F)$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 63 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de campo) vs el Porcentaje de Suelos Finos y la Humedad Natural Sensor Capacitivo presenta un valor de  $R^2 = 63\ %$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Buena mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la Humedad Natural (Densidad de Campo), con un rango de 48.29 a 69.55 % para el porcentaje de Suelos Finos y con un rango de 339.50 a 532.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento Inversamente proporcional. A medida que la humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores del porcentaje de suelos finos y los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo disminuyen, así como se muestra en la figura 84.



**Fig. 85** Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor Capacitivo – Humedad Óptima

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

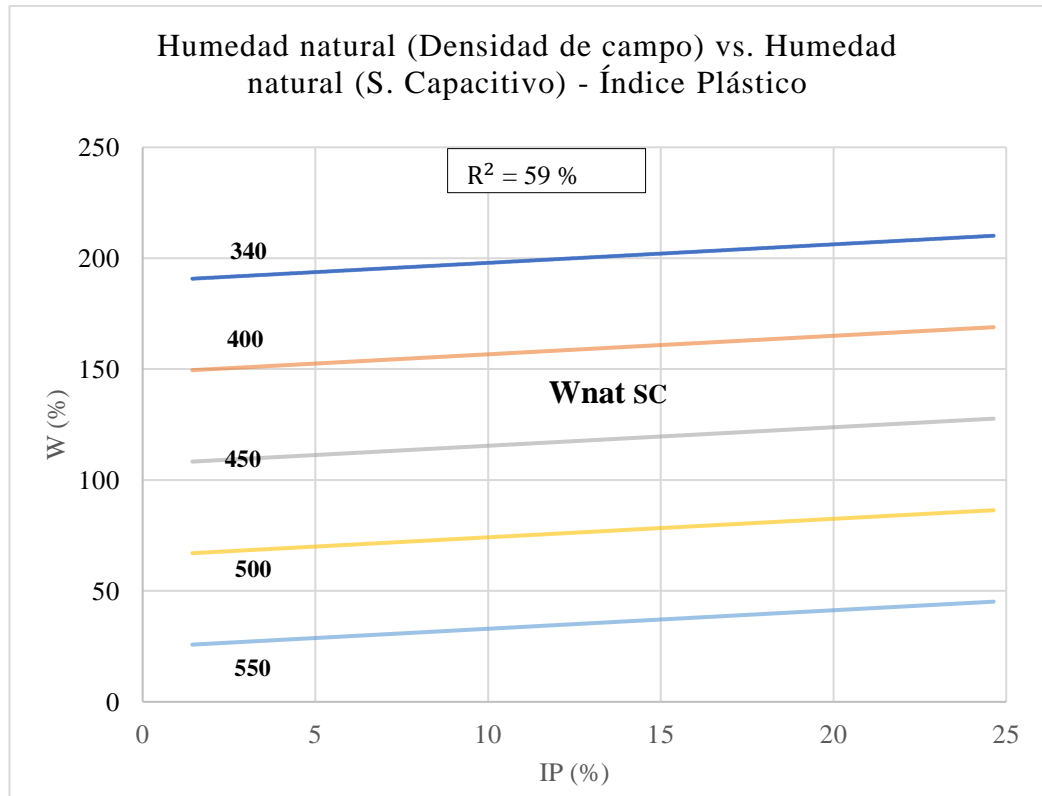
**Ecuación:**  $W = 358.94 + 1.2988*(W \text{ ópt}) - 0.6875*(W_{nat} \text{ SC})$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 61 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de campo) vs la Humedad Natural Sensor Resistivo y la Humedad Óptima presenta un valor de  $R^2 = 61.93 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Buena mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la Humedad Natural (Densidad de Campo), con un rango de 339.50 a 532.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo) y con un rango de 27.51 a 67.24 % de Humedad Óptima.

Los datos analizados denotan un comportamiento inversamente proporcional. A medida que la humedad natural (densidad de campo) aumenta, los valores de la humedad óptima y los valores proporcionados por el sensor electrónico capacitivo disminuyen, así como se muestra en la figura 85.



**Fig. 86** Correlación Humedad Natural (Densidad de Campo) vs Humedad Natural Sensor Capacitivo – Índice Plástico

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

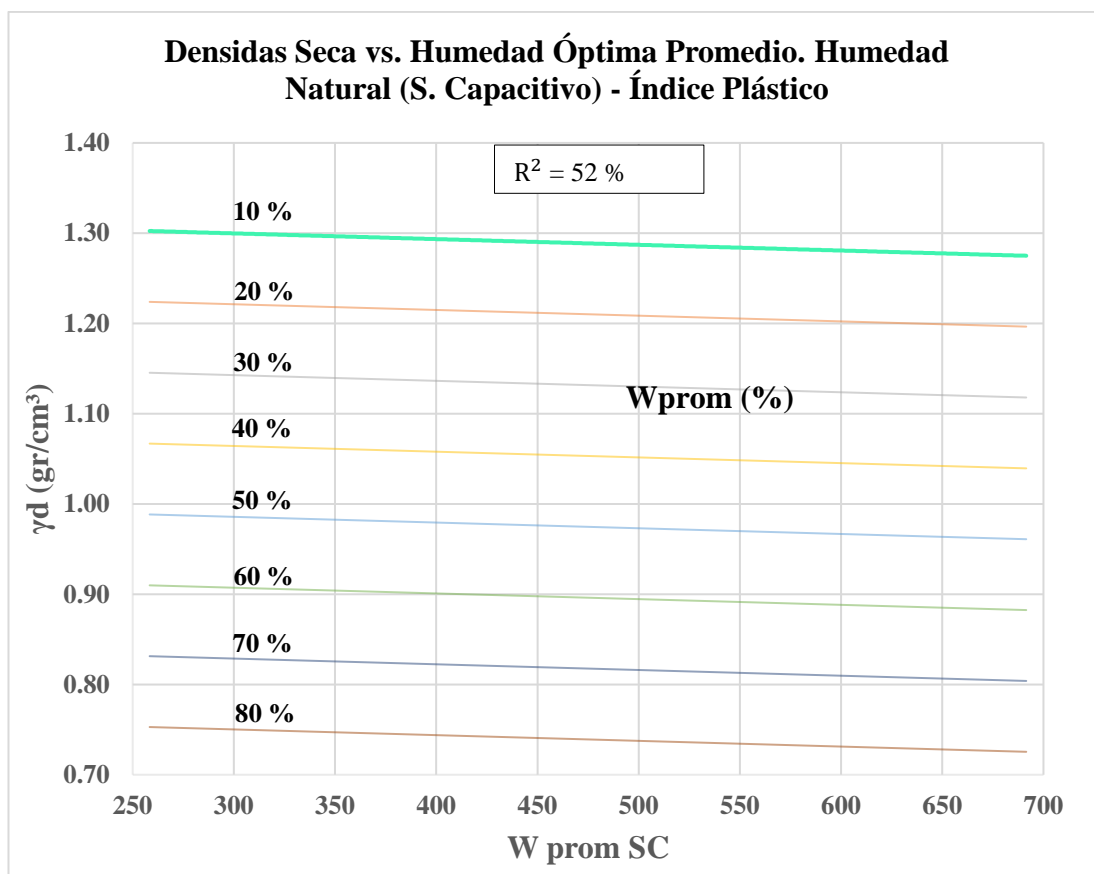
**Ecuación:**  $W = 480.41 + 0.8344*(IP) - 0.8562*(Wnat SC)$

**Factor  $R^2$  de Correlación:** 59 %

**Número de Muestras:** 15

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Humedad Natural (Densidad de campo) vs la Humedad Natural Sensor Capacitivo y el Índice Plástico presenta un valor de  $R^2 = 59\%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Regular mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 15 muestras con un rango de 54.84 a 248.60 % para la Humedad Natural (Densidad de Campo), con un rango de 339.50 a 532.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo) y con un rango de 1.44 a 24.64 % de Índice Plástico.

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 86.



**Fig. 87** Correlación Densidad Seca vs Humedad Natural Sensor Capacitivo – Humedad Promedio Sensor Resistivo

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Ecuación:**  $\gamma_d = 1.4330675 - 0.0001871*(W \text{ prom SC}) - 0.0079921*(W \text{ prom})$

**Factor R<sup>2</sup> de Correlación:** 52 %

**Número de Muestras:** 60

**Análisis e interpretación:** La correlación realizada entre la Densidad Seca vs Humedad óptima Promedio y la Humedad natural (S. Capacitivo) presenta un valor de  $R^2 = 52 \%$  lo cual en la tabla XIII describe una correlación Regular mediante la correlación múltiple polinómica. Para el análisis de la correlación múltiple polinómica se usó 60 muestras con un rango de 0.67 a 1.31 g/cm<sup>3</sup> para la Densidad Seca, con un rango de 11.89 a 78.19 % para la Humedad Óptima Promedio y con un rango de 258.38 a 691.50 de la Humedad natural (S. Capacitivo).

Los datos analizados denotan un comportamiento anormal. Los resultados mostrados no tienen un comportamiento definido, así como se muestra en la figura 89.

### 3.1. Verificación de Hipótesis

Al analizar las correlaciones desarrolladas con 15 muestras extraídas en campo, se obtuvieron valores tanto altos como bajos en los coeficientes de correlación R, estos coeficientes expresan un nivel de confiabilidad excelentes como regulares en ciertas correlaciones. Mediante el análisis e interpretación de los resultados obtenidos es favorable la utilización de las ecuaciones obtenidas. Por medio de los sensores capacitivos y resistivos se obtuvieron los valores de propiedades mecánicas e índice del suelo, además se obtuvo los valores de humedad gravimétrica.

En el caso dado de no disponer de equipos de laboratorio, los sensores electrónicos resultan una buena opción para obtener dichos valores, además que ayudan con la optimización de tiempo dentro de un rango óptimo en cuanto a la similitud de resultados.

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** La utilización de sensores electrónicos (capacitivo y resistivo) no influyen en la optimización de tiempo y exactitud de resultados en ensayos para determinar el contenido de humedad natural del suelo.

**Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>):** La utilización de sensores electrónicos (capacitivo y resistivo) influyen en la optimización de tiempo y exactitud de resultados en ensayos para determinar el contenido de humedad natural del suelo.

La hipótesis alternativa planteada, al poseer coeficientes de correlación variados, considera valores muy aproximados como valores lejanos en el análisis.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Mediante la comparación realizada a partir de 15 muestras entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos, se concluye que el sensor resistivo proporciona un coeficiente de correlación excelente, con un valor de  $R^2 = 94 \%$ , para un rango de trabajo de 566.50 a 924.33, mientras que el sensor capacitivo proporciona un coeficiente de correlación bueno, con un valor de  $R^2 = 70 \%$  para un rango de trabajo de 339.67 a 532.33 en sus lecturas en campo.
- Mediante el uso de sensores electrónicos (capacitivo y resistivo) se determinó la humedad natural en suelos finos del cantón Pastaza, se usó una base de datos de aproximadamente 90 lecturas, y se utilizó un rango de tabulación mediante el método de desviación estándar para todas las muestras ensayadas.
- Se determinó la humedad gravimétrica, densidad in situ, granulometría, límites de Atterberg, permeabilidad, humedad óptima y densidad seca máxima de las muestras de suelos finos, obteniéndose curvas de tendencia polinómica de segundo grado en el 100% de correlaciones realizadas, esto demuestra que ambos sensores se acoplan de manera excelente a las ecuaciones de segundo grado ( $ax^2+bx+c=0$ ).
- Se determinó mediante el ensayo de compactación Proctor Modificado Tipo B que el sensor resistivo tarda un rango de 7 a 13 segundos hasta estabilizarse para la toma de lecturas mientras que el sensor capacitivo tarda 4 segundos en estabilizarse y dar la lectura correspondiente de la muestra ensayada.
- Al comparar los resultados brindados en la determinación de la humedad gravimétrica por los sensores electrónicos se concluye que el sensor resistivo brinda mayor confiabilidad ya que presenta un valor de  $R^2 = 94 \%$ , en cambio el sensor capacitivo presenta un valor de  $R^2 = 70 \%$  el cual es inferior.

- Al comparar los resultados brindados en la determinación de la humedad óptima en el ensayo Proctor modificado tipo B se concluye que los sensores electrónicos tanto capacitivo como resistivo brindan resultados excelentes con valores de  $R^2$  mayores al 90 % en la mayoría de las muestras ensayadas.
- Al analizar las correlaciones múltiples del sensor resistivo se puede concluir que la mayoría de los porcentajes de  $R^2$  son mayores al 90 % por lo cual resulta excelente y muy confiable su utilización.
- Al analizar las correlaciones múltiples del sensor capacitivo se puede concluir que la mayoría de los porcentajes de  $R^2$  son mayores al 60 % por lo cual resulta buena y confiable su utilización.
- Se concluye que la humedad determinada por sensores electrónicos (con muestras de 4 hasta 60 lecturas) y la humedad gravimétrica obtenida mediante ensayos de laboratorio proporcionan excelentes coeficientes de correlación por lo que se establece que la hipótesis planteada es correcta.
- La correlación analizada entre la humedad natural determinada por el sensor resistivo y la humedad gravimétrica determinada a partir de 15 muestras obtenidas del Cantón Pastaza proporciona un coeficiente de  $R^2 = 94$  %. Teniendo en cuenta que los ensayos se realizan en condiciones de laboratorio controladas, se puede considerar como excelente correlación.
- La correlación analizada entre la humedad natural determinada por el sensor capacitivo y la humedad gravimétrica determinada a partir de 15 muestras obtenidas del Cantón Pastaza proporciona un coeficiente de  $R^2 = 70$  %. Teniendo en cuenta que los ensayos se realizan en condiciones de laboratorio controladas, se puede considerar como una correlación buena.
- El análisis realizado individualmente a cada muestra en el ensayo Proctor Modificado Tipo B, la primera correlación analizada entre la humedad natural determinada por el sensor resistivo y la humedad óptima compuesta por 4 distintas muestras saturadas con distintos porcentajes de agua, con un total de 40 lecturas,



proporciona un coeficiente de  $R^2 = 98 \%$ . Teniendo en cuenta que los ensayos se realizan en condiciones de laboratorio controladas, se puede considerar como una correlación excelente.

- El análisis realizado individualmente a cada muestra en el ensayo Proctor Modificado Tipo B, la primera correlación analizada entre la humedad natural determinada por el sensor capacitivo y la humedad óptima compuesta por 4 distintas muestras saturadas con distintos porcentajes de agua, con un total de 40 lecturas, proporciona un coeficiente de  $R^2 = 99 \%$ . Teniendo en cuenta que los ensayos se realizan en condiciones de laboratorio controladas, se puede considerar como una correlación excelente.
- Se concluye que los sensores electrónicos presentan algún desgaste a lo largo de la toma de lecturas en los distintos ensayos realizados, sin embargo, su funcionalidad y desempeño en la determinación de datos de humedad natural no cambia, por lo que se puede decir que poseen una vida útil prolongada, además de ser portables y económicos a comparación de equipos y materiales de laboratorio.

## 4.2. Recomendaciones

- En caso que el suelo a examinar sea difícil de penetrar se recomienda realizar una incisión con una espátula en el área en donde se van a tomar las lecturas de humedad natural, para introducir de manera satisfactoria toda la longitud de los sensores y obtener lecturas confiables.
- Después de la obtención de cada lectura de los sensores se recomienda limpiarlos adecuadamente con el uso de una toalla seca y limpia para eliminar las partículas de suelo que pueden adherirse a los mismos y alterar los datos de humedad natural.
- Se recomienda que, una vez realizada la obtención de lecturas de humedad natural en cada calicata, se deben extraer las baterías con el fin de preservarlas por más tiempo.
- Se recomienda tomar las distintas lecturas de los sensores electrónicos antes y después del ensayo de Densidad de Campo con el fin de corroborar los datos de los sensores y asegurar confiabilidad en sus lecturas.
- En el ensayo de Proctor Modificado tipo B para la obtención de lecturas de humedad mediante los sensores electrónicos se recomienda introducirlos a una distancia de 2 cm de la superficie del collarín, ya que es ahí donde se obtuvo mayor regularidad en los datos recolectados.
- Se recomienda dejar los sensores el tiempo necesario introducidos en el suelo mientras se estabiliza el valor de humedad natural para tomar lecturas confiables.
- Se recomienda colocar en un solo punto el GPS para la obtención de las coordenadas de la calicata en donde vamos a realizar el estudio, además asegurar que dicho sitio no presente mucha capa vegetal para facilidad de trabajo.
- Se recomienda en el ensayo de permeabilidad colocar 3 capas de suelo alrededor del tubo y compactarlo con el fin de que no exista fugas y pueda arrojar datos poco confiables.

- Se recomienda la utilización de los sensores electrónicos en estudios preliminares de campo para ciertos ensayos como humedad gravimétrica, Proctor modificado tipo B, y Densidad Seca ya que proporcionan datos confiables con una excelente correlación, mientras que para los demás ensayos los sensores no proporcionan datos tan confiables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

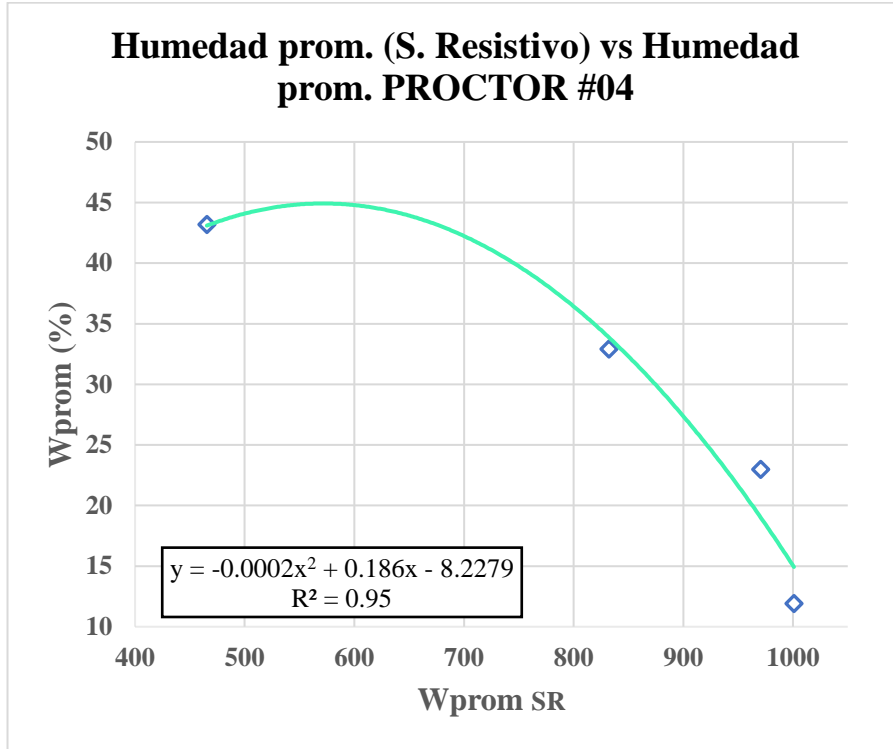
- [1] U. N. D. INGENIERIA, «MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO,» Planeta, Lima , 2006.
- [2] M. Gomez y S. Vidal, «Correlación de la determinación de humedad de suelos por medio de secado en horno y secado en microondas.,» *Revista de la Construcción*, vol. 6, n° 1, pp. 28-34, 2007.
- [3] M. Edwar y C. Muñoz, «Métodos para Medir la Humedad del Suelo para la Programación del Riego ¿Cuándo?,» College of Agriculture, University of Arizona (Tucson, AZ), Arizona, 2017.
- [4] J. Encino, D. Porter y X. Péries, «Uso de sensores de humedad del suelo para eficientizar el riego,» AgriLife Extension, Texas, 2019.
- [5] A. Lepe, «DESEMPEÑO DE UN SENSOR DE HUMEDAD EN UN SUELO CON VEGETACIÓN,» Universidad del Bío-Bío, Concepción Chile, 2018.
- [6] G. Hansen, «Centro de Estudios Centro-Ambientales,» 12 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1478/8.4.6.pdf> . [Último acceso: 24 Septiembre 2021].
- [7] J. Sanz, *Mecánica de Suelos*, Barcelona: Editions Eyrolles, 1975.
- [8] M. Martínez, «ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA HUMEDAD GRAVIMÉTRICA Y LA HUMEDAD DETERMINADA CON SENSORES ELECTRÓNICOS EN SUELOS GRANULARES DEL CANTÓN AMBATO. PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [9] C. Peña y H. José, «Fases y propiedades de los Suelos,» Universidad de los Andes, Mérida, 2008.
- [10] F. Coello, «EL AGUA EN EL SUELO,» Universidad Ecotec, Guayaquil , 2020.
- [11] A. Polanco, «Mecanica de Suelos 1. Muestreo de un Suelo.,» México D.F., 2012.
- [12] F. Caro, «CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA LA MEDICIÓN DE HUMEDAD DE SUELOS,» UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL MEDELLÍN, Medellín, 2014.
- [13] M. Bravo, «Evaluación empírica de la reflectometría de dominio temporal para estimar la humedad en dos suelos de origen volcánico,» Terra Latinoamericana, Michoacán, 2009.

- [14] A. Leoni, «Propiedades físicas de los suelos.» Universidad Nacional de la Plata, La Plata, 2015.
- [15] W. Lozano, Suelos guía de prácticas simplificadas en campo y en laboratorio, Bogota: Universidad Piloto de Colombia, 2018.
- [16] B. Lahuatte y M. Recalde, «Propiedades físico - químicas del suelo como instrumento de evaluación a las estrategias de restauración implementadas en áreas degradadas de páramo, caso de estudio: Microcuencas Antisana y Pita,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2015.
- [17] W. Lambe y R. Whitman, Mecánica de Suelos, México: Noriega editores, 205.
- [18] A. Sotomayor, «LÍMITES DE ATTERBERG,» Universidad Andina del Cusco, Cusco, 2019.
- [19] C. García, «Granulometría 1,» Universidad de Alicante, Alicante, 2008.
- [20] B. Eulalio y R. Alfonso, «Mecánica de Suelos,» Limusa Noriega Editores, México, 2005.
- [21] J. Guerra, Mecánica de Suelos Conceptos Básicos y Aplicaciones, Madrid: Dextra, 2018.
- [22] J. Fierro, A. Parra y C. Vasquéz, «DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DE LAS COMUNAS 1, 3 Y 5 DEL MUNICIPIO DE GIRARDOT - CUNDINAMARCA,» UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA, CUNDINAMARCA, 2017.
- [23] J. Bowles, «COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA,» Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2006.
- [24] M. Smith, «DEWESoft,» 09 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://dewesoft.com/es/daq/que-es-un-sensor>. [Último acceso: 03 Enero 2022].
- [25] E. Confidencial, «Confidencial,» Titania, 17 Agosto 2021. [En línea]. Available: [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2021-08-17/que-es-sensor-de-humedad-utilidad-aplicaciones\\_3220448/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2021-08-17/que-es-sensor-de-humedad-utilidad-aplicaciones_3220448/). [Último acceso: 03 Enero 2022].
- [26] C. Nuñez, «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Canelos,» Gobierno autónomo descentralizado parroquial rural de Canelos, Pastaza, 2015.
- [27] C. D. T. C. C. LTDA, «Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural Diez de Agosto,» Gobierno Autónomo de Descentralizado Parroquial Diez de Agosto, Pastaza, 2015.

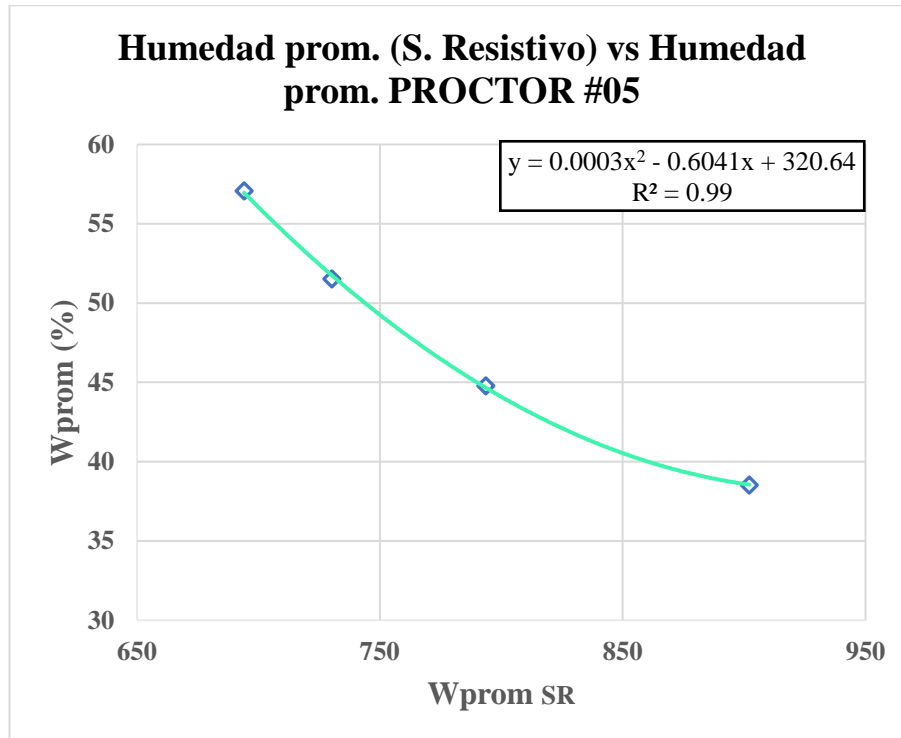
- [28] E. Bueno y V. Zurita, «PLAN DE DESARROLLO LOCAL DE LA PARROQUIA FÁTIMA, CANTÓN PASTAZA,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2013.
- [29] F. Freire, «Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Montalvo, Pastaza 2014 - 2019,» GAD PARROQUIAL RURAL MONTALVO, Pastaza, 2015.
- [30] R. Silva, «Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Pomona, Cantón Pastaza,» Gad Municipal de la Parroquia de Pomona , Pastaza, 2015.
- [31] D. Espín, «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pastaza,» Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza, Pastaza, 2015.
- [32] C. D. T. C. C. LTDA, «Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Río Tigre,» Gad Municipal Rural de la Parroquia Río Tigre, Pastaza, 2015.
- [33] C. Lara, «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural "Teniente Hugo Ortiz",» Gad Municipal de la Parroquia Rural Teniente Hugo Ortiz, Pastaza, 2015.
- [34] M. Sanmartín, « PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL DE SARAYAKU,» Gad Municipal Rural de la Parroquia Sarayaku, Pastaza, 2020.
- [35] J. Guevara, «PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE PASTAZA AL AÑO 2025,» Gad Municipal del Cantón Pastaza, Pastaza, 2015.
- [36] C. D. T. C. C. LTDA, «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Simón Bolívar,» Gad Municipal de la Parroquia Rural Simón Bolívar, Pastaza, 2015.
- [37] G. Flores, «Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de la Parroquia Rural Tarqui, Cantón Pastaza,» Gad Municipal de la Parroquia Tarqui, Pastaza, 2015.
- [38] O. Zuñiga, «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2030 Cantón Pastaza,» Gad Municipal del Cantón Pastaza, Pastaza, 2020.
- [39] M. Spiegel y L. Stephens, Estadística Cuarta Edición, México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2009.

## ANEXOS

### Anexos A: Correlaciones Simples.

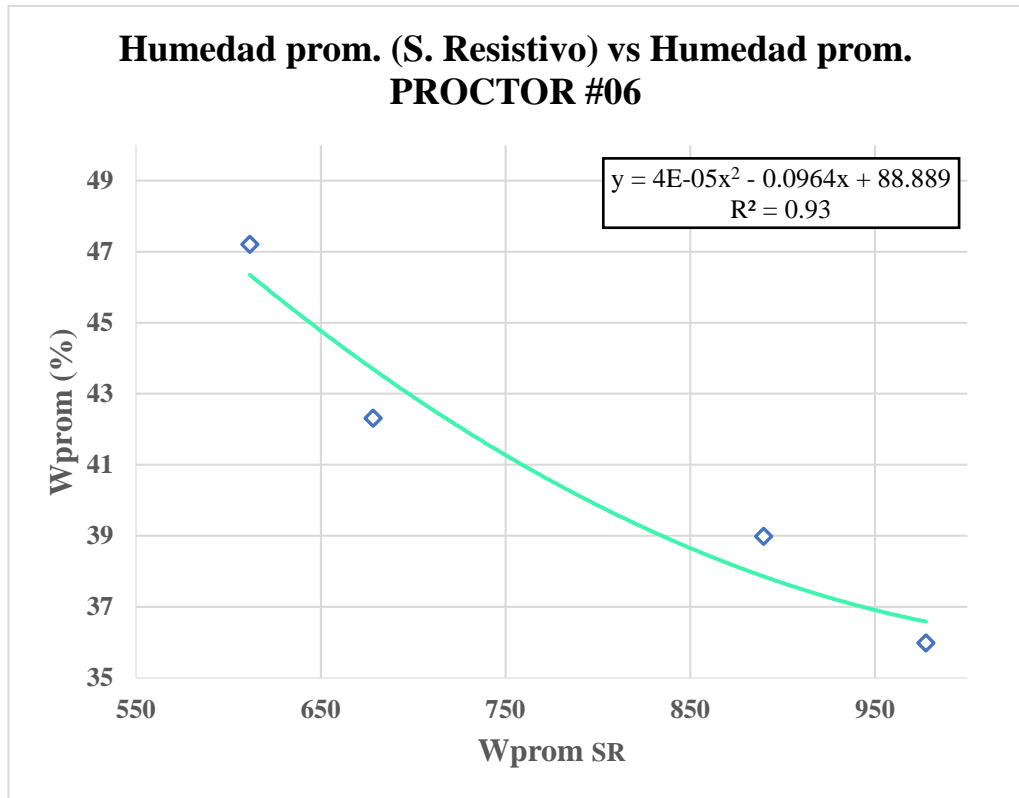


**Fig. 88** Proctor 4 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

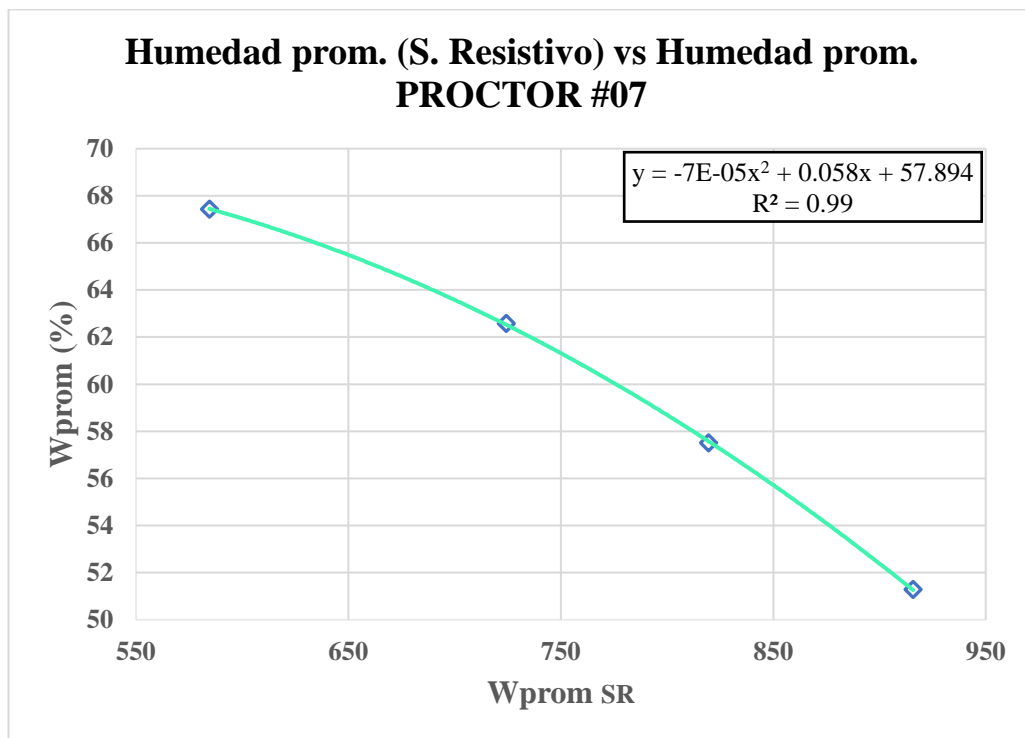


**Fig. 89** Proctor 5 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

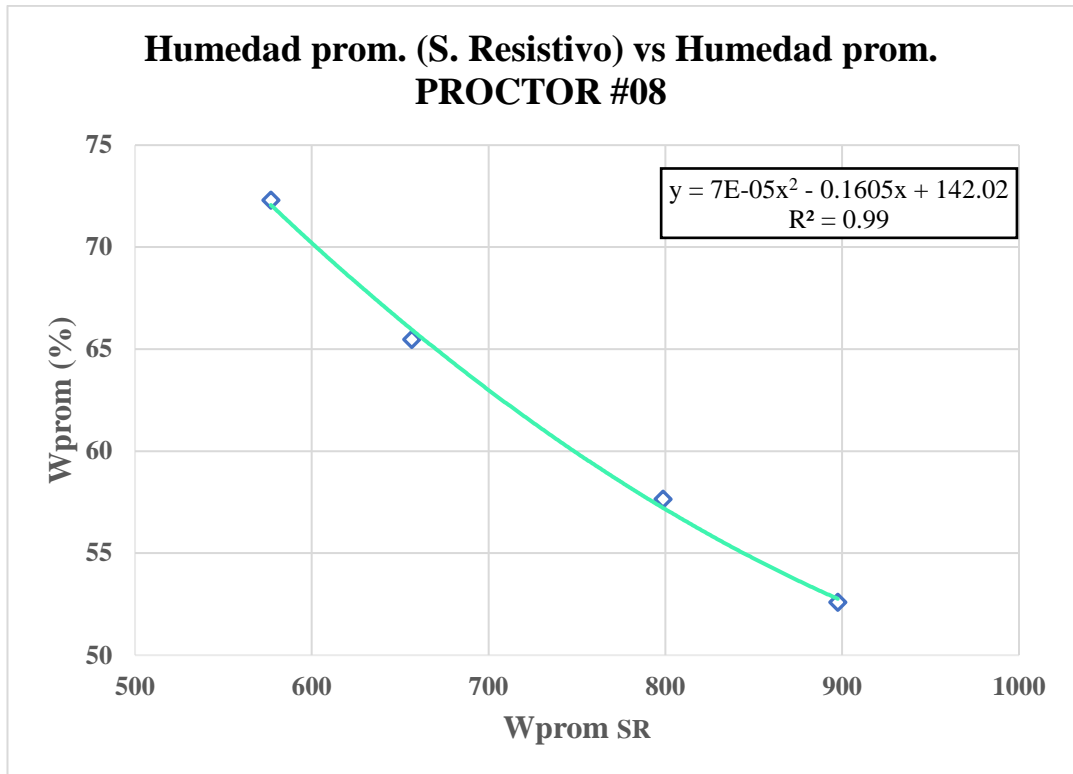


**Fig. 90** Proctor 6 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

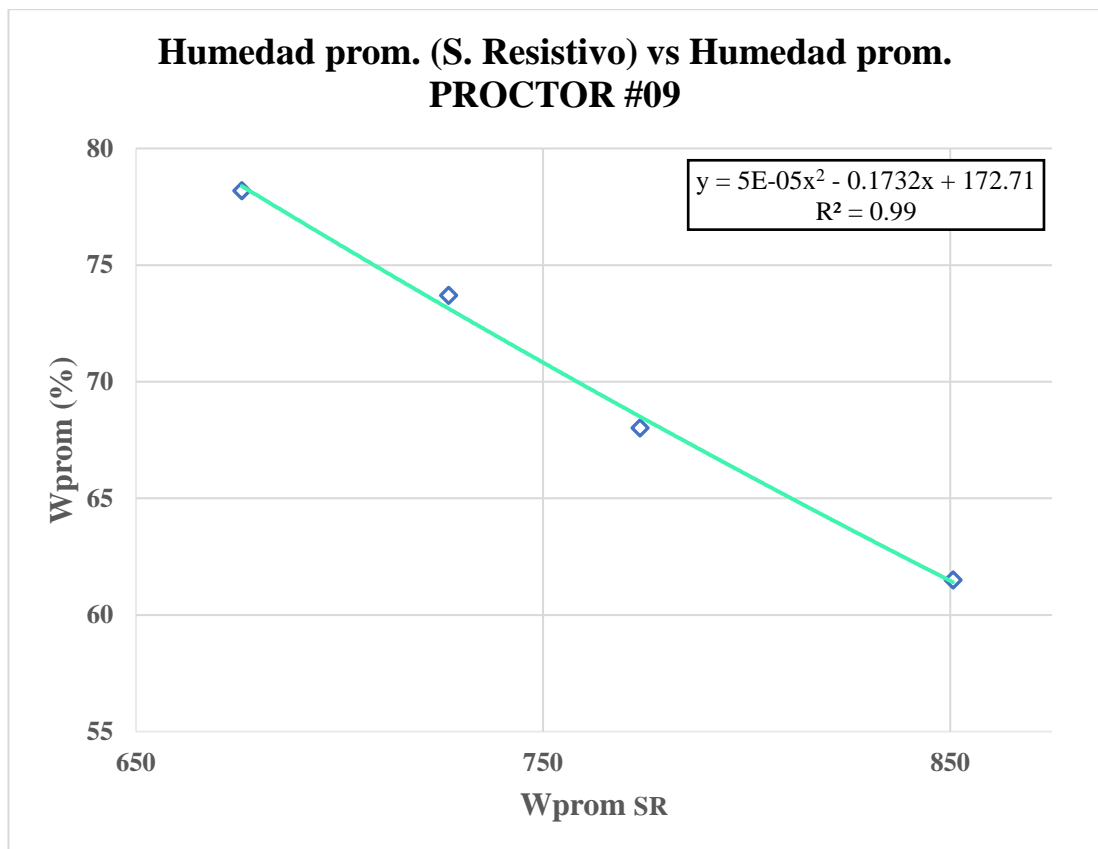


**Fig. 91** Proctor 7 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

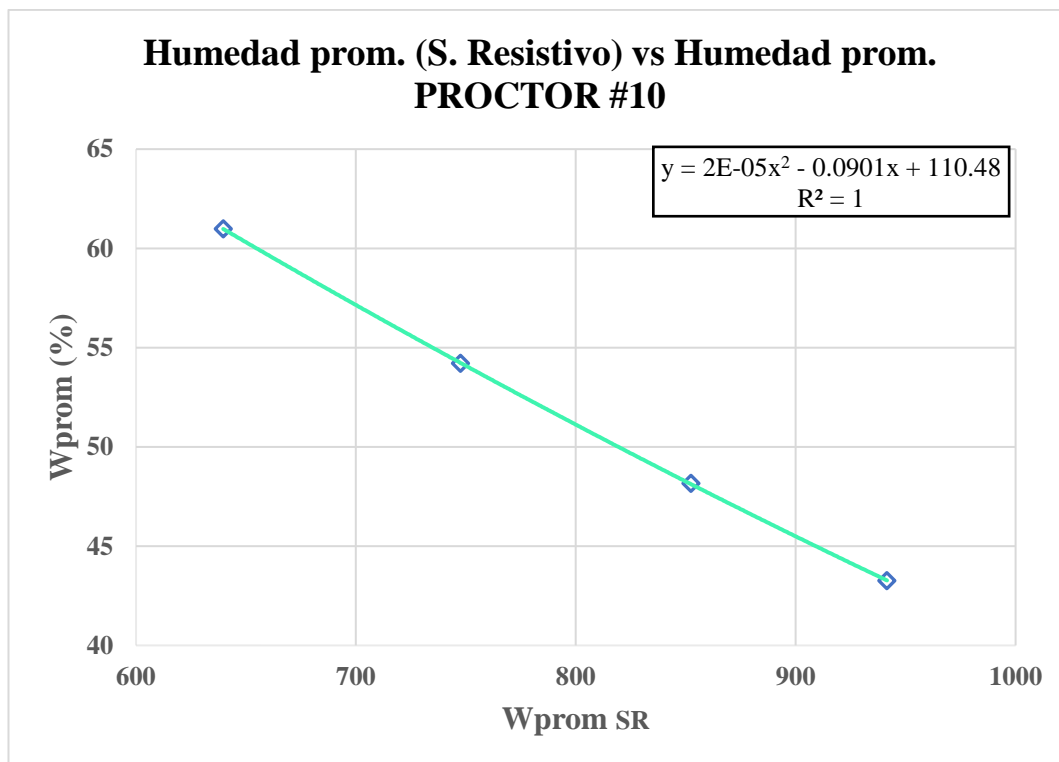




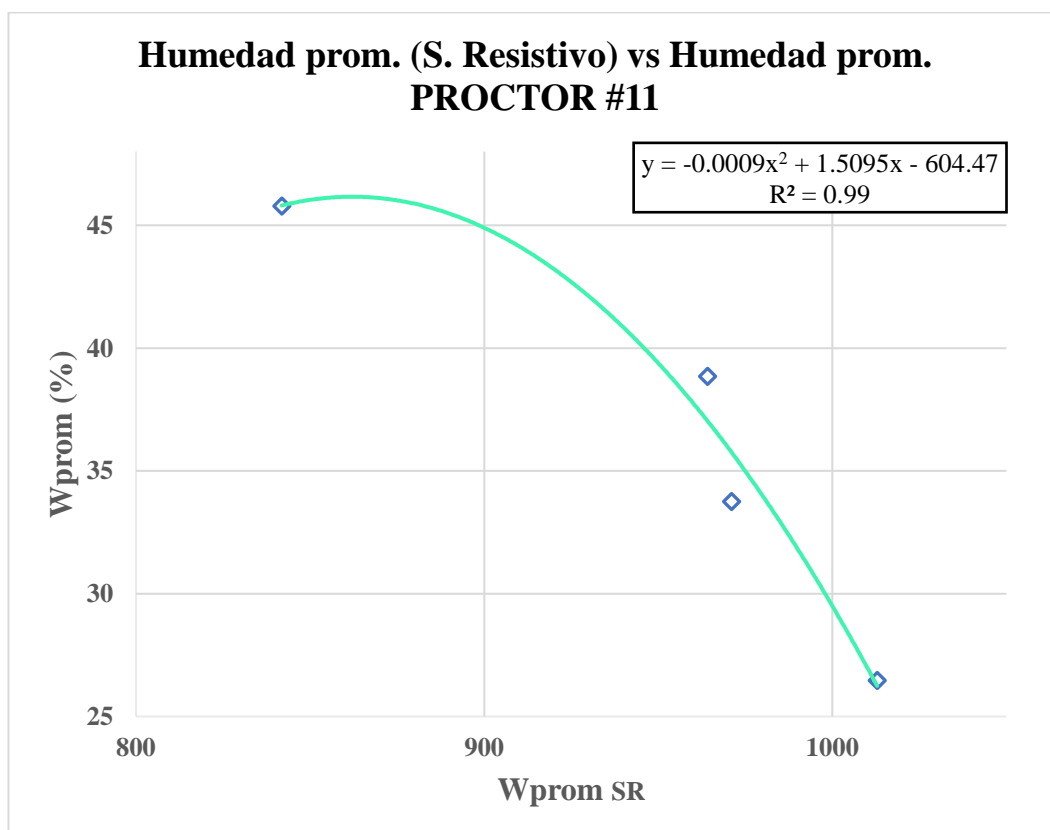
**Fig. 92** Proctor 8 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



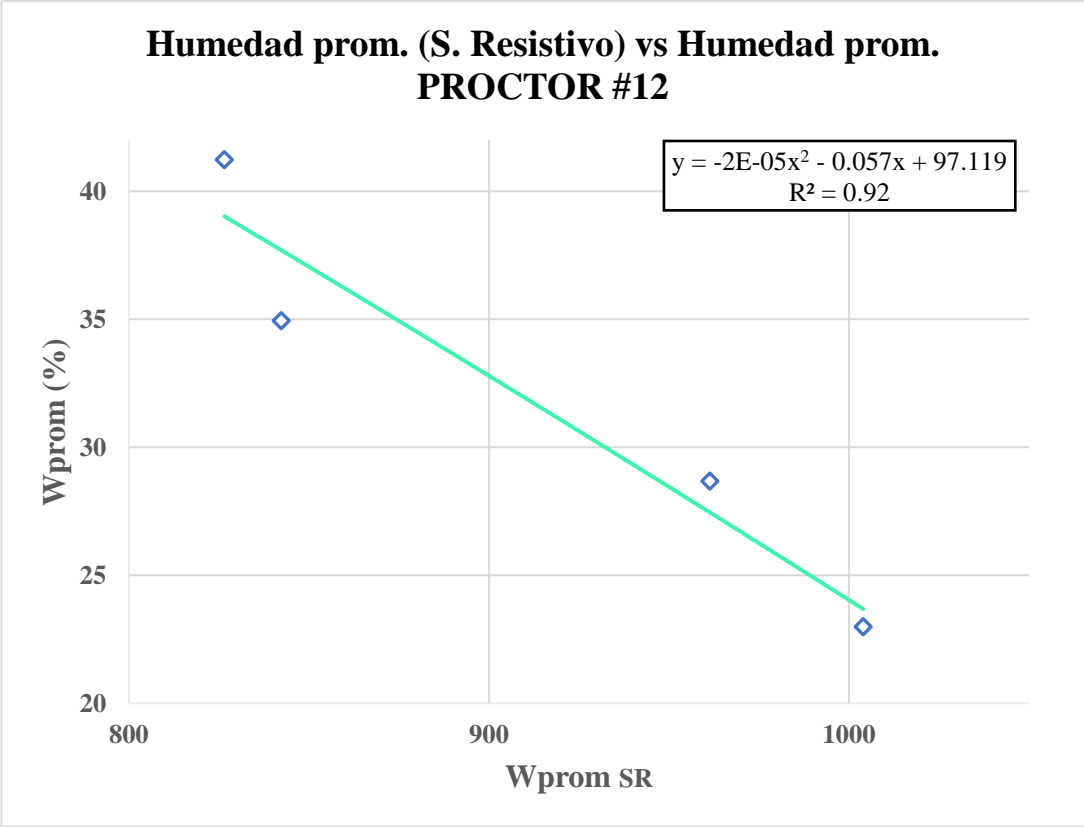
**Fig. 93** Proctor 9 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



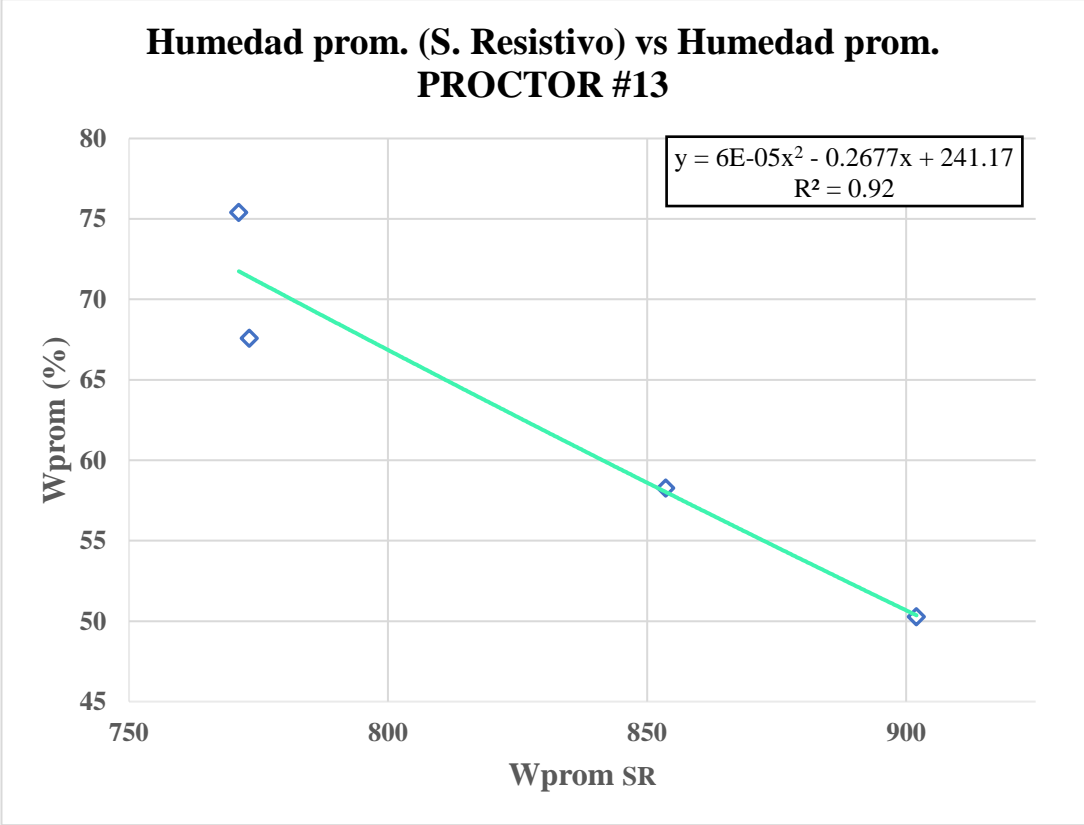
**Fig. 94** Proctor 10 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



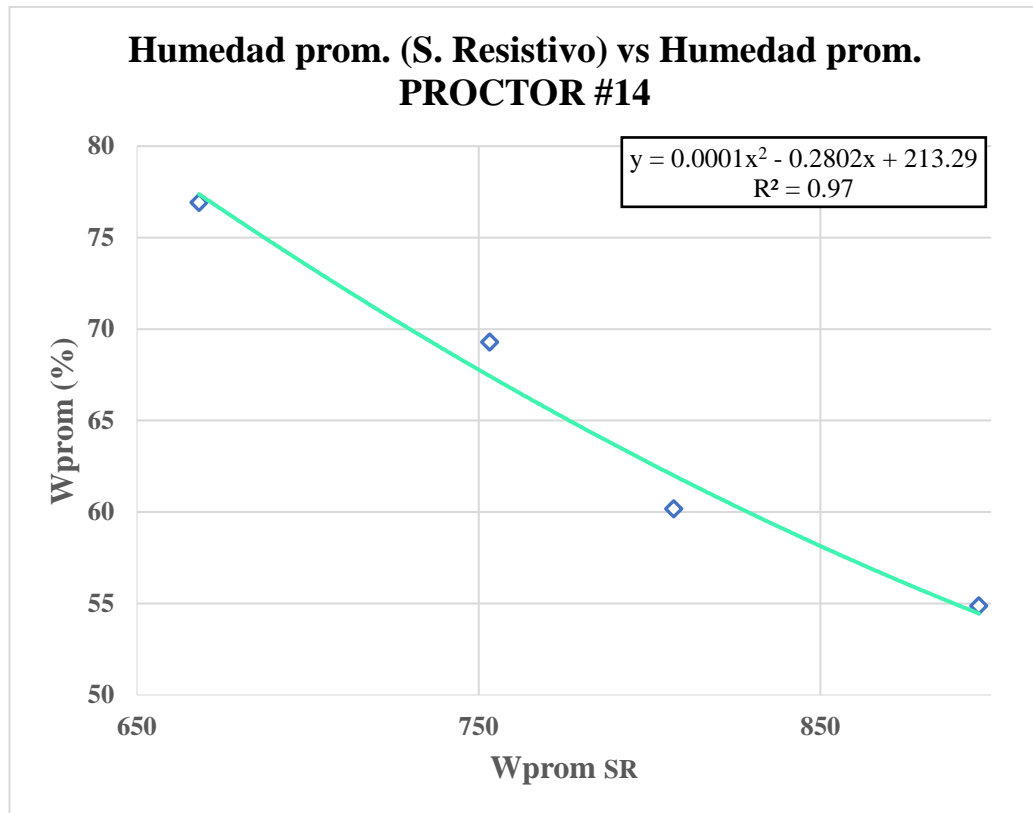
**Fig. 95** Proctor 11 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



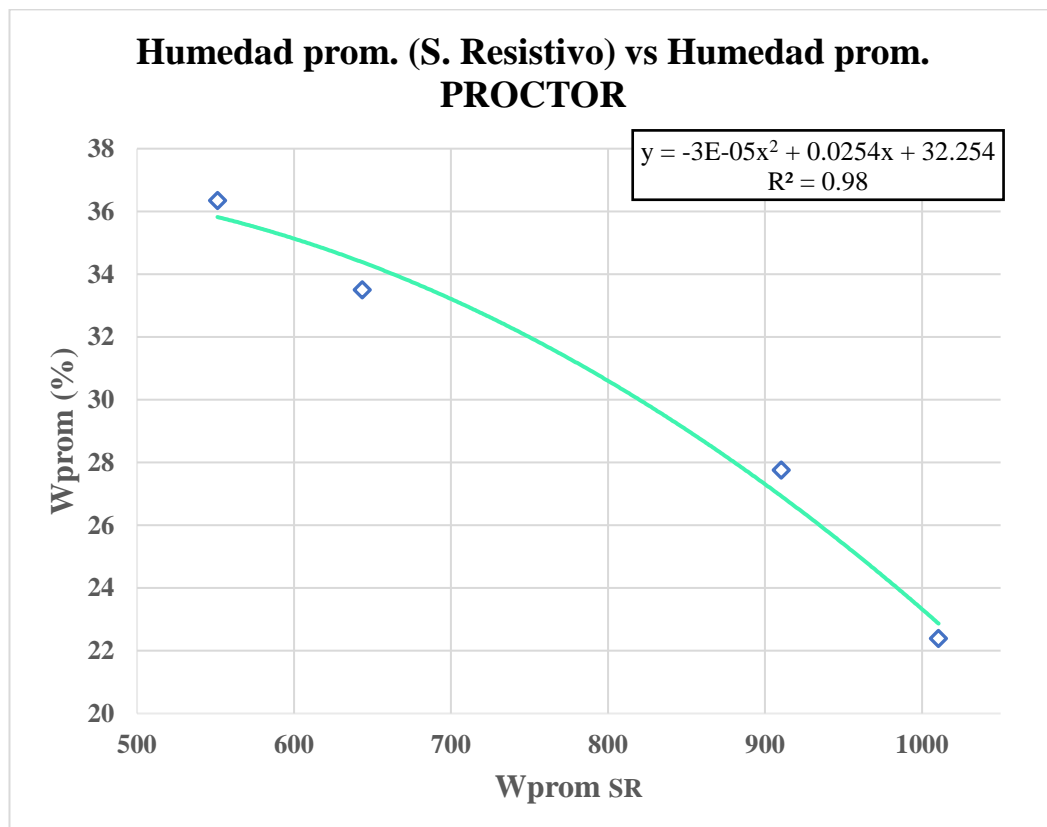
**Fig. 96** Proctor 12 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



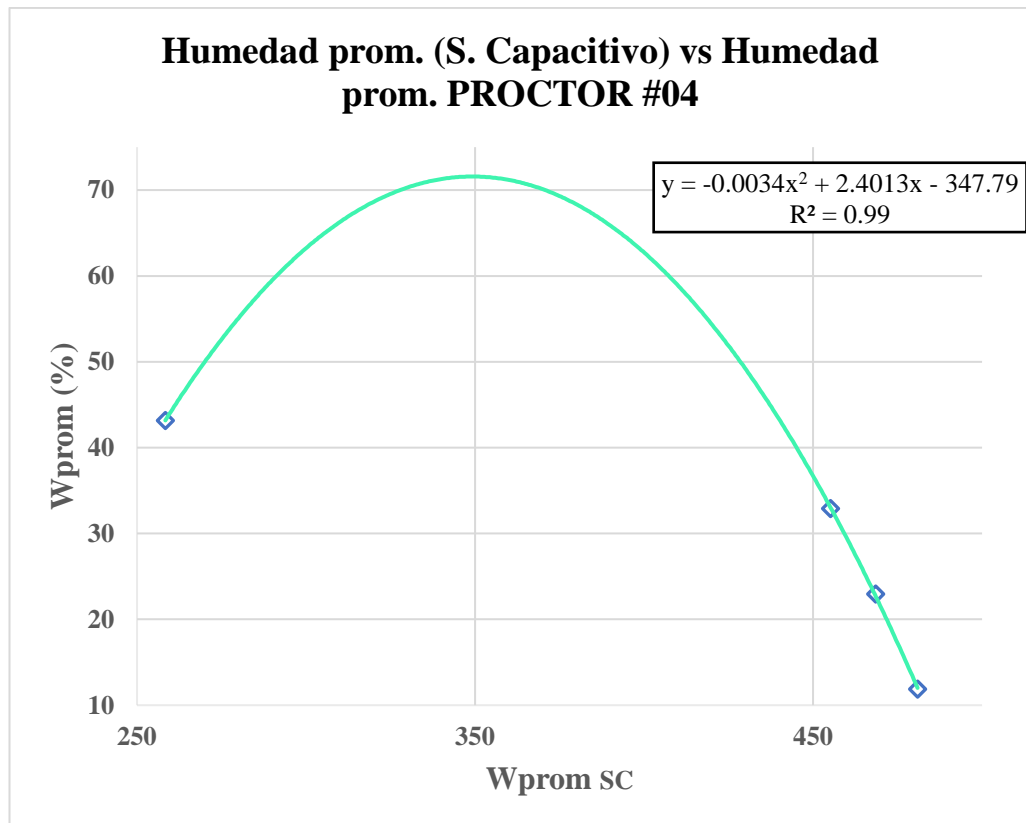
**Fig. 97** Proctor 13 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



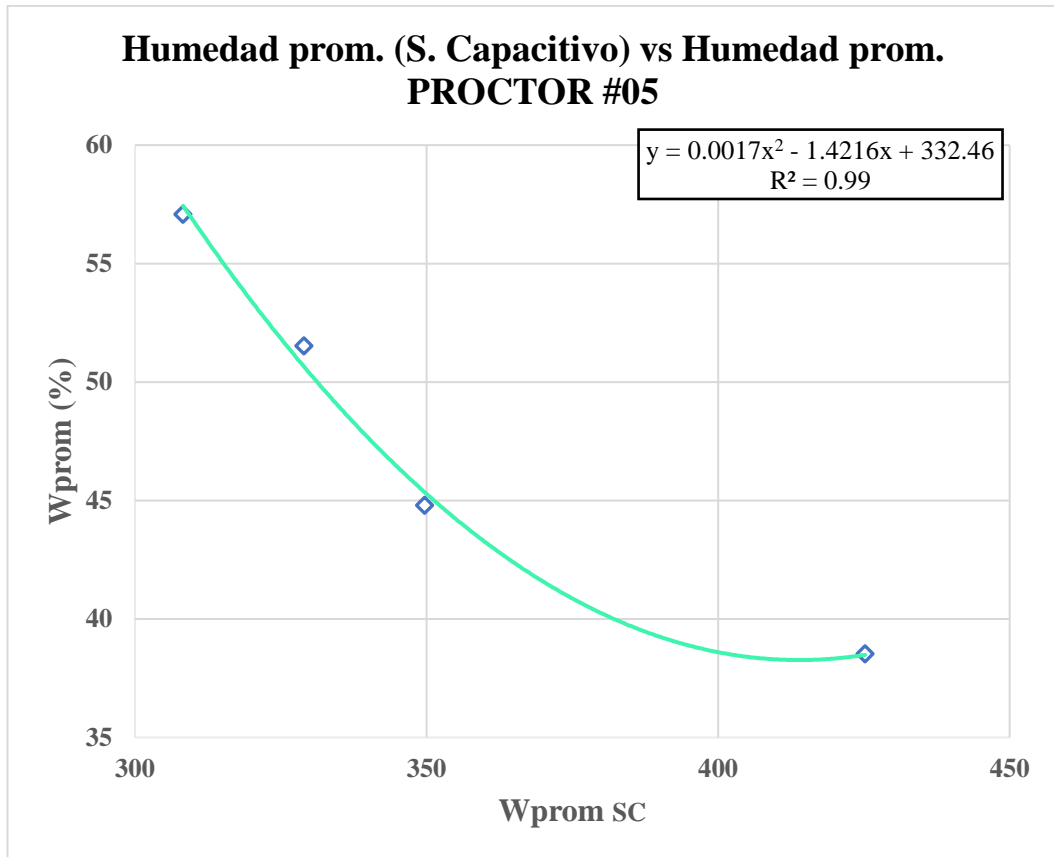
**Fig. 98** Proctor 14 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



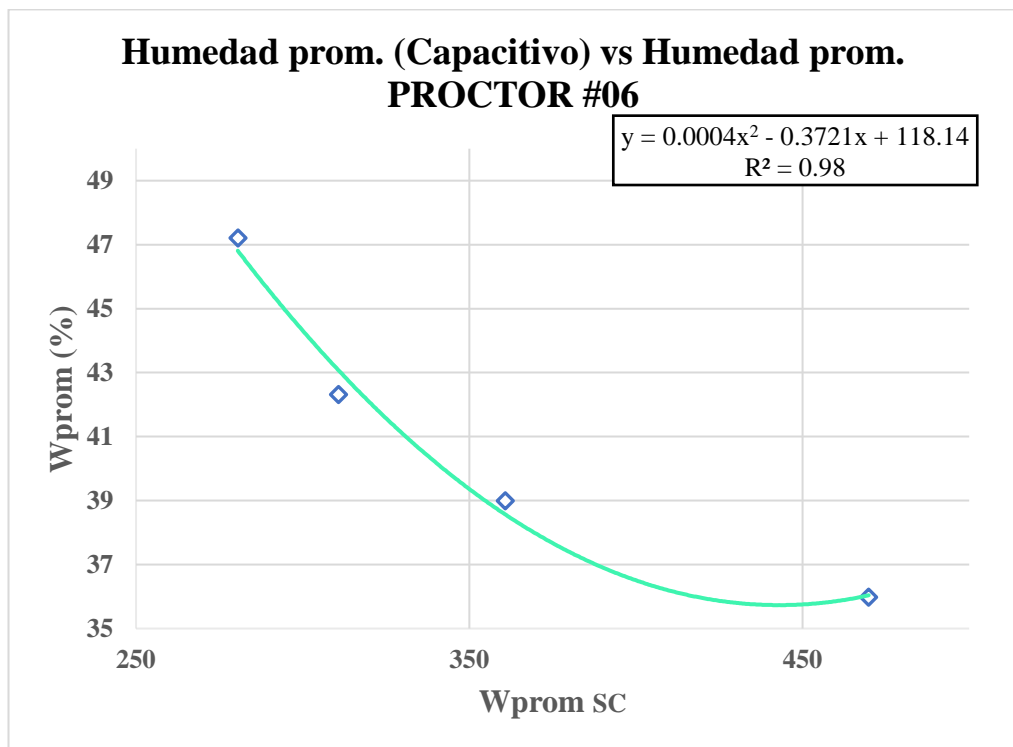
**Fig. 99** Proctor 15 Sensor Resistivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



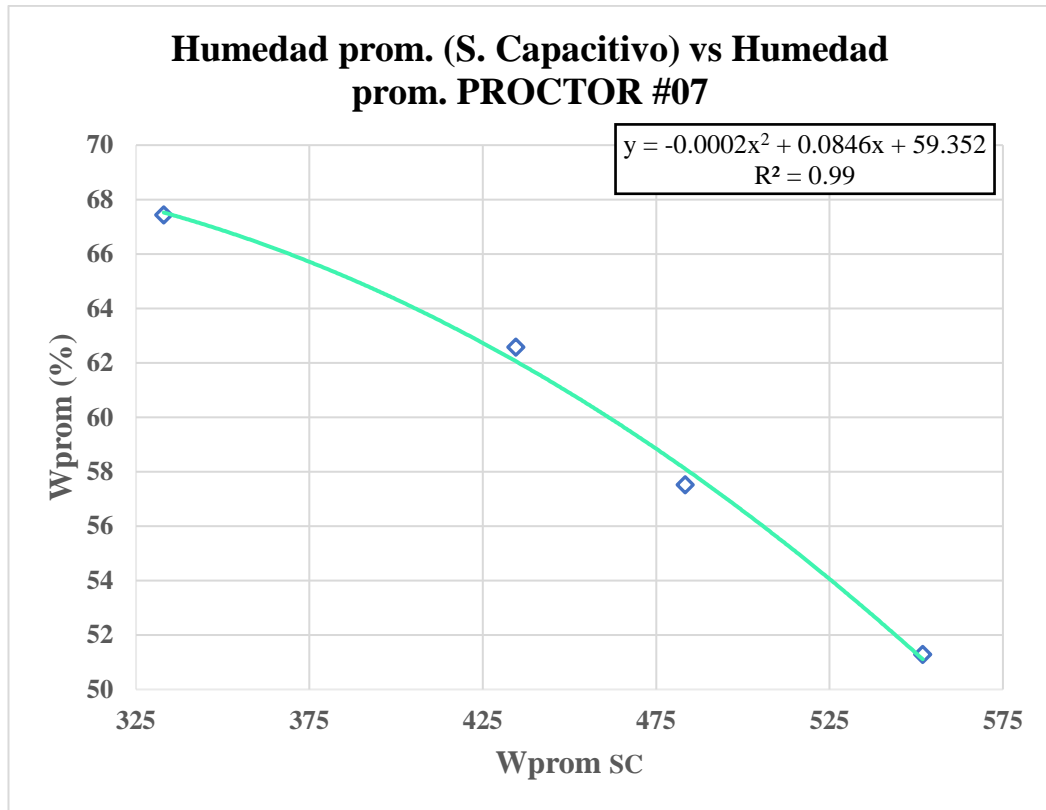
**Fig. 100** Proctor 4 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



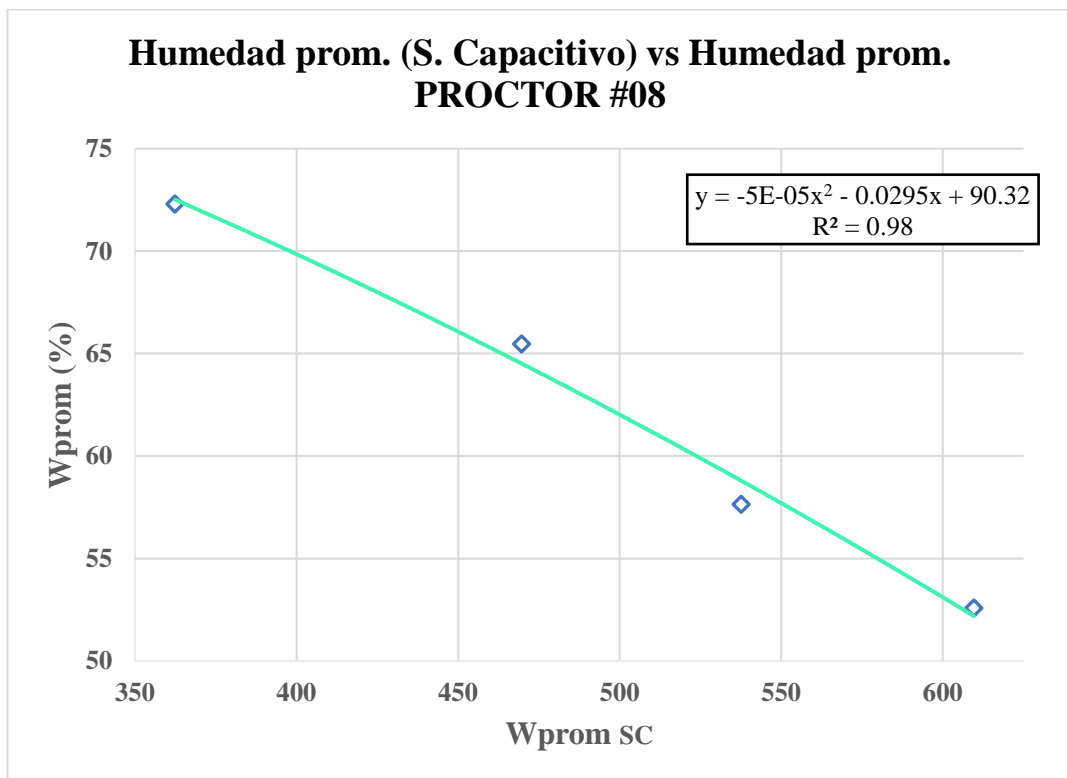
**Fig. 101** Proctor 5 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



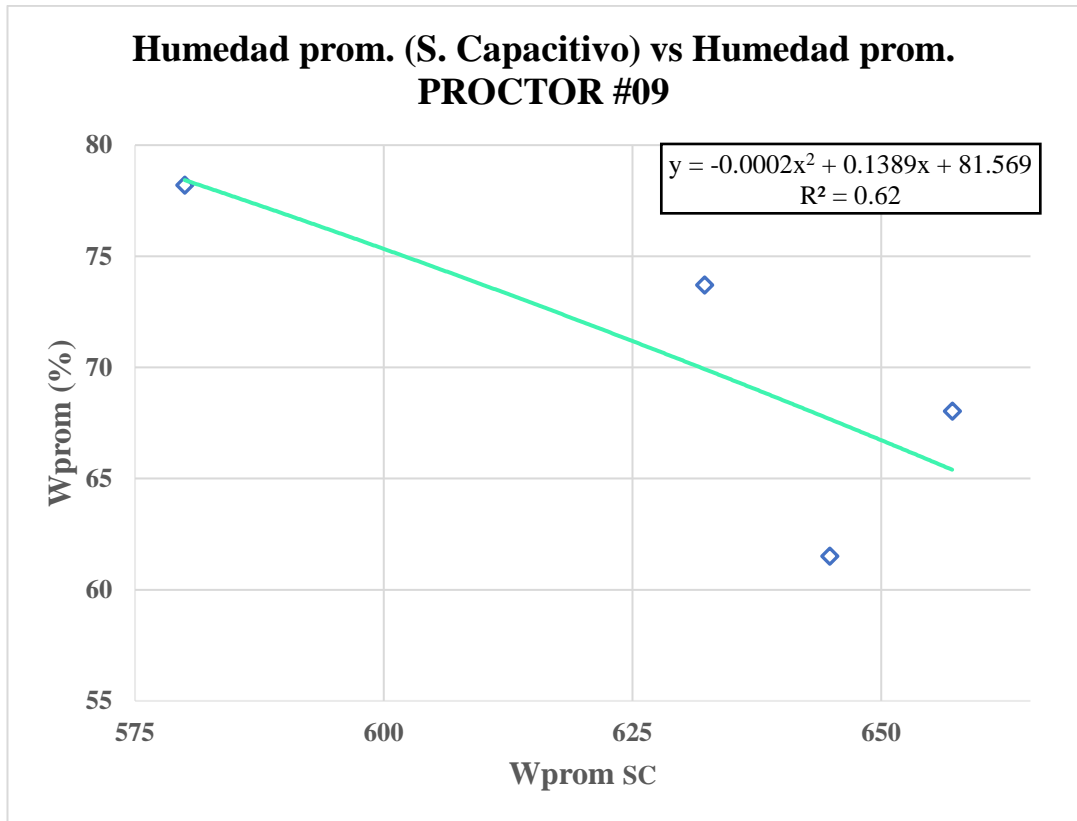
**Fig. 102** Proctor 6 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



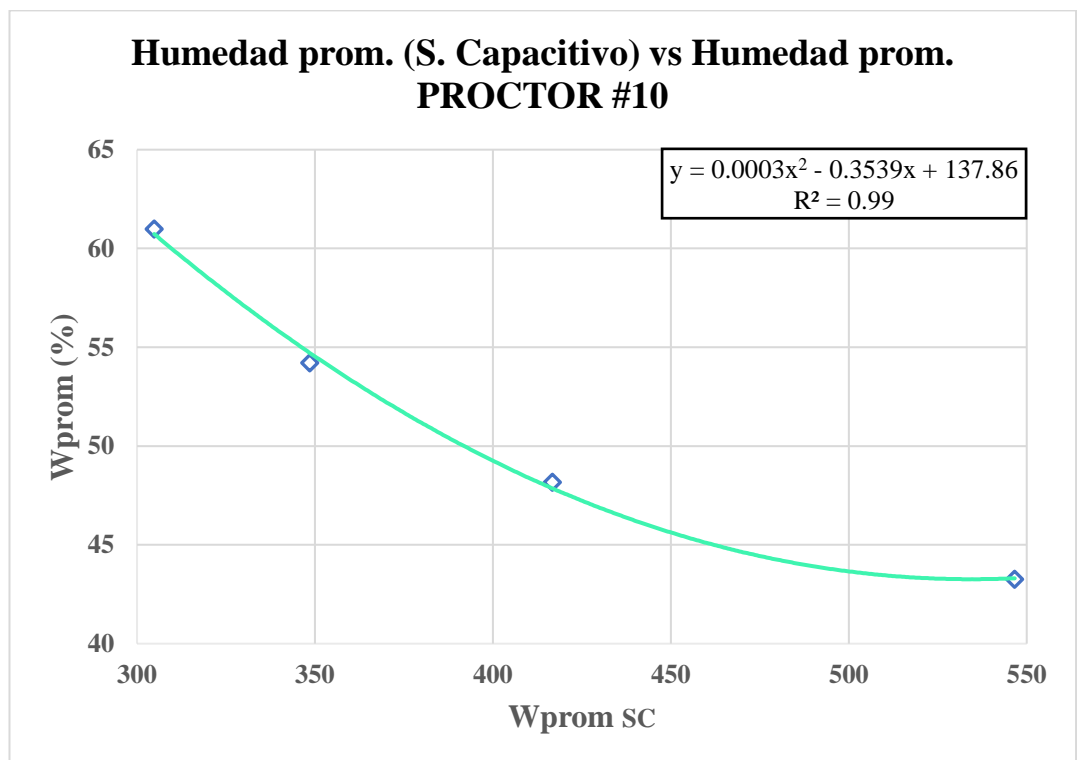
**Fig. 103** Proctor 7 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 104** Proctor 8 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

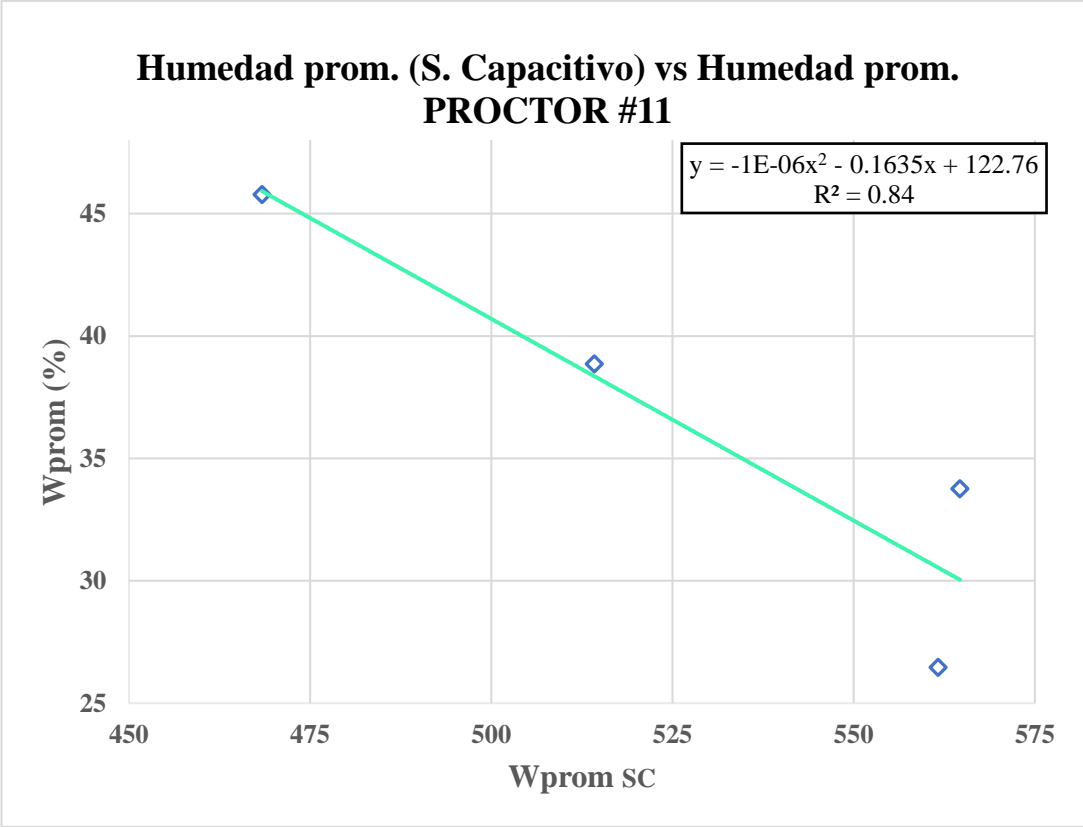


**Fig. 105** Proctor 8 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

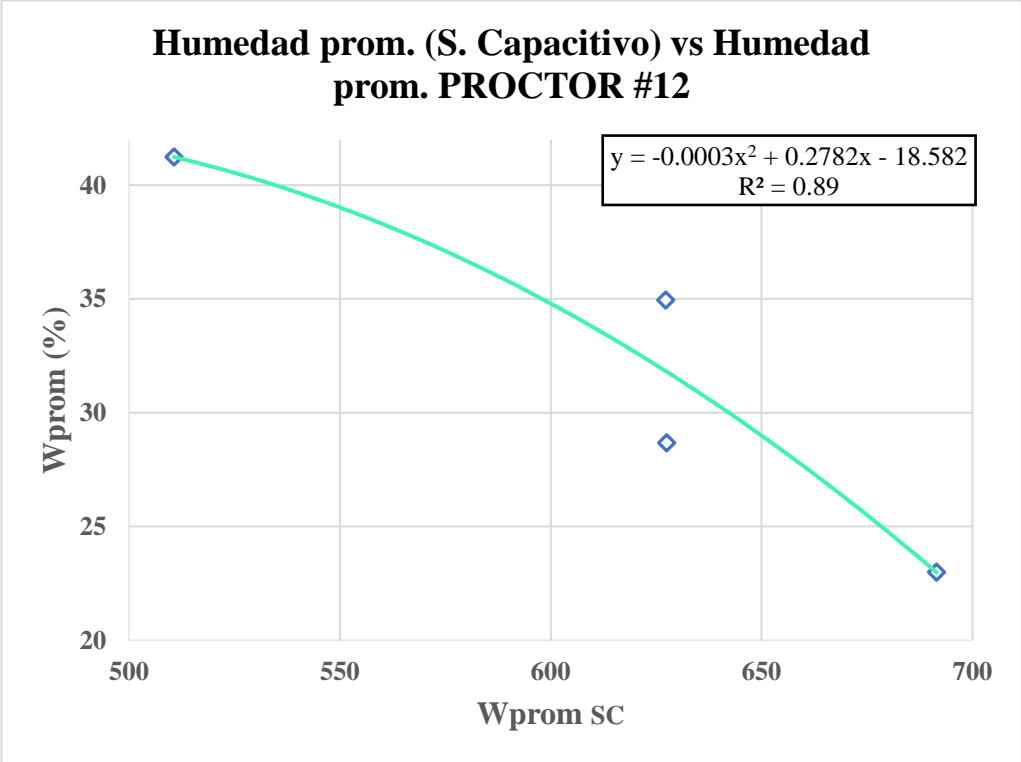


**Fig. 106** Proctor 10 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

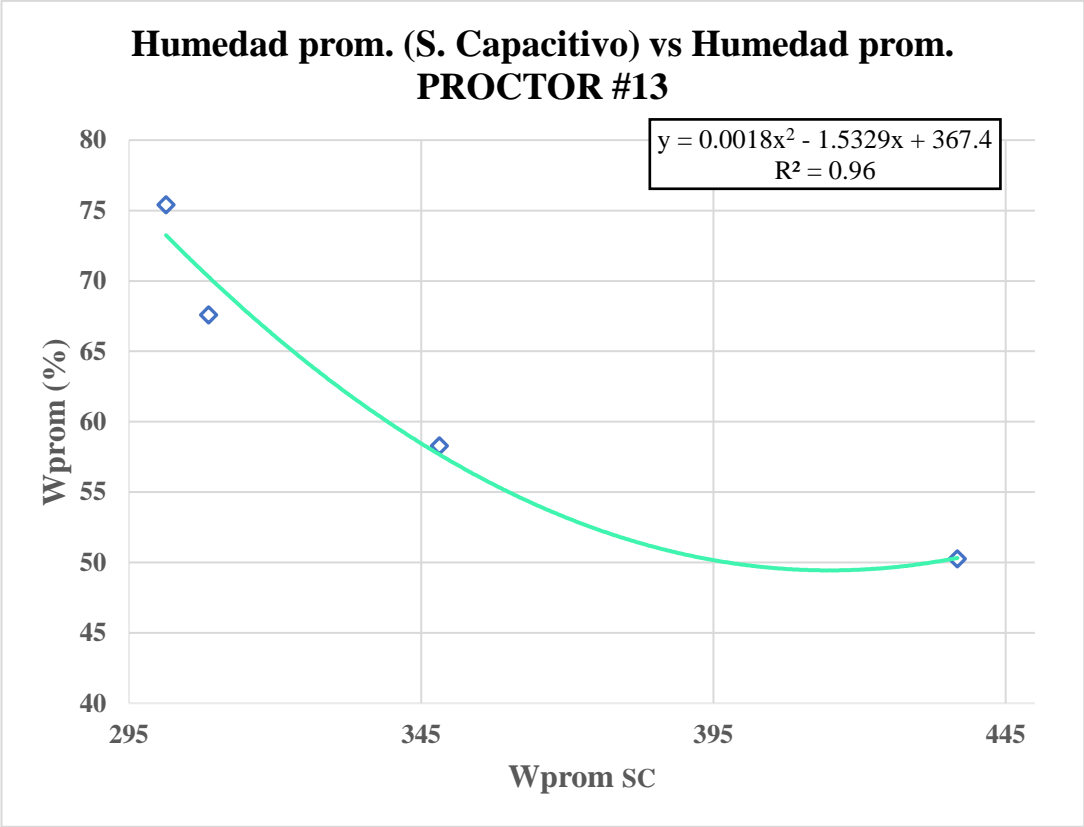




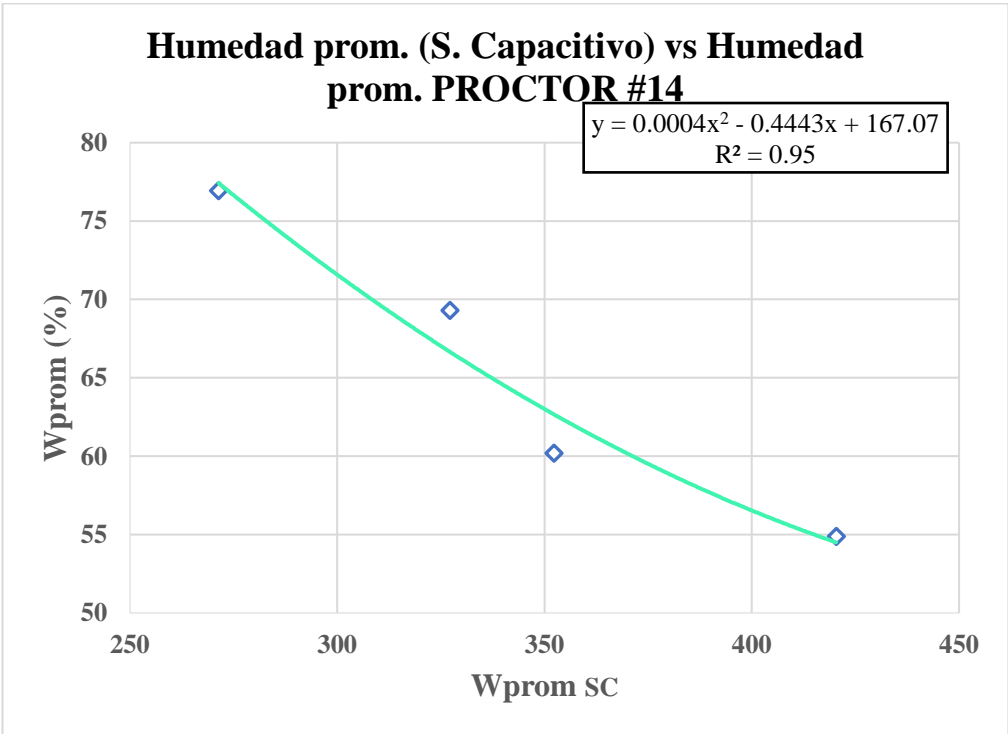
**Fig. 107** Proctor 11 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



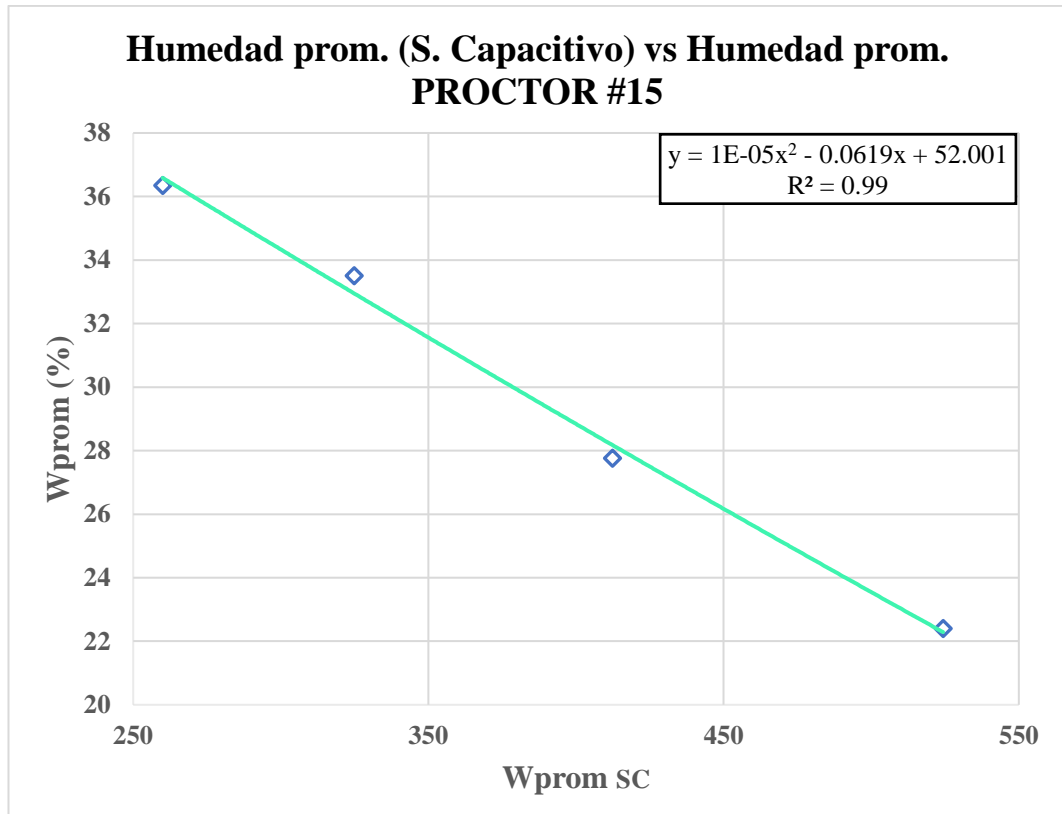
**Fig. 108** Proctor 12 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 109** Proctor 13 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 110** Proctor 14 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Fig. 111** Proctor 15 Sensor Capacitivo vs Humedad Promedio.  
**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

Anexos B: Correlaciones múltiples

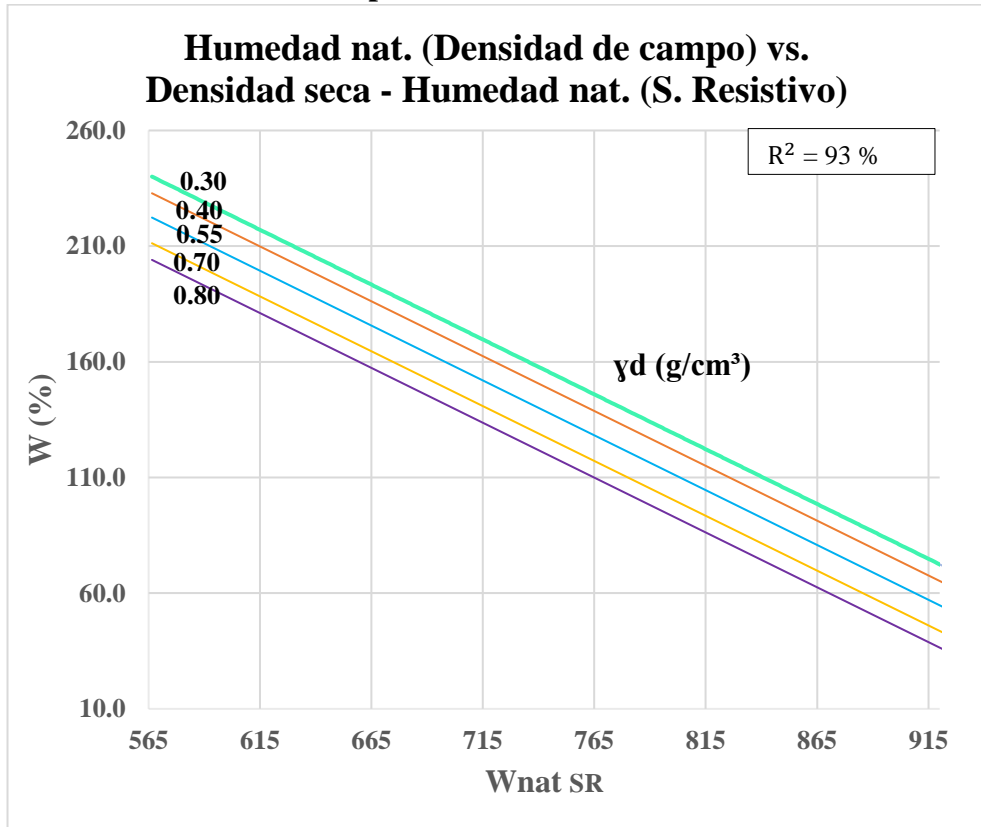


Fig. 112 Humedad Natural vs Densidad Seca vs Humedad Sensor Resistivo.  
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

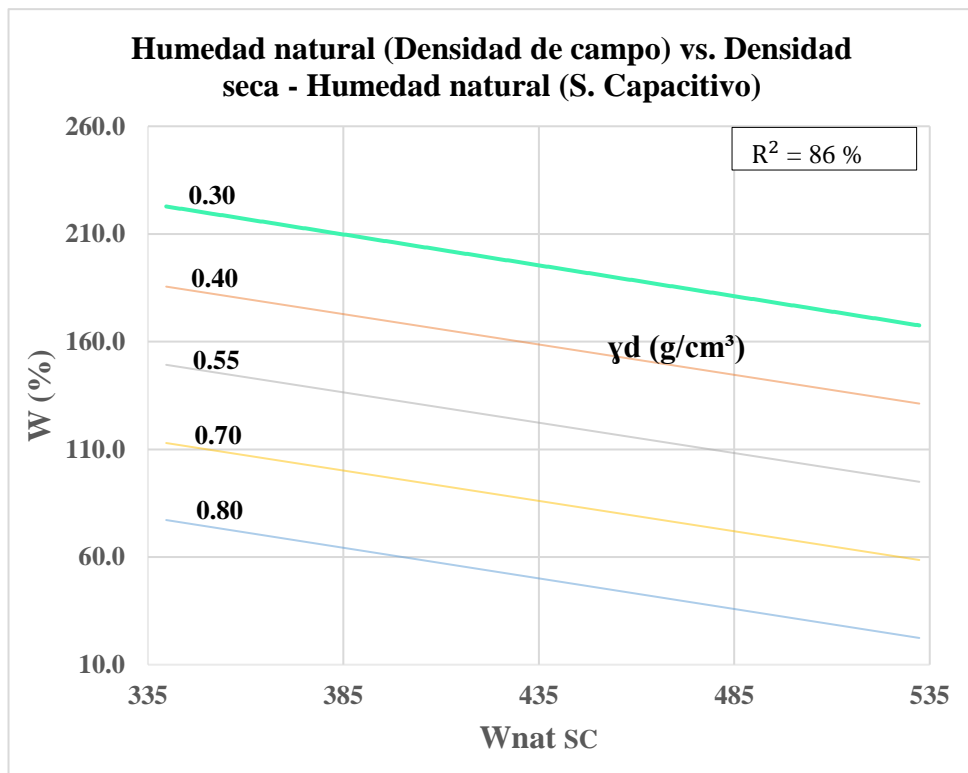




Fig. 113 Humedad Natural vs Densidad Seca vs Humedad Sensor Resistivo.  
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez






## Anexos C: Ensayos de Laboratorio

Tabla XXXII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #01

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                        |  |                      |                     |                 |         |          |
|---|------------------------|---|----------------------|---------------------|-----------------|---------|----------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.   |                        |   |                      |                     |                 |         |          |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza                | <b>Número de muestra:</b>   | 1                    |                     |                 |         |          |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza                | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 194007; 9824166 |                     |                 |         |          |
| <b>Sector:</b>  | Canelos                | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |                     |                 |         |          |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2022            | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |                     |                 |         |          |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 265-15 (2019) |   |                      |                     |                 |         |          |
| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  |                        |   |                      |                     |                 |         |          |
| DATOS   |                        |   |                      |                     |                 |         |          |
| Símbolo   | Muestra                | N°  | 1                    |                     |                 |         |          |
|   | Recipiente             | N°  | K3                   |                     |                 |         |          |
| $W_h$   | Rec + Suelo Húmedo     | gr.   | 53.68                |                     |                 |         |          |
| $W_s$   | Rec + Suelo Seco       | gr.   | 37.23                |                     |                 |         |          |
| $W_r$   | Peso del recipiente    | gr.   | 22.79                |                     |                 |         |          |
| $W_w$   | Peso del agua          | gr.   | 16.45                |                     |                 |         |          |
| $W_p$   | Peso del suelo seco    | gr.   | 14.44                |                     |                 |         |          |
| $W$   | <b>Humedad</b>         | <b>%</b>  | <b>113.92</b>        |                     |                 |         |          |
| FASES DEL SUELO   |                        |   |                      |                     |                 |         |          |
| Volúmenes (V)   |                        | Pesos (W)   |                      | Volúmenes           | Unidades        | Pesos   | Unidades |
| $V_v =$   |                        | $W_v =$   |                      | 23.23               | cm <sup>3</sup> | -       | gr.      |
| $V_a =$   |                        | $W_a =$   |                      | 6.78                | cm <sup>3</sup> | 0.00    | gr.      |
| $V_w =$   |                        | $W_w =$   |                      | 16.45               | cm <sup>3</sup> | 16.45   | gr.      |
| $V_s =$   |                        | $W_s =$   |                      | 5.45                | cm <sup>3</sup> | 14.44   | gr.      |
| $V_m =$   |                        | $W_m =$   |                      | 28.67               | cm <sup>3</sup> | 30.89   | gr.      |
| Relación de vacíos  |                        | $e = V_v/V_s$   |                      | 4.26                |                 | Natural |          |
| Porosidad   |                        | $n\% = V_v/V_m * 100$   |                      | 81.00               |                 | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   |                        | $G_w\% = V_w/V_v * 100$   |                      | 70.83               |                 | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   |                        | $G_a\% = V_a/V_v * 100$   |                      | 29.17               |                 | %       |          |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |                        |   |                      |                     |                 |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 113.92 %.  |                        |   |                      |                     |                 |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                        |   |                      | <b>REVISÓ:</b>      |                 |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                        |   |                      | Ing. Favio Portilla |                 |         |          |



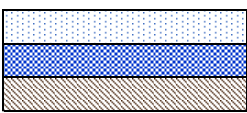
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XXXIII Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #02

|   |   |   |               |                     |         |          |
|---|---|---|---------------|---------------------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |               |                     |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |               |                     |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Diez de Agosto<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                         | <b>Número de muestra:</b> 2<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 171783; 9828087<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |               |                     |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |               |                     |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |               |                     |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 2             |                     |         |          |
|   | Recipiente  | N°  | D3            |                     |         |          |
| <i>Wh</i>   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 63.32         |                     |         |          |
| <i>Ws</i>   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 41.42         |                     |         |          |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 30.51         |                     |         |          |
| <i>Ww</i>   | Peso del agua   | gr.   | 21.90         |                     |         |          |
| <i>Wp</i>   | Peso del suelo seco   | gr.   | 10.91         |                     |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>200.73</b> |                     |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |               |                     |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   | Volúmenes     | Unidades            | Pesos   | Unidades |
| Vv=   |   | Wv=   | 28.38         | cm3                 | -       | gr.      |
| Va=   |    | Wa=   | 6.48          | cm3                 | 0.00    | gr.      |
| Vw=   |    | Ww=   | 21.90         | cm3                 | 21.90   | gr.      |
| Vs=   |    | Ws=   | 4.12          | cm3                 | 10.91   | gr.      |
| Vm=   |   | Wm=   | 32.50         | cm3                 | 32.81   | gr.      |
| Relación de vacíos  | e = Vv/Vs   |   | 6.89          |                     | Natural |          |
| Porosidad   | n% = Vv/Vm*100  |   | 87.33         |                     | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   | Gw% = Ww/Vv*100   |   | 77.16         |                     | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   | Ga% = Va/Vv *100  |   | 22.84         |                     | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |               |                     |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 200.73 %.  |   |   |               |                     |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |               | <b>REVISÓ:</b>      |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |               | Ing. Favio Portilla |         |          |






Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XXXIV. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #03

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                         |               |                     |          |         |          |
|---|---|-------------------------|---------------|---------------------|----------|---------|----------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                         |               |                     |          |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza   | <b>Número de muestra:</b> 3   |                         |               |                     |          |         |          |
| <b>Cantón:</b> Pastaza  | <b>Coordenadas:</b> 17M, 175751; 9833170  |                         |               |                     |          |         |          |
| <b>Sector:</b> Veracruz   | <b>Tipo:</b> Subrasante   |                         |               |                     |          |         |          |
| <b>Fecha:</b> 28/mar/2022   | <b>Profundidad:</b> 1.00 m  |                         |               |                     |          |         |          |
| <b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)  |   |                         |               |                     |          |         |          |
| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  |   |                         |               |                     |          |         |          |
| DATOS   |   |                         |               |                     |          |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | N°                      | 3             |                     |          |         |          |
|   | Recipiente  | N°                      | G9            |                     |          |         |          |
| $W_h$   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.                     | 68.29         |                     |          |         |          |
| $W_s$   | Rec + Suelo Seco  | gr.                     | 42.65         |                     |          |         |          |
| $W_r$   | Peso del recipiente   | gr.                     | 24.76         |                     |          |         |          |
| $W_w$   | Peso del agua   | gr.                     | 25.64         |                     |          |         |          |
| $W_p$   | Peso del suelo seco   | gr.                     | 17.89         |                     |          |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>                | <b>143.32</b> |                     |          |         |          |
| FASES DEL SUELO   |   |                         |               |                     |          |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)               |               | Volúmenes           | Unidades | Pesos   | Unidades |
| $V_v=$  |   | $W_v=$                  |               | 33.94               | cm3      | -       | gr.      |
| $V_a=$  |    | $W_a=$                  |               | 8.30                | cm3      | 0.00    | gr.      |
| $V_w=$  |   | $W_w=$                  |               | 25.64               | cm3      | 25.64   | gr.      |
| $V_s=$  |   | $W_s=$                  |               | 6.75                | cm3      | 17.89   | gr.      |
| $V_m=$  |   | $W_m=$                  |               | 40.69               | cm3      | 43.53   | gr.      |
| Relación de vacíos  |   | $e = V_v/V_s$           |               | 5.03                |          | Natural |          |
| Porosidad   |   | $n\% = V_v/V_m * 100$   |               | 83.41               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   |   | $G_w\% = W_w/V_v * 100$ |               | 75.54               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   |   | $G_a\% = V_a/V_v * 100$ |               | 24.46               |          | %       |          |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |                         |               |                     |          |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 143.32 %.  |   |                         |               |                     |          |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                         |               | <b>REVISÓ:</b>      |          |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                         |               | Ing. Favio Portilla |          |         |          |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez






Tabla XXXV. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #04

|  |  |   |              |                            |          |         |          |
|--|--|---|--------------|----------------------------|----------|---------|----------|
|   | <p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b></p> |  |              |                            |          |         |          |
| <p><b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.</p> |  |   |              |                            |          |         |          |
| <p><b>Provincia:</b> Pastaza<br/> <b>Cantón:</b> Pastaza<br/> <b>Sector:</b> Tarqui<br/> <b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br/> <b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)</p>                         | <p><b>Número de muestra:</b> 4<br/> <b>Coordenadas:</b> 17M; 178629; 9839423<br/> <b>Tipo:</b> Subrasante<br/> <b>Profundidad:</b> 0.90 m</p>                              |   |              |                            |          |         |          |
| <p><b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b></p>   |  |   |              |                            |          |         |          |
| <p><b>DATOS</b></p>  |  |   |              |                            |          |         |          |
| Símbolo  | Muestra  | Nº  |              |                            |          |         |          |
|  | Recipiente   | Nº  | 4            |                            |          |         |          |
| <i>Wh</i>  | Rec + Suelo Húmedo   | gr.   | 82.13        |                            |          |         |          |
| <i>Ws</i>  | Rec + Suelo Seco   | gr.   | 60.13        |                            |          |         |          |
| <i>Wr</i>  | Peso del recipiente  | gr.   | 28.30        |                            |          |         |          |
| <i>Ww</i>  | Peso del agua  | gr.   | 22.00        |                            |          |         |          |
| <i>Wp</i>  | Peso del suelo seco  | gr.   | 31.83        |                            |          |         |          |
| <b>W</b>   | <b>Humedad</b>   | <b>%</b>  | <b>69.12</b> |                            |          |         |          |
| <p><b>FASES DEL SUELO</b></p>  |  |   |              |                            |          |         |          |
| Volúmenes (V)  |  | Pesos (W)   |              | Volúmenes                  | Unidades | Pesos   | Unidades |
| Vv=  |  | Wv=   |              | 39.66                      | cm3      | -       | gr.      |
| Va=  |   | Wa=   |              | 17.66                      | cm3      | 0.00    | gr.      |
| Vw=  |   | Ww=   |              | 22.00                      | cm3      | 22.00   | gr.      |
| Vs=  |   | Ws=   |              | 12.01                      | cm3      | 31.83   | gr.      |
| Vm=  |  | Wm=   |              | 51.67                      | cm3      | 53.83   | gr.      |
| Relación de vacíos   |  | e= Vv/Vs  |              | 3.30                       |          | Natural |          |
| Porosidad  |  | n% = Vv/Vm*100  |              | 76.76                      |          | %       |          |
| Grado de Saturación de agua  |  | Gw% = Vw/Vv*100   |              | 55.47                      |          | %       |          |
| Grado de Saturación de aire  |  | Ga% = Va/Vv *100  |              | 44.53                      |          | %       |          |
| <p><b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b></p>   |  |   |              |                            |          |         |          |
| <p>El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 69.12 %.</p>   |  |   |              |                            |          |         |          |
| <p><b>REALIZÓ:</b></p>   |  |   |              | <p><b>REVISÓ:</b></p>      |          |         |          |
| <p>Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez</p>   |  |   |              | <p>Ing. Favio Portilla</p> |          |         |          |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez








Tabla XXXVI. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #05

|   |   |   |              |                     |          |         |          |
|---|---|---|--------------|---------------------|----------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |              |                     |          |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Puyo<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                                   | <b>Número de muestra:</b> 5<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 830965; 9833686<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.80 m                              |   |              |                     |          |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |              |                     |          |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  |              |                     |          |         |          |
|   | Recipiente  | Nº  | 5            |                     |          |         |          |
| <i>Wh</i>   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 69           |                     |          |         |          |
| <i>Ws</i>   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 80.71        |                     |          |         |          |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 43.37        |                     |          |         |          |
| <i>Ww</i>   | Peso del agua   | gr.   | 28.35        |                     |          |         |          |
| <i>Wp</i>   | Peso del suelo seco   | gr.   | 37.34        |                     |          |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>15.02</b> |                     |          |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |              |                     |          |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   |              | Volúmenes           | Unidades | Pesos   | Unidades |
| Vv=   |   | Wv=   |              | 48.62               | cm3      | -       | gr.      |
| Va=   |    | Wa=   |              | 11.28               | cm3      | 0.00    | gr.      |
| Vw=   |    | Ww=   |              | 37.34               | cm3      | 37.34   | gr.      |
| Vs=   |    | Ws=   |              | 5.67                | cm3      | 15.02   | gr.      |
| Vm=   |   | Wm=   |              | 54.29               | cm3      | 52.36   | gr.      |
| Relación de vacíos  |   | e= Vv/Vs  |              | 8.58                |          | Natural |          |
| Porosidad   |   | n% = Vv/Vm*100  |              | 89.56               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   |   | Gw% = Vw/Vv*100   |              | 76.80               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   |   | Ga% = Va/Vv *100  |              | 23.20               |          | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |              |                     |          |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 248.6 %.   |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |              | <b>REVISÓ:</b>      |          |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |              | Ing. Favio Portilla |          |         |          |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XXXVII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #06

|  |  |   |              |                     |          |         |          |
|--|--|---|--------------|---------------------|----------|---------|----------|
|   | <p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b></p> |  |              |                     |          |         |          |
| <p><b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.</p> |  |   |              |                     |          |         |          |
| <p><b>Provincia:</b> Pastaza<br/> <b>Cantón:</b> Pastaza<br/> <b>Sector:</b> Pomona<br/> <b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br/> <b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)</p>                         | <p><b>Número de muestra:</b> 6<br/> <b>Coordenadas:</b> 17M, 176242; 9815118<br/> <b>Tipo:</b> Subrasante<br/> <b>Profundidad:</b> 1.00 m</p>                              |   |              |                     |          |         |          |
| <p><b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b></p>   |  |   |              |                     |          |         |          |
| <p><b>DATOS</b></p>  |  |   |              |                     |          |         |          |
| Símbolo  | Muestra  | Nº  | 6            |                     |          |         |          |
|  | Recipiente   | Nº  | H12          |                     |          |         |          |
| <i>Wh</i>  | Rec + Suelo Húmedo   | gr.   | 73.26        |                     |          |         |          |
| <i>Ws</i>  | Rec + Suelo Seco   | gr.   | 54.26        |                     |          |         |          |
| <i>Wr</i>  | Peso del recipiente  | gr.   | 25.53        |                     |          |         |          |
| <i>Ww</i>  | Peso del agua  | gr.   | 19.00        |                     |          |         |          |
| <i>Wp</i>  | Peso del suelo seco  | gr.   | 28.73        |                     |          |         |          |
| <b>W</b>   | <b>Humedad</b>   | <b>%</b>  | <b>66.13</b> |                     |          |         |          |
| <p><b>FASES DEL SUELO</b></p>  |  |   |              |                     |          |         |          |
| Volúmenes (V)  |  | Pesos (W)   |              | Volúmenes           | Unidades | Pesos   | Unidades |
| Vv=  |  | Wv=   | 24.56        | cm3                 | -        | gr.     |          |
| Va=  |   | Wa=   | 5.56         | cm3                 | 0.00     | gr.     |          |
| Vw=  |   | Ww=   | 19.00        | cm3                 | 19.00    | gr.     |          |
| Vs=  |   | Ws=   | 10.84        | cm3                 | 28.73    | gr.     |          |
| Vm=  |  | Wm=   | 35.40        | cm3                 | 47.73    | gr.     |          |
| Relación de vacíos   |  | e= Vv/Vs  |              | 2.27                |          | Natural |          |
| Porosidad  |  | n% = Vv/Vm*100  |              | 69.37               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de agua  |  | Gw% = Vw/Vv*100   |              | 77.37               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de aire  |  | Ga% = Va/Vv *100  |              | 22.63               |          | %       |          |
| <p><b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b></p>   |  |   |              |                     |          |         |          |
| <p>El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 66.13 %.</p>   |  |   |              |                     |          |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>  |  |   |              | <b>REVISÓ:</b>      |          |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez  |  |   |              | Ing. Favio Portilla |          |         |          |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XXXVIII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #07

|   |   |   |              |                     |         |          |
|---|---|---|--------------|---------------------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |              |                     |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |              |                     |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Montalvo<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                               | <b>Número de muestra:</b> 7<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 261743; 9781102<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |              |                     |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |              |                     |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |              |                     |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  |              |                     |         |          |
|   | Recipiente  | Nº  | 7            |                     |         |          |
| $Wh$  | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 2R           |                     |         |          |
| $Ws$  | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 80.36        |                     |         |          |
| $Wr$  | Peso del recipiente   | gr.   | 57.41        |                     |         |          |
| $Ww$  | Peso del agua   | gr.   | 32.45        |                     |         |          |
| $Wp$  | Peso del suelo seco   | gr.   | 22.95        |                     |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>91.95</b> |                     |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |              |                     |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   | Volúmenes    | Unidades            | Pesos   | Unidades |
| $V_v =$   |   | $W_v =$   | 27.10        | cm <sup>3</sup>     | -       | gr.      |
| $V_a =$   |   | $W_a =$   | 4.15         | cm <sup>3</sup>     | 0.00    | gr.      |
| $V_w =$   |   | $W_w =$   | 22.95        | cm <sup>3</sup>     | 22.95   | gr.      |
| $V_s =$   |   | $W_s =$   | 9.42         | cm <sup>3</sup>     | 24.96   | gr.      |
| $V_m =$   |   | $W_m =$   | 36.52        | cm <sup>3</sup>     | 47.91   | gr.      |
| Relación de vacíos  | $e = V_v/V_s$   |   | 2.88         |                     | Natural |          |
| Porosidad   | $n\% = V_v/V_m * 100$   |   | 74.21        |                     | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   | $G_w\% = V_w/V_v * 100$   |   | 84.69        |                     | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   | $G_a\% = V_a/V_v * 100$   |   | 15.31        |                     | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |              |                     |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 91.95 %.   |   |   |              |                     |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |              | <b>REVISÓ:</b>      |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |              | Ing. Favio Portilla |         |          |



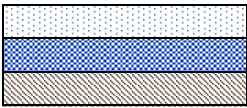
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XXXIX. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #08

|   |   |   |                     |                 |         |          |
|---|---|---|---------------------|-----------------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |                 |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |                 |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Fátima<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                                 | <b>Número de muestra:</b> 8<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 166393; 9841518<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.95 m                              |   |                     |                 |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |                     |                 |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |                 |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  |                     |                 |         |          |
|   | Recipiente  | Nº  | 8                   |                 |         |          |
| $W_h$   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 76.39               |                 |         |          |
| $W_s$   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 46.52               |                 |         |          |
| $W_r$   | Peso del recipiente   | gr.   | 24.61               |                 |         |          |
| $W_w$   | Peso del agua   | gr.   | 29.87               |                 |         |          |
| $W_p$   | Peso del suelo seco   | gr.   | 21.91               |                 |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>136.33</b>       |                 |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |                     |                 |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   | Volúmenes           | Unidades        | Pesos   | Unidades |
| $V_v =$   |   | $W_v =$   | 26.40               | cm <sup>3</sup> | -       | gr.      |
| $V_a =$   |   | $W_a =$   | -3.47               | cm <sup>3</sup> | 0.00    | gr.      |
| $V_w =$   |   | $W_w =$   | 29.87               | cm <sup>3</sup> | 29.87   | gr.      |
| $V_s =$   |   | $W_s =$   | 8.27                | cm <sup>3</sup> | 21.91   | gr.      |
| $V_m =$   |   | $W_m =$   | 34.66               | cm <sup>3</sup> | 51.78   | gr.      |
| Relación de vacíos  | $e = V_v/V_s$   |   | 3.19                |                 | Natural |          |
| Porosidad   | $n\% = V_v/V_m * 100$   |   | 76.15               |                 | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   | $G_w\% = V_w/V_v * 100$   |   | 113.16              |                 | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   | $G_a\% = V_a/V_v * 100$   |   | -13.16              |                 | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |                 |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 136.33 %.  |   |   |                     |                 |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |                 |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |                 |         |          |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XL. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #09

|   |   |   |           |                     |         |          |
|---|---|---|-----------|---------------------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |           |                     |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |           |                     |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Teniente Hugo Ortiz<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                    | <b>Número de muestra:</b> 9<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 170555; 9847397<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.95 m                              |   |           |                     |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |           |                     |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |           |                     |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  |           |                     |         |          |
|   | Recipiente  | Nº  | 9         |                     |         |          |
| $W_h$   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 4R        |                     |         |          |
| $W_s$   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 86.54     |                     |         |          |
| $W_r$   | Peso del recipiente   | gr.   | 56.00     |                     |         |          |
| $W_w$   | Peso del agua   | gr.   | 38.26     |                     |         |          |
| $W_p$   | Peso del suelo seco   | gr.   | 30.54     |                     |         |          |
| $W$   | Humedad   | %   | 17.74     |                     |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |           |                     |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   | Volúmenes | Unidades            | Pesos   | Unidades |
| $V_v =$   |   | $W_v =$   | 34.50     | cm <sup>3</sup>     | -       | gr.      |
| $V_a =$   |    | $W_a =$   | 3.96      | cm <sup>3</sup>     | 0.00    | gr.      |
| $V_w =$   |   | $W_w =$   | 30.54     | cm <sup>3</sup>     | 30.54   | gr.      |
| $V_s =$   |   | $W_s =$   | 6.69      | cm <sup>3</sup>     | 17.74   | gr.      |
| $V_m =$   |   | $W_m =$   | 41.20     | cm <sup>3</sup>     | 48.28   | gr.      |
| Relación de vacíos  | $e = V_v/V_s$   |   | 5.15      |                     | Natural |          |
| Porosidad   | $n\% = V_v/V_m * 100$   |   | 83.75     |                     | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   | $G_w\% = V_w/V_v * 100$   |   | 88.52     |                     | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   | $G_a\% = V_a/V_v * 100$   |   | 11.48     |                     | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |           |                     |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 172.15 %.  |   |   |           |                     |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |           | <b>REVISÓ:</b>      |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |           | Ing. Favio Portilla |         |          |






Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XLI. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #10

|   |   |   |              |                     |         |          |
|---|---|---|--------------|---------------------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |              |                     |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |              |                     |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Sarayacu<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                               | <b>Número de muestra:</b> 10<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 217733; 9809596<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                             |   |              |                     |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |              |                     |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |              |                     |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  |              |                     |         |          |
|   | Recipiente  | Nº  | 10           |                     |         |          |
| $W_h$   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 14LO         |                     |         |          |
| $W_s$   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 68.24        |                     |         |          |
| $W_r$   | Peso del recipiente   | gr.   | 39.53        |                     |         |          |
| $W_w$   | Peso del agua   | gr.   | 24.16        |                     |         |          |
| $W_p$   | Peso del suelo seco   | gr.   | 28.71        |                     |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>15.37</b> |                     |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |              |                     |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   | Volúmenes    | Unidades            | Pesos   | Unidades |
| $V_v =$   |   | $W_v =$   | 39.96        | cm <sup>3</sup>     | -       | gr.      |
| $V_a =$   |   | $W_a =$   | 11.25        | cm <sup>3</sup>     | 0.00    | gr.      |
| $V_w =$   |   | $W_w =$   | 28.71        | cm <sup>3</sup>     | 28.71   | gr.      |
| $V_s =$   |   | $W_s =$   | 5.80         | cm <sup>3</sup>     | 15.37   | gr.      |
| $V_m =$   |   | $W_m =$   | 45.76        | cm <sup>3</sup>     | 44.08   | gr.      |
| Relación de vacíos  | $e = V_v/V_s$   |   | 6.89         |                     | Natural |          |
| Porosidad   | $n\% = V_v/V_m * 100$   |   | 87.33        |                     | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   | $G_w\% = V_w/V_v * 100$   |   | 71.84        |                     | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   | $G_a\% = V_a/V_v * 100$   |   | 28.16        |                     | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |              |                     |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 186.79 %.  |   |   |              |                     |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |              | <b>REVISÓ:</b>      |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrrez  |   |   |              | Ing. Favio Portilla |         |          |






Realizado: R. D. Villacrés Chérrrez

Tabla XLII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #11

|   |   |   |              |                     |          |         |          |
|---|---|---|--------------|---------------------|----------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |              |                     |          |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> El Triunfo<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                             | <b>Número de muestra:</b> 11<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 188834; 9841102<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.95 m                             |   |              |                     |          |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |              |                     |          |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  |              |                     |          |         |          |
|   | Recipiente  | Nº  | 11           |                     |          |         |          |
| <i>Wh</i>   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 2J           |                     |          |         |          |
| <i>Ws</i>   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 83.47        |                     |          |         |          |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 61.95        |                     |          |         |          |
| <i>Ww</i>   | Peso del agua   | gr.   | 33.86        |                     |          |         |          |
| <i>Wp</i>   | Peso del suelo seco   | gr.   | 21.52        |                     |          |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>76.61</b> |                     |          |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |              |                     |          |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   |              | Volúmenes           | Unidades | Pesos   | Unidades |
| Vv=   |   | Wv=   |              | 35.22               | cm3      | -       | gr.      |
| Va=   |    | Wa=   |              | 13.70               | cm3      | 0.00    | gr.      |
| Vw=   |    | Ww=   |              | 21.52               | cm3      | 21.52   | gr.      |
| Vs=   |    | Ws=   |              | 10.60               | cm3      | 28.09   | gr.      |
| Vm=   |   | Wm=   |              | 45.82               | cm3      | 49.61   | gr.      |
| Relación de vacíos  |   | e= Vv/Vs  |              | 3.32                |          | Natural |          |
| Porosidad   |   | n% = Vv/Vm*100  |              | 76.87               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   |   | Gw% = Vw/Vv*100   |              | 61.10               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   |   | Ga% = Va/Vv *100  |              | 38.90               |          | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |              |                     |          |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 76.61 %.   |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |              | <b>REVISÓ:</b>      |          |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrrez  |   |   |              | Ing. Favio Portilla |          |         |          |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrrez



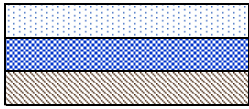
Tabla XLIII. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #12

|   |   |   |              |                     |          |         |          |
|---|---|---|--------------|---------------------|----------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |              |                     |          |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Simón Bolívar<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                          | <b>Número de muestra:</b> 12<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 194571; 9790056<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |   |              |                     |          |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |              |                     |          |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  |              |                     |          |         |          |
|   | Recipiente  | Nº  | 12           |                     |          |         |          |
| <i>Wh</i>   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 44           |                     |          |         |          |
| <i>Ws</i>   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 93.25        |                     |          |         |          |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 72.34        |                     |          |         |          |
| <i>Ww</i>   | Peso del agua   | gr.   | 34.21        |                     |          |         |          |
| <i>Wp</i>   | Peso del suelo seco   | gr.   | 20.91        |                     |          |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>54.84</b> |                     |          |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |              |                     |          |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   |              | Volúmenes           | Unidades | Pesos   | Unidades |
| Vv=   |   | Wv=   |              | 33.57               | cm3      | -       | gr.      |
| Va=   |    | Wa=   |              | 12.66               | cm3      | 0.00    | gr.      |
| Vw=   |    | Ww=   |              | 20.91               | cm3      | 20.91   | gr.      |
| Vs=   |    | Ws=   |              | 14.39               | cm3      | 38.13   | gr.      |
| Vm=   |   | Wm=   |              | 47.96               | cm3      | 59.04   | gr.      |
| Relación de vacíos  |   | e= Vv/Vs  |              | 2.33                |          | Natural |          |
| Porosidad   |   | n% = Vv/Vm*100  |              | 70.00               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   |   | Gw% = Vw/Vv*100   |              | 62.29               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   |   | Ga% = Va/Vv *100  |              | 37.71               |          | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |              |                     |          |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 54.84 %.   |   |   |              |                     |          |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |              | <b>REVISÓ:</b>      |          |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |              | Ing. Favio Portilla |          |         |          |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez








Tabla XLIV. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #13

|   |   |   |               |                     |          |         |          |
|---|---|---|---------------|---------------------|----------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |               |                     |          |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |               |                     |          |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Río Corrientes<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                         | <b>Número de muestra:</b> 13<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 304199; 9767761<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |   |               |                     |          |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |               |                     |          |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |               |                     |          |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  |               |                     |          |         |          |
|   | Recipiente  | Nº  | 13            |                     |          |         |          |
| <i>Wh</i>   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 19E           |                     |          |         |          |
| <i>Ws</i>   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 73.49         |                     |          |         |          |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 40.03         |                     |          |         |          |
| <i>Ww</i>   | Peso del agua   | gr.   | 24.01         |                     |          |         |          |
| <i>Wp</i>   | Peso del suelo seco   | gr.   | 33.46         |                     |          |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>208.86</b> |                     |          |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |               |                     |          |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   |               | Volúmenes           | Unidades | Pesos   | Unidades |
| Vv=   |    | Wv=   |               | 40.51               | cm3      | -       | gr.      |
| Va=   |   | Wa=   |               | 7.05                | cm3      | 0.00    | gr.      |
| Vw=   |   | Ww=   |               | 33.46               | cm3      | 33.46   | gr.      |
| Vs=   |   | Ws=   |               | 6.05                | cm3      | 16.02   | gr.      |
| Vm=   |   | Wm=   |               | 46.55               | cm3      | 49.48   | gr.      |
| Relación de vacíos  |   | e = Vv/Vs   |               | 6.70                |          | Natural |          |
| Porosidad   |   | n% = Vv/Vm*100  |               | 87.01               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   |   | Gw% = Vw/Vv*100   |               | 82.60               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   |   | Ga% = Va/Vv *100  |               | 17.40               |          | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |               |                     |          |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 208.86 %.  |   |   |               |                     |          |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |               | <b>REVISÓ:</b>      |          |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |               | Ing. Favio Portilla |          |         |          |



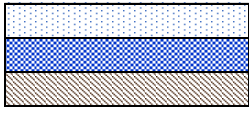
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XLV. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #14

|   |   |   |               |                     |          |         |          |
|---|---|---|---------------|---------------------|----------|---------|----------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |               |                     |          |         |          |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |               |                     |          |         |          |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Río Tigres<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 265-15 (2019)                             | <b>Número de muestra:</b> 14<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 342109; 9793417<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |   |               |                     |          |         |          |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</b>   |   |   |               |                     |          |         |          |
| <b>DATOS</b>  |   |   |               |                     |          |         |          |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 14            |                     |          |         |          |
|   | Recipiente  | N°  | 34Geo         |                     |          |         |          |
| <i>Wh</i>   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.   | 86.13         |                     |          |         |          |
| <i>Ws</i>   | Rec + Suelo Seco  | gr.   | 49.97         |                     |          |         |          |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 34.16         |                     |          |         |          |
| <i>Ww</i>   | Peso del agua   | gr.   | 36.16         |                     |          |         |          |
| <i>Wp</i>   | Peso del suelo seco   | gr.   | 15.81         |                     |          |         |          |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>  | <b>228.72</b> |                     |          |         |          |
| <b>FASES DEL SUELO</b>  |   |   |               |                     |          |         |          |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)   |               | Volúmenes           | Unidades | Pesos   | Unidades |
| Vv=   |   | Wv=   |               | 46.37               | cm3      | -       | gr.      |
| Va=   |    | Wa=   |               | 10.21               | cm3      | 0.00    | gr.      |
| Vw=   |    | Ww=   |               | 36.16               | cm3      | 36.16   | gr.      |
| Vs=   |    | Ws=   |               | 5.97                | cm3      | 15.81   | gr.      |
| Vm=   |   | Wm=   |               | 52.34               | cm3      | 51.97   | gr.      |
| Relación de vacíos  |   | e= Vv/Vs  |               | 7.77                |          | Natural |          |
| Porosidad   |   | n% = Vv/Vm*100  |               | 88.60               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de agua   |   | Gw% = Vw/Vv*100   |               | 77.97               |          | %       |          |
| Grado de Saturación de aire   |   | Ga% = Va/Vv *100  |               | 22.03               |          | %       |          |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |               |                     |          |         |          |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 228.72 %.  |   |   |               |                     |          |         |          |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |               | <b>REVISÓ:</b>      |          |         |          |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |               | Ing. Favio Portilla |          |         |          |



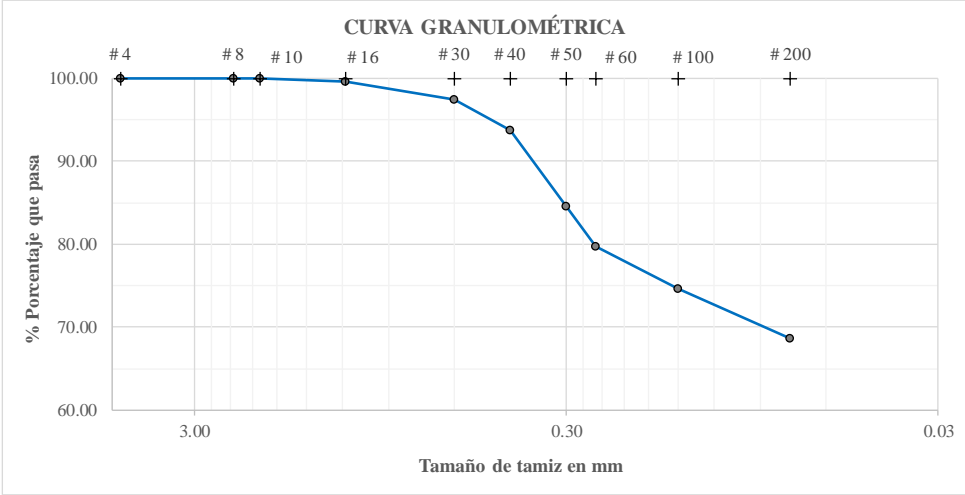
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XLVI. Contenido de Humedad Gravimétrico Pozo #15

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO   |   | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA |                      | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL |          | PROYECTO DE TITULACIÓN |   |
|---|---|---|----------------------|-----------------------------|----------|------------------------|---|
|        |   |   |                      |                             |          |                        |  |
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                      |                             |          |                        |   |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>               | 15                   |                             |          |                        |   |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>                     | 17M, 169730; 9833851 |                             |          |                        |   |
| <b>Sector:</b>  | Puyo 2  | <b>Tipo:</b>                            | Subrasante           |                             |          |                        |   |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>                     | 1.00 m               |                             |          |                        |   |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 265-15 (2019)  |   |                      |                             |          |                        |   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  |   |   |                      |                             |          |                        |   |
| DATOS   |   |   |                      |                             |          |                        |   |
| Símbolo   | Muestra   | N°                                      | 15                   |                             |          |                        |   |
|   | Recipiente  | N°                                      | 16W                  |                             |          |                        |   |
| <i>Wh</i>   | Rec + Suelo Húmedo  | gr.                                     | 80.62                |                             |          |                        |   |
| <i>Ws</i>   | Rec + Suelo Seco  | gr.                                     | 58.16                |                             |          |                        |   |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.                                     | 24.12                |                             |          |                        |   |
| <i>Ww</i>   | Peso del agua   | gr.                                     | 22.46                |                             |          |                        |   |
| <i>Wp</i>   | Peso del suelo seco   | gr.                                     | 34.04                |                             |          |                        |   |
| <b>W</b>  | <b>Humedad</b>  | <b>%</b>                                | <b>65.98</b>         |                             |          |                        |   |
| FASES DEL SUELO   |   |   |                      |                             |          |                        |   |
| Volúmenes (V)   |   | Pesos (W)                               |                      | Volúmenes                   | Unidades | Pesos                  | Unidades  |
| Vv=   |    | Wv=                                     |                      | 44.06                       | cm3      | -                      | gr.   |
| Va=   |   | Wa=                                     |                      | 21.60                       | cm3      | 0.00                   | gr.   |
| Vw=   |   | Ww=                                     |                      | 22.46                       | cm3      | 22.46                  | gr.   |
| Vs=   |   | Ws=                                     |                      | 12.85                       | cm3      | 34.04                  | gr.   |
| Vm=   |   | Wm=                                     |                      | 56.90                       | cm3      | 56.50                  | gr.   |
| Relación de vacíos  |   | e = Vv/Vs                               |                      | 3.43                        |          | Natural                |   |
| Porosidad   |   | n% = Vv/Vm*100                          |                      | 77.43                       |          | %                      |   |
| Grado de Saturación de agua   |   | Gw% = Vw/Vv*100                         |                      | 50.98                       |          | %                      |   |
| Grado de Saturación de aire   |   | Ga% = Va/Vv *100                        |                      | 49.02                       |          | %                      |   |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |                             |          |                        |   |
| El contenido de humedad natural obtenido en este suelo corresponde al valor de 65.98 %. |   |   |                      |                             |          |                        |   |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |                      | <b>REVISÓ:</b>              |          |                        |   |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |                      | Ing. Favio Portilla         |          |                        |   |



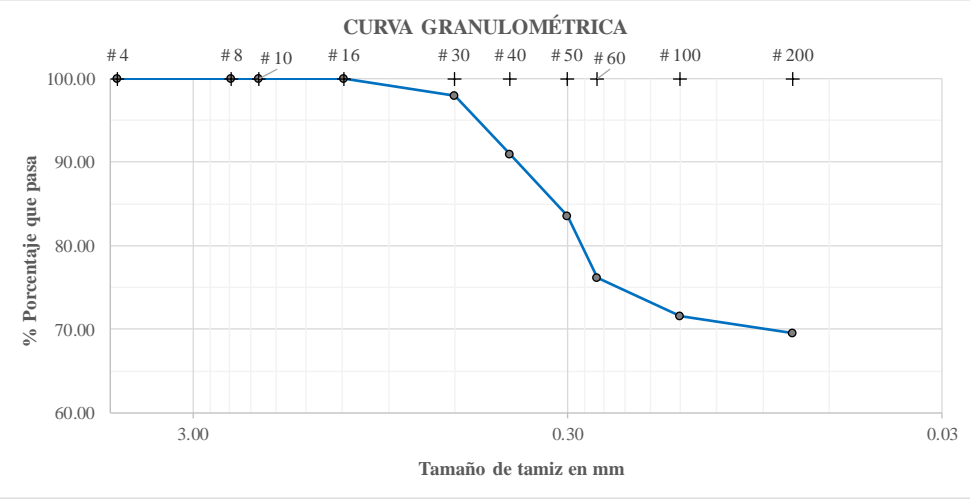
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XLVII Granulometría Pozo #01

|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                             |              |        |
|---|---|---|-----------------------------|--------------|--------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.             |   |   |                             |              |        |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Canelos<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)  | <b>Número de muestra:</b> 1<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 194007; 9824166<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                              |   |                             |              |        |
| GRANULOMETRÍA   |   |   |                             |              |        |
| DATOS   |   |   |                             |              |        |
| W INICIAL (gr) =  |   |   | 500.00                      |              |        |
| TAMIZ   | mm  | W Retenido (gr)   | W RET. ACUM.                | % RET. ACUM. | % PASA |
| # 4   | 4.75  | 0.00  | 0.00                        | 0.00         | 100.00 |
| # 8   | 2.36  | 0.00  | 0.00                        | 0.00         | 100.00 |
| # 10  | 2.00  | 0.00  | 0.00                        | 0.00         | 100.00 |
| # 16  | 1.18  | 2.30  | 2.30                        | 0.46         | 99.54  |
| # 30  | 0.60  | 10.35   | 12.65                       | 2.53         | 97.47  |
| # 40  | 0.43  | 18.65   | 31.30                       | 6.26         | 93.74  |
| # 50  | 0.30  | 45.93   | 77.23                       | 15.45        | 84.55  |
| # 60  | 0.25  | 24.36   | 101.59                      | 20.32        | 79.68  |
| # 100   | 0.15  | 25.31   | 126.90                      | 25.38        | 74.62  |
| # 200   | 0.08  | 29.78   | 156.68                      | 31.34        | 68.66  |
| # Fuente  |   | 341.79  | 498.47                      | -            | -      |
|   |   |   |                             |              |        |
| Clasificación   | GRAVA (%G)  | ARENA (%S)  | FINO (%F)                   | SUELO        |        |
| SUCS  | 0.00  | 31.34   | 68.66                       | MH           |        |
| AASHTO  | 0.00  | 31.34   | 68.66                       | A-7-5        |        |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |   |   |                             |              |        |
| D10 (mm)  | N/A   | Cu =  | D60 / D10                   | N/A          |        |
| D30 (mm)  | N/A   | Cc =  | D30 <sup>2</sup> /(D60*D10) | N/A          |        |
| D60 (mm)  | N/A   |   |                             |              |        |
| N/A: Debido a que la prolongación de la línea se exteinde demasiado no representa un valor real para los diámetros respectivos, de igual forma para el cálculo de los Coeficientes del suelo. |   |   |                             |              |        |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>              |              |        |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla         |              |        |



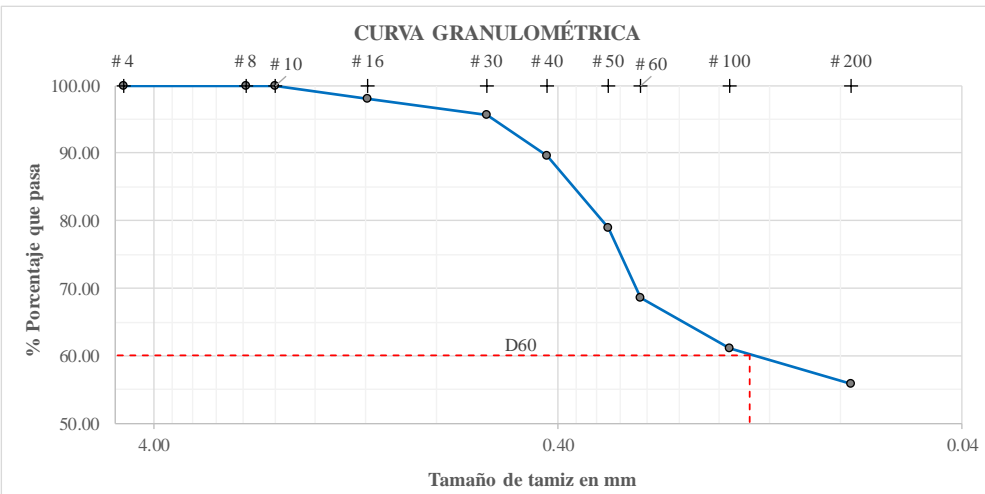
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XLVIII Granulometría Pozo #02

|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                             |                  |              |
|---|---|---|-----------------------------|------------------|--------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                             |                  |              |
| <b>Provincia:</b> Tungurahua<br><b>Cantón:</b> Ambato<br><b>Sector:</b> Tarqui<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)                                   | <b>Número de muestra:</b> 2<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 171783; 9828087<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |                             |                  |              |
| <b>GRANULOMETRÍA</b>  |   |   |                             |                  |              |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                             |                  |              |
| W INICIAL (gr) =  |   |   | 500.00                      |                  |              |
| TAMIZ   | mm  | W Retenido (gr)   | W RET .ACUM.                | % RET .ACUM.     | % PASA       |
| # 4   | 4.75  | 0.00  | 0.00                        | 0.00             | 100.00       |
| # 8   | 2.36  | 0.00  | 0.00                        | 0.00             | 100.00       |
| # 10  | 2.00  | 0.00  | 0.00                        | 0.00             | 100.00       |
| # 16  | 1.18  | 0.00  | 0.00                        | 0.00             | 100.00       |
| # 30  | 0.60  | 10.36   | 10.36                       | 2.07             | 97.93        |
| # 40  | 0.43  | 34.69   | 45.05                       | 9.01             | 90.99        |
| # 50  | 0.30  | 37.02   | 82.07                       | 16.41            | 83.59        |
| # 60  | 0.25  | 36.90   | 118.97                      | 23.79            | 76.21        |
| # 100   | 0.15  | 23.19   | 142.16                      | 28.43            | 71.57        |
| # 200   | 0.08  | 10.10   | 152.26                      | 30.45            | 69.55        |
| # Fuente  |   | 346.03  | 498.29                      | -                | -            |
|   |   |   |                             |                  |              |
| <b>Clasificación</b>  |   | <b>GRAVA (%G)</b>   | <b>ARENA (%S)</b>           | <b>FINO (%F)</b> | <b>SUELO</b> |
| SUCS  |   | 0.00  | 30.45                       | 69.55            | HM           |
| AASHTO  |   | 0.00  | 30.45                       | 69.55            | A-5-7        |
| <b>COEFICIENTE DEL SUELO</b>  |   |   |                             |                  |              |
| D10 (mm)  | N/A   | Cu =  | D60 / D10                   | N/A              |              |
| D30 (mm)  | N/A   | Cc =  | D30 <sup>2</sup> /(D60*D10) | N/A              |              |
| D60 (mm)  | N/A   |   |                             |                  |              |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>              |                  |              |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla         |                  |              |



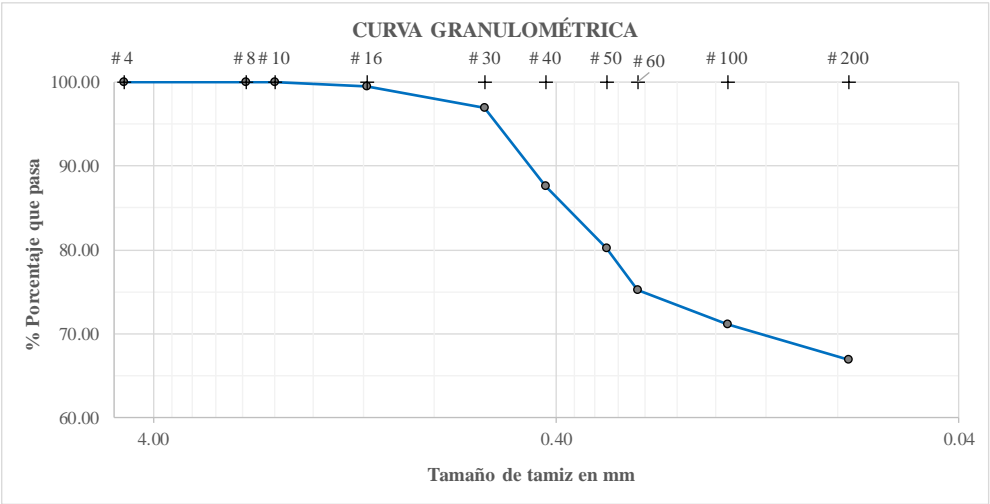
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XLIX Granulometría Pozo #03

|    |  | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                             |                     |        |  |  |
|---|--|---|-----------------------------|---------------------|--------|---|--|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |  |   |                             |                     |        |   |  |
| <b>Provincia:</b> Tungurahua<br><b>Cantón:</b> Ambato<br><b>Sector:</b> Veracruz<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)                                 | <b>Número de muestra:</b> 3<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 175751; 9833170<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m |   |                             |                     |        |   |  |
| GRANULOMETRÍA   |  |   |                             |                     |        |   |  |
| DATOS   |  |   |                             |                     |        |   |  |
| W INICIAL (gr) =  |  |   | 500.00                      |                     |        |   |  |
| TAMIZ   | mm   | W Retenido (gr)   | W RET. ACUM.                | % RET. ACUM.        | % PASA |   |  |
| # 4   | 4.75   | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 8   | 2.36   | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 10  | 2.00   | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 16  | 1.18   | 10.00   | 10.00                       | 2.00                | 98.00  |   |  |
| # 30  | 0.60   | 12.00   | 22.00                       | 4.40                | 95.60  |   |  |
| # 40  | 0.43   | 30.00   | 52.00                       | 10.40               | 89.60  |   |  |
| # 50  | 0.30   | 53.18   | 105.18                      | 21.04               | 78.96  |   |  |
| # 60  | 0.25   | 52.30   | 157.48                      | 31.50               | 68.50  |   |  |
| # 100   | 0.15   | 37.02   | 194.50                      | 38.90               | 61.10  |   |  |
| # 200   | 0.08   | 26.00   | 220.50                      | 44.10               | 55.90  |   |  |
| # Fuente  |  | 278.03  | 498.53                      | -                   | -      |   |  |
|   |  |   |                             |                     |        |   |  |
| Clasificación   | GRAVA (%G)   | ARENA (%S)  | FINO (%F)                   | SUELO               |        |   |  |
| SUCS  | 0.00   | 44.10   | 55.90                       | MH                  |        |   |  |
| AASHTO  | 0.00   | 44.10   | 55.90                       | A-7-5               |        |   |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |  |   |                             |                     |        |   |  |
| D10 (mm)  | N/A  | Cu =  | D60 / D10                   | N/A                 |        |   |  |
| D30 (mm)  | N/A  | Cc =  | D30 <sup>2</sup> /(D60*D10) | N/A                 |        |   |  |
| D60 (mm)  | 0.134  |   |                             |                     |        |   |  |
| <b>REALIZÓ:</b>   |  |   |                             | <b>REVISÓ:</b>      |        |   |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |  |   |                             | Ing. Favio Portilla |        |   |  |



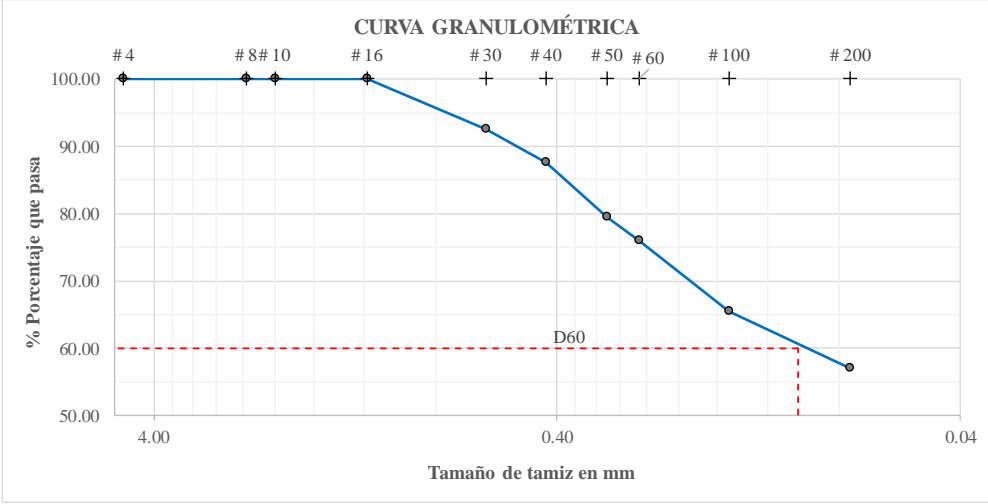
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla L Granulometría Pozo #04

|    |                    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                                |                     |        |  |  |
|---|--------------------|---|--------------------------------|---------------------|--------|---|--|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| <b>Provincia:</b>   | Tungurahua         | <b>Número de muestra:</b>   | 4                              |                     |        |   |  |
| <b>Cantón:</b>  | Ambato             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M; 178629; 9839423           |                     |        |   |  |
| <b>Sector:</b>  | Diez de Agosto     | <b>Tipo:</b>  | Subrasante                     |                     |        |   |  |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022        | <b>Profundidad:</b>   | 0.90 m                         |                     |        |   |  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 88 (2019) |   |                                |                     |        |   |  |
| GRANULOMETRÍA   |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| DATOS   |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| W INICIAL (gr) =  |                    |   | 500.00                         |                     |        |   |  |
| TAMIZ   | mm                 | W Retenido (gr)   | W <sub>RET.ACUM.</sub>         | % RET.ACUM.         | % PASA |   |  |
| # 4   | 4.75               | 0.00  | 0.00                           | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 8   | 2.36               | 0.00  | 0.00                           | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 10  | 2.00               | 0.00  | 0.00                           | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 16  | 1.18               | 2.89  | 2.89                           | 0.58                | 99.42  |   |  |
| # 30  | 0.60               | 12.36   | 15.25                          | 3.05                | 96.95  |   |  |
| # 40  | 0.43               | 47.01   | 62.26                          | 12.45               | 87.55  |   |  |
| # 50  | 0.30               | 36.72   | 98.98                          | 19.80               | 80.20  |   |  |
| # 60  | 0.25               | 24.88   | 123.86                         | 24.77               | 75.23  |   |  |
| # 100   | 0.15               | 20.36   | 144.22                         | 28.84               | 71.16  |   |  |
| # 200   | 0.08               | 21.36   | 165.58                         | 33.12               | 66.88  |   |  |
| # Fuente  |                    | 331.98  | 497.56                         | -                   | -      |   |  |
|   |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| Clasificación   | GRAVA (%G)         | ARENA (%S)  | FINO (%F)                      | SUELO               |        |   |  |
| SUCS  | 0.00               | 33.12   | 66.88                          | OL                  |        |   |  |
| AASHTO  | 0.00               | 33.12   | 66.88                          | A5                  |        |   |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| D10 (mm)  | N/A                | Cu =  | D60 / D10                      | N/A                 |        |   |  |
| D30 (mm)  | N/A                | Cc =  | D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10) | N/A                 |        |   |  |
| D60 (mm)  | N/A                |   |                                |                     |        |   |  |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                    |   |                                | <b>REVISÓ:</b>      |        |   |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                    |   |                                | Ing. Favio Portilla |        |   |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LI Granulometría Pozo #05

|    |  | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                                |  |        |
|---|--|---|--------------------------------|---|--------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |  |   |                                |   |        |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Puyo<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)                                       | <b>Número de muestra:</b> 5<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 830965; 9833686<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.80 m |   |                                |   |        |
| GRANULOMETRÍA   |  |   |                                |   |        |
| DATOS   |  |   |                                |   |        |
| W INICIAL (gr) =  |  |   | 500.00                         |   |        |
| TAMIZ   | mm   | W Retenido (gr)   | W <sub>RET.ACUM.</sub>         | % RET.ACUM.   | % PASA |
| # 4   | 4.75   | 0.00  | 0.00                           | 0.00  | 100.00 |
| # 8   | 2.36   | 0.00  | 0.00                           | 0.00  | 100.00 |
| # 10  | 2.00   | 0.00  | 0.00                           | 0.00  | 100.00 |
| # 16  | 1.18   | 0.00  | 0.00                           | 0.00  | 100.00 |
| # 30  | 0.60   | 37.32   | 37.32                          | 7.46  | 92.54  |
| # 40  | 0.43   | 24.36   | 61.68                          | 12.34   | 87.66  |
| # 50  | 0.30   | 40.87   | 102.55                         | 20.51   | 79.49  |
| # 60  | 0.25   | 17.43   | 119.98                         | 24.00   | 76.00  |
| # 100   | 0.15   | 52.33   | 172.31                         | 34.46   | 65.54  |
| # 200   | 0.08   | 42.40   | 214.71                         | 42.94   | 57.06  |
| # Fuente  |  | 284.67  | 499.38                         | -   | -      |
|   |  |   |                                |   |        |
| Clasificación   | GRAVA (%G)   | ARENA (%S)  | FINO (%F)                      | SUELO   |        |
| SUCS  | 0.00   | 42.94   | 57.06                          | OL  |        |
| AASHTO  | 0.00   | 42.94   | 57.06                          | A5  |        |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |  |   |                                |   |        |
| D10 (mm)  | N/A  | Cu =  | D60 / D10                      | N/A   |        |
| D30 (mm)  | N/A  | Cc =  | D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10) | N/A   |        |
| D60 (mm)  | 0.101  |   |                                |   |        |
| <b>REALIZÓ:</b>   |  |   | <b>REVISÓ:</b>                 |   |        |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |  |   | Ing. Favio Portilla            |   |        |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla LII Granulometría Pozo #06



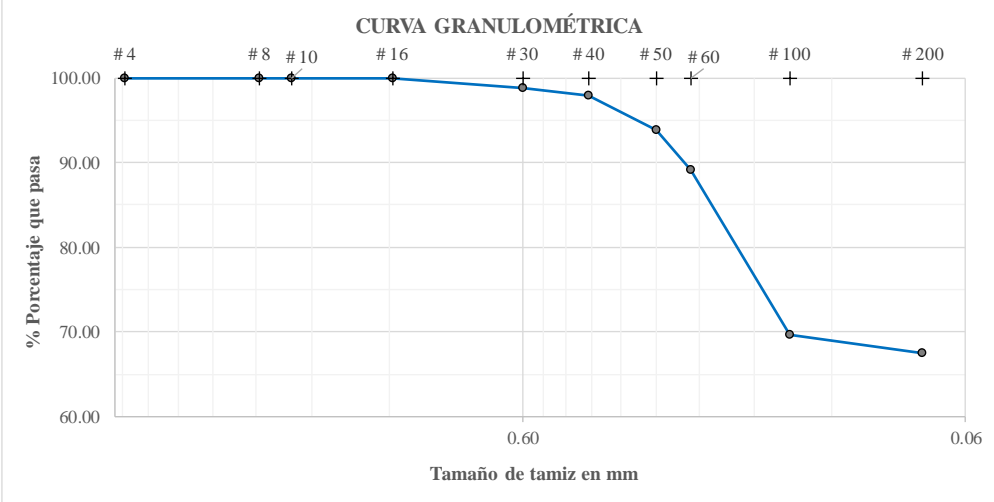


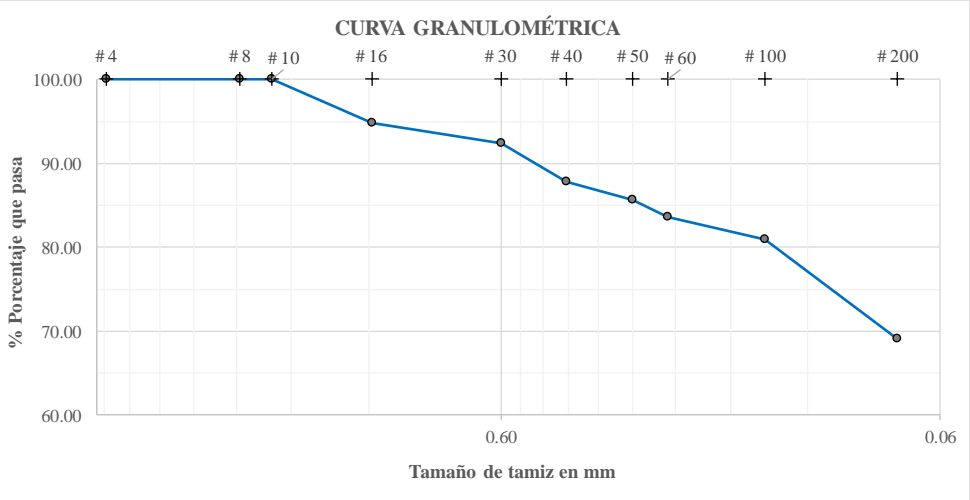


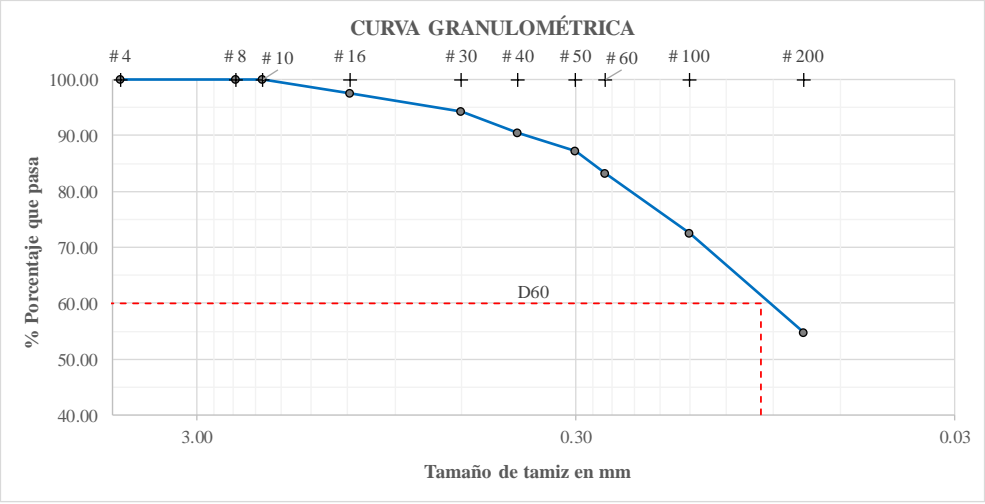
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  |                    | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA   |                             | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL   |        | PROYECTO DE TITULACIÓN |  |
|--|--------------------|---|-----------------------------|---|--------|------------------------|--|
|     |                    |  |                             | <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |        |                        |  |
| <b>Provincia:</b>  | Pastaza            | <b>Número de muestra:</b>   | 6                           |   |        |                        |  |
| <b>Cantón:</b>   | Pastaza            | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 176242; 9815118        |   |        |                        |  |
| <b>Sector:</b>   | Pomona             | <b>Tipo:</b>  | Subrasante                  |   |        |                        |  |
| <b>Fecha:</b>  | 15/mar/2022        | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m                      |   |        |                        |  |
| <b>Norma:</b>  | AASHTO T 88 (2019) |   |                             |   |        |                        |  |
| GRANULOMETRÍA  |                    |   |                             |   |        |                        |  |
| DATOS  |                    |   |                             |   |        |                        |  |
| W INICIAL (gr) =   |                    |   | 500.00                      |   |        |                        |  |
| TAMIZ  | mm                 | W Retenido (gr)   | W RET .ACUM.                | % RET .ACUM.  | % PASA |                        |  |
| # 4  | 4.75               | 0.00  | 0.00                        | 0.00  | 100.00 |                        |  |
| # 8  | 2.36               | 0.00  | 0.00                        | 0.00  | 100.00 |                        |  |
| # 10   | 2.00               | 0.00  | 0.00                        | 0.00  | 100.00 |                        |  |
| # 16   | 1.18               | 0.00  | 0.00                        | 0.00  | 100.00 |                        |  |
| # 30   | 0.60               | 5.82  | 5.82                        | 1.16  | 98.84  |                        |  |
| # 40   | 0.43               | 4.69  | 10.51                       | 2.10  | 97.90  |                        |  |
| # 50   | 0.30               | 20.51   | 31.02                       | 6.20  | 93.80  |                        |  |
| # 60   | 0.25               | 23.46   | 54.48                       | 10.90   | 89.10  |                        |  |
| # 100  | 0.15               | 97.49   | 151.97                      | 30.39   | 69.61  |                        |  |
| # 200  | 0.08               | 10.83   | 162.80                      | 32.56   | 67.44  |                        |  |
| # Fuente   |                    | 333.92  | 496.72                      | -   | -      |                        |  |
|  |                    |   |                             |   |        |                        |  |
| Clasificación  | GRAVA (%G)         | ARENA (%S)  | FINO (%F)                   | SUELO   |        |                        |  |
| SUCS   | 0.00               | 32.56   | 67.44                       | MH  |        |                        |  |
| AASHTO   | 0.00               | 32.56   | 67.44                       | A-7-5   |        |                        |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO  |                    |   |                             |   |        |                        |  |
| D10 (mm)   | N/A                | Cu =  | D60 / D10                   |   | N/A    |                        |  |
| D30 (mm)   | N/A                | Cc =  | D30 <sup>2</sup> /(D60*D10) |   | N/A    |                        |  |
| D60 (mm)   | N/A                |   |                             |   |        |                        |  |
| <b>REALIZÓ:</b>  |                    |   |                             | <b>REVISÓ:</b>  |        |                        |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez  |                    |   |                             | Ing. Favio Portilla   |        |                        |  |
| <b>Realizado: R. D. Villacrés Chérrez</b>  |                    |   |                             |   |        |                        |  |

Tabla LIII Granulometría Pozo #07

|    |            | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |        |  |  |
|---|------------|---|--|---------------------|--------|---|--|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |            |   |  |                     |        |   |  |
| <b>Provincia:</b> Tungurahua<br><b>Cantón:</b> Ambato<br><b>Sector:</b> Montalvo<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)                                 |            |   | <b>Número de muestra:</b> 7<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 261743; 9781102<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m |                     |        |   |  |
| GRANULOMETRÍA   |            |   |  |                     |        |   |  |
| DATOS   |            |   |  |                     |        |   |  |
| W INICIAL (gr) =  |            |   | 500.00   |                     |        |   |  |
| TAMIZ   | mm         | W Retenido (gr)   | W RET. ACUM.   | % RET. ACUM.        | % PASA |   |  |
| # 4   | 4.75       | 0.00  | 0.00   | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 8   | 2.36       | 0.00  | 0.00   | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 10  | 2.00       | 0.00  | 0.00   | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 16  | 1.18       | 25.80   | 25.80  | 5.16                | 94.84  |   |  |
| # 30  | 0.60       | 12.23   | 38.03  | 7.61                | 92.39  |   |  |
| # 40  | 0.43       | 22.70   | 60.73  | 12.15               | 87.85  |   |  |
| # 50  | 0.30       | 11.05   | 71.78  | 14.36               | 85.64  |   |  |
| # 60  | 0.25       | 10.25   | 82.03  | 16.41               | 83.59  |   |  |
| # 100   | 0.15       | 13.29   | 95.32  | 19.06               | 80.94  |   |  |
| # 200   | 0.08       | 58.98   | 154.30   | 30.86               | 69.14  |   |  |
| # Fuente  |            | 344.32  | 498.62   | -                   | -      |   |  |
|   |            |   |  |                     |        |   |  |
| Clasificación   | GRAVA (%G) | ARENA (%S)  | FINO (%F)  | SUELO               |        |   |  |
| SUCS  | 0.00       | 30.86   | 69.14  | MH                  |        |   |  |
| AASHTO  | 0.00       | 30.86   | 69.14  | A-7-5               |        |   |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |            |   |  |                     |        |   |  |
| D10 (mm)  | N/A        | Cu =  | D60 / D10  |                     | N/A    |   |  |
| D30 (mm)  | N/A        | Cc =  | D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10)   |                     | N/A    |   |  |
| D60 (mm)  | N/A        |   |  |                     |        |   |  |
| <b>REALIZÓ:</b>   |            |   |  | <b>REVISÓ:</b>      |        |   |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |            |   |  | Ing. Favio Portilla |        |   |  |



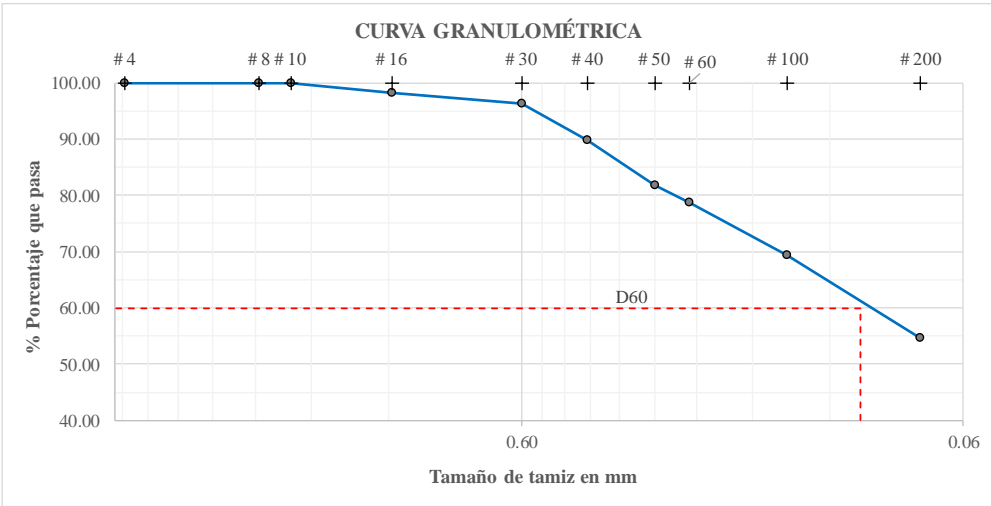
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LIV Granulometría Pozo #08

|    |  | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                                |  |        |
|---|--|---|--------------------------------|---|--------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |  |   |                                |   |        |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Fátima<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)                                     | <b>Número de muestra:</b> 8<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 166393; 9841518<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.95 m |   |                                |   |        |
| GRANULOMETRÍA   |  |   |                                |   |        |
| DATOS   |  |   |                                |   |        |
| W INICIAL (gr) =  |  |   | 500.00                         |   |        |
| TAMIZ   | mm   | W Retenido (gr)   | W RET. ACUM.                   | % RET. ACUM.  | % PASA |
| # 4   | 4.75   | 0.00  | 0.00                           | 0.00  | 100.00 |
| # 8   | 2.36   | 0.00  | 0.00                           | 0.00  | 100.00 |
| # 10  | 2.00   | 0.00  | 0.00                           | 0.00  | 100.00 |
| # 16  | 1.18   | 12.74   | 12.74                          | 2.55  | 97.45  |
| # 30  | 0.60   | 16.32   | 29.06                          | 5.81  | 94.19  |
| # 40  | 0.43   | 18.39   | 47.45                          | 9.49  | 90.51  |
| # 50  | 0.30   | 16.24   | 63.69                          | 12.74   | 87.26  |
| # 60  | 0.25   | 20.36   | 84.05                          | 16.81   | 83.19  |
| # 100   | 0.15   | 53.32   | 137.37                         | 27.47   | 72.53  |
| # 200   | 0.08   | 89.32   | 226.69                         | 45.34   | 54.66  |
| # Fuente  |  | 271.34  | 498.03                         | -   | -      |
|   |  |   |                                |   |        |
| Clasificación   | GRAVA (%G)   | ARENA (%S)  | FINO (%F)                      | SUELO   |        |
| SUCS  | 0.00   | 45.34   | 54.66                          | OL  |        |
| AASHTO  | 0.00   | 45.34   | 54.66                          | A5  |        |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |  |   |                                |   |        |
| D10 (mm)  | N/A  | Cu =  | D60 / D10                      | N/A   |        |
| D30 (mm)  | N/A  | Cc =  | D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10) | N/A   |        |
| D60 (mm)  | 0.0974   |   |                                |   |        |
| <b>REALIZÓ:</b>   |  |   | <b>REVISÓ:</b>                 |   |        |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |  |   | Ing. Favio Portilla            |   |        |



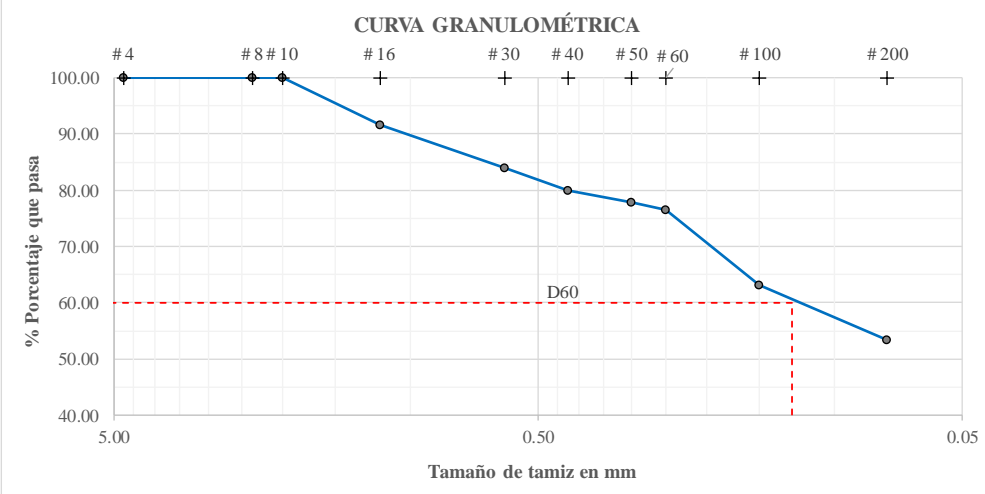
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LV Granulometría Pozo #09

|    |                     | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                             |                     |        |  |  |
|---|---------------------|---|-----------------------------|---------------------|--------|---|--|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                     |   |                             |                     |        |   |  |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza             | <b>Número de muestra:</b>   | 9                           |                     |        |   |  |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 170555; 9847397        |                     |        |   |  |
| <b>Sector:</b>  | Teniente Hugo Ortiz | <b>Tipo:</b>  | Subrasante                  |                     |        |   |  |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m                      |                     |        |   |  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 88 (2019)  |   |                             |                     |        |   |  |
| GRANULOMETRÍA   |                     |   |                             |                     |        |   |  |
| DATOS   |                     |   |                             |                     |        |   |  |
| W INICIAL (gr) =  |                     |   | 500.00                      |                     |        |   |  |
| TAMIZ   | mm                  | W Retenido (gr)   | W <sub>RET. ACUM.</sub>     | % RET. ACUM.        | % PASA |   |  |
| # 4   | 4.75                | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 8   | 2.36                | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 10  | 2.00                | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 16  | 1.18                | 8.95  | 8.95                        | 1.79                | 98.21  |   |  |
| # 30  | 0.60                | 9.18  | 18.13                       | 3.63                | 96.37  |   |  |
| # 40  | 0.43                | 33.19   | 51.32                       | 10.26               | 89.74  |   |  |
| # 50  | 0.30                | 39.90   | 91.22                       | 18.24               | 81.76  |   |  |
| # 60  | 0.25                | 15.39   | 106.61                      | 21.32               | 78.68  |   |  |
| # 100   | 0.15                | 46.36   | 152.97                      | 30.59               | 69.41  |   |  |
| # 200   | 0.08                | 73.96   | 226.93                      | 45.39               | 54.61  |   |  |
| # Fuente  |                     | 272.35  | 499.28                      | -                   | -      |   |  |
|   |                     |   |                             |                     |        |   |  |
| Clasificación   | GRAVA (%G)          | ARENA (%S)  | FINO (%F)                   | SUELO               |        |   |  |
| SUCS  | 0.00                | 45.39   | 54.61                       | OL                  |        |   |  |
| AASHTO  | 0.00                | 45.39   | 54.61                       | A5                  |        |   |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |                     |   |                             |                     |        |   |  |
| D10 (mm)  | N/A                 | Cu =  | D60 / D10                   | N/A                 |        |   |  |
| D30 (mm)  | N/A                 | Cc =  | D30 <sup>2</sup> /(D60*D10) | N/A                 |        |   |  |
| D60 (mm)  | 0.102               |   |                             |                     |        |   |  |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                     |   |                             | <b>REVISÓ:</b>      |        |   |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                     |   |                             | Ing. Favio Portilla |        |   |  |



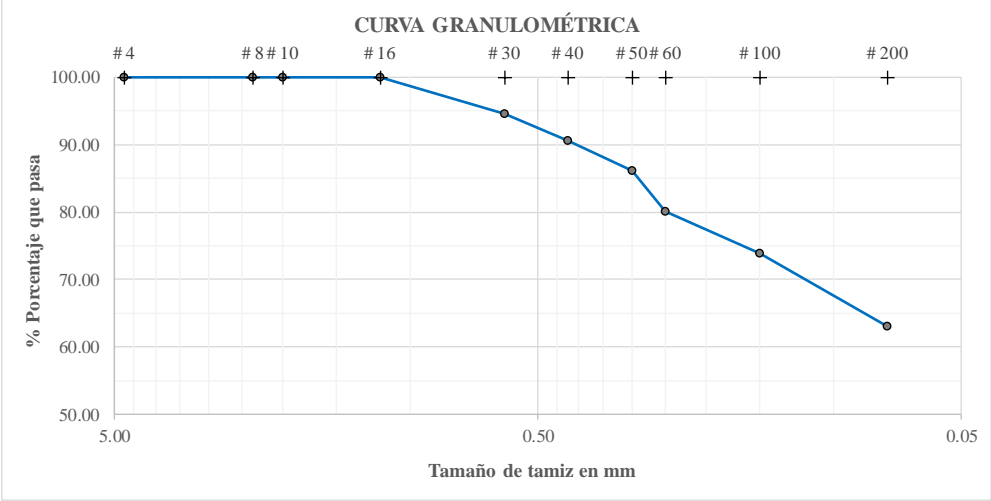
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LVI Granulometría Pozo #10

|   |   |   |                                |              |        |
|---|---|---|--------------------------------|--------------|--------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                                |              |        |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                                |              |        |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Sarayacu<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)                                   | <b>Número de muestra:</b> 10<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 217733; 9809596<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                             |   |                                |              |        |
| <b>GRANULOMETRÍA</b>  |   |   |                                |              |        |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                                |              |        |
| W INICIAL (gr) =  |   |   | 500.00                         |              |        |
| TAMIZ   | mm  | W Retenido (gr)   | W <sub>RET. ACUM.</sub>        | % RET. ACUM. | % PASA |
| # 4   | 4.75  | 0.00  | 0.00                           | 0.00         | 100.00 |
| # 8   | 2.36  | 0.00  | 0.00                           | 0.00         | 100.00 |
| # 10  | 2.00  | 0.00  | 0.00                           | 0.00         | 100.00 |
| # 16  | 1.18  | 42.37   | 42.37                          | 8.47         | 91.53  |
| # 30  | 0.60  | 37.63   | 80.00                          | 16.00        | 84.00  |
| # 40  | 0.43  | 20.19   | 100.19                         | 20.04        | 79.96  |
| # 50  | 0.30  | 10.96   | 111.15                         | 22.23        | 77.77  |
| # 60  | 0.25  | 5.96  | 117.11                         | 23.42        | 76.58  |
| # 100   | 0.15  | 67.36   | 184.47                         | 36.89        | 63.11  |
| # 200   | 0.08  | 48.20   | 232.67                         | 46.53        | 53.47  |
| # Fuente  |   | 263.12  | 495.79                         | -            | -      |
|   |   |   |                                |              |        |
| <b>Clasificación</b>  | <b>GRAVA (%G)</b>   | <b>ARENA (%S)</b>   | <b>FINO (%F)</b>               | <b>SUELO</b> |        |
| SUCS  | 0.00  | 46.53   | 53.47                          | MH           |        |
| AASHTO  | 0.00  | 46.53   | 53.47                          | A-7-5        |        |
| <b>COEFICIENTE DEL SUELO</b>  |   |   |                                |              |        |
| D10 (mm)  | N/A   | Cu =  | D60 / D10                      | N/A          |        |
| D30 (mm)  | N/A   | Cc =  | D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10) | N/A          |        |
| D60 (mm)  | 0.126   |   |                                |              |        |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>                 |              |        |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla            |              |        |



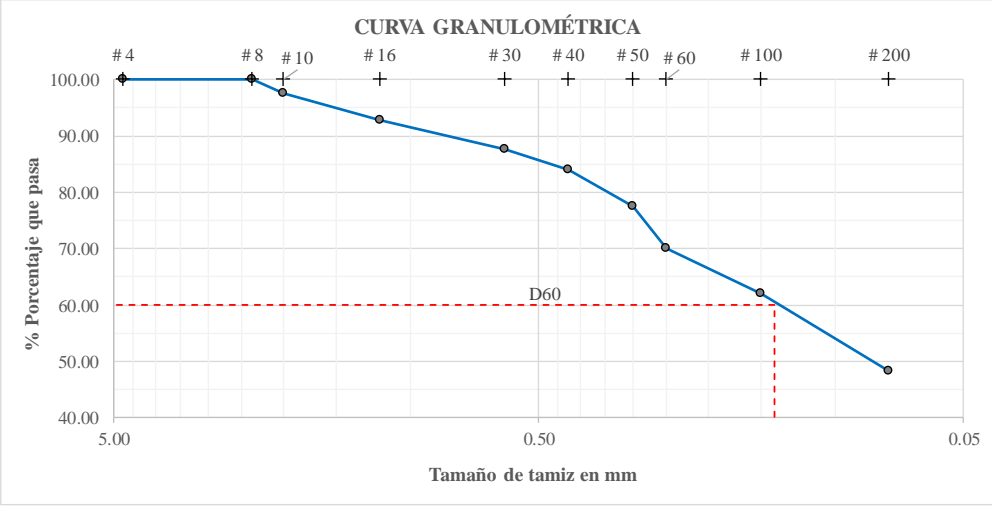
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LVII Granulometría Pozo #11

|    |                    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                             |                         |  |  |
|---|--------------------|---|-----------------------------|-------------------------|---|--|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                    |   |                             |                         |   |  |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza            | <b>Número de muestra:</b>   | 11                          |                         |   |  |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza            | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 188834; 9841102        |                         |   |  |
| <b>Sector:</b>  | El Triunfo         | <b>Tipo:</b>  | Subrasante                  |                         |   |  |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022        | <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m                      |                         |   |  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 88 (2019) |   |                             |                         |   |  |
| GRANULOMETRÍA   |                    |   |                             |                         |   |  |
| DATOS   |                    |   |                             |                         |   |  |
| W INICIAL (gr) =  |                    |   | 500.00                      |                         |   |  |
| TAMIZ   | mm                 | W Retenido (gr)   | W <sub>RET. ACUM.</sub>     | % <sub>RET. ACUM.</sub> | % PASA  |  |
| # 4   | 4.75               | 0.00  | 0.00                        | 0.00                    | 100.00  |  |
| # 8   | 2.36               | 0.00  | 0.00                        | 0.00                    | 100.00  |  |
| # 10  | 2.00               | 0.00  | 0.00                        | 0.00                    | 100.00  |  |
| # 16  | 1.18               | 0.00  | 0.00                        | 0.00                    | 100.00  |  |
| # 30  | 0.60               | 27.30   | 27.30                       | 5.46                    | 94.54   |  |
| # 40  | 0.43               | 19.85   | 47.15                       | 9.43                    | 90.57   |  |
| # 50  | 0.30               | 22.30   | 69.45                       | 13.89                   | 86.11   |  |
| # 60  | 0.25               | 30.02   | 99.47                       | 19.89                   | 80.11   |  |
| # 100   | 0.15               | 30.88   | 130.35                      | 26.07                   | 73.93   |  |
| # 200   | 0.08               | 54.36   | 184.71                      | 36.94                   | 63.06   |  |
| # Fuente  |                    | 313.36  | 498.07                      | -                       | -   |  |
|   |                    |   |                             |                         |   |  |
| Clasificación   | GRAVA (%G)         | ARENA (%S)  | FINO (%F)                   | SUELO                   |   |  |
| SUCS  | 0.00               | 36.94   | 63.06                       | OL                      |   |  |
| AASHTO  | 0.00               | 36.94   | 63.06                       | A5                      |   |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |                    |   |                             |                         |   |  |
| D10 (mm)  | N/A                | Cu =  | D60 / D10                   | N/A                     |   |  |
| D30 (mm)  | N/A                | Cc =  | D30 <sup>2</sup> /(D60*D10) | N/A                     |   |  |
| D60 (mm)  | N/A                |   |                             |                         |   |  |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                    |   |                             | <b>REVISÓ:</b>          |   |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                    |   |                             | Ing. Favio Portilla     |   |  |



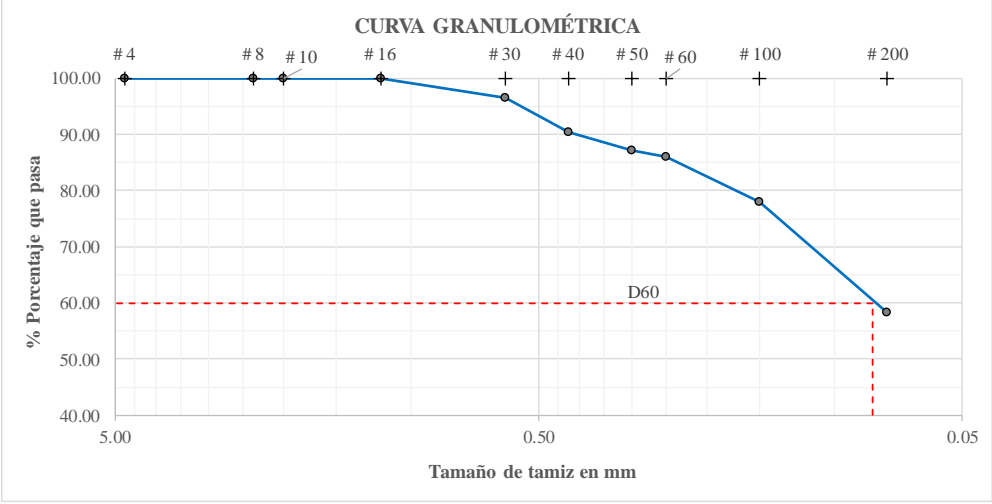
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LVIII Granulometría Pozo #12

|    |                    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                                |                     |        |  |  |
|---|--------------------|---|--------------------------------|---------------------|--------|---|--|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza            | <b>Número de muestra:</b>   | 12                             |                     |        |   |  |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza            | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 194571; 9790056           |                     |        |   |  |
| <b>Sector:</b>  | Simón Bolívar      | <b>Tipo:</b>  | Subrasante                     |                     |        |   |  |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022        | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m                         |                     |        |   |  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 88 (2019) |   |                                |                     |        |   |  |
| GRANULOMETRÍA   |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| DATOS   |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| W INICIAL (gr) =  |                    |   | 500.00                         |                     |        |   |  |
| TAMIZ   | mm                 | W Retenido (gr)   | W <sub>RET. ACUM.</sub>        | % RET. ACUM.        | % PASA |   |  |
| # 4   | 4.75               | 0.00  | 0.00                           | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 8   | 2.36               | 0.00  | 0.00                           | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 10  | 2.00               | 12.38   | 12.38                          | 2.48                | 97.52  |   |  |
| # 16  | 1.18               | 23.57   | 35.95                          | 7.19                | 92.81  |   |  |
| # 30  | 0.60               | 26.36   | 62.31                          | 12.46               | 87.54  |   |  |
| # 40  | 0.43               | 18.20   | 80.51                          | 16.10               | 83.90  |   |  |
| # 50  | 0.30               | 32.38   | 112.89                         | 22.58               | 77.42  |   |  |
| # 60  | 0.25               | 36.96   | 149.85                         | 29.97               | 70.03  |   |  |
| # 100   | 0.15               | 40.36   | 190.21                         | 38.04               | 61.96  |   |  |
| # 200   | 0.08               | 68.36   | 258.57                         | 51.71               | 48.29  |   |  |
| # Fuente  |                    | 239.35  | 497.92                         | -                   | -      |   |  |
|   |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| Clasificación   | GRAVA (%G)         | ARENA (%S)  | FINO (%F)                      | SUELO               |        |   |  |
| SUCS  | 0.00               | 51.71   | 48.29                          | OL                  |        |   |  |
| AASHTO  | 0.00               | 51.71   | 48.29                          | A5                  |        |   |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |                    |   |                                |                     |        |   |  |
| D10 (mm)  | N/A                | Cu =  | D60 / D10                      |                     | N/A    |   |  |
| D30 (mm)  | N/A                | Cc =  | D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10) |                     | N/A    |   |  |
| D60 (mm)  | 0.1393             |   |                                |                     |        |   |  |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                    |   |                                | <b>REVISÓ:</b>      |        |   |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                    |   |                                | Ing. Favio Portilla |        |   |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LIX Granulometría Pozo #13

|     |                    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>   |                             |                     |        |  |  |
|--|--------------------|---|-----------------------------|---------------------|--------|---|--|
| <b>Proyecto :</b>  |                    | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                             |                     |        |   |  |
| <b>Provincia:</b>  | Pastaza            | <b>Número de muestra:</b>   | 13                          |                     |        |   |  |
| <b>Cantón:</b>   | Pastaza            | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 304199; 9767761        |                     |        |   |  |
| <b>Sector:</b>   | Río Corrientes     | <b>Tipo:</b>  | Subrasante                  |                     |        |   |  |
| <b>Fecha:</b>  | 15/mar/2022        | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m                      |                     |        |   |  |
| <b>Norma:</b>  | AASHTO T 88 (2019) |   |                             |                     |        |   |  |
| GRANULOMETRÍA  |                    |   |                             |                     |        |   |  |
| DATOS  |                    |   |                             |                     |        |   |  |
| W INICIAL (gr) =   |                    |   | 500.00                      |                     |        |   |  |
| TAMIZ  | mm                 | W Retenido (gr)   | W <sub>RET. ACUM.</sub>     | % RET. ACUM.        | % PASA |   |  |
| # 4  | 4.75               | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 8  | 2.36               | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 10   | 2.00               | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 16   | 1.18               | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 30   | 0.60               | 17.36   | 17.36                       | 3.47                | 96.53  |   |  |
| # 40   | 0.43               | 30.38   | 47.74                       | 9.55                | 90.45  |   |  |
| # 50   | 0.30               | 16.17   | 63.91                       | 12.78               | 87.22  |   |  |
| # 60   | 0.25               | 6.30  | 70.21                       | 14.04               | 85.96  |   |  |
| # 100  | 0.15               | 40.41   | 110.62                      | 22.12               | 77.88  |   |  |
| # 200  | 0.08               | 97.73   | 208.35                      | 41.67               | 58.33  |   |  |
| # Fuente   |                    | 287.69  | 496.04                      | -                   | -      |   |  |
|  |                    |   |                             |                     |        |   |  |
| Clasificación  | GRAVA (%G)         | ARENA (%S)  | FINO (%F)                   | SUELO               |        |   |  |
| SUCS   | 0.00               | 41.67   | 58.33                       | MH                  |        |   |  |
| AASHTO   | 0.00               | 41.67   | 58.33                       | A-7-5               |        |   |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO  |                    |   |                             |                     |        |   |  |
| D10 (mm)   | N/A                | Cu =  | D60 / D10                   |                     | N/A    |   |  |
| D30 (mm)   | N/A                | Cc =  | D30 <sup>2</sup> /(D60*D10) |                     | N/A    |   |  |
| D60 (mm)   | 0.0814             |   |                             |                     |        |   |  |
| <b>REALIZÓ:</b>  |                    |   |                             | <b>REVISÓ:</b>      |        |   |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez  |                    |   |                             | Ing. Favio Portilla |        |   |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla LX Granulometría Pozo #14



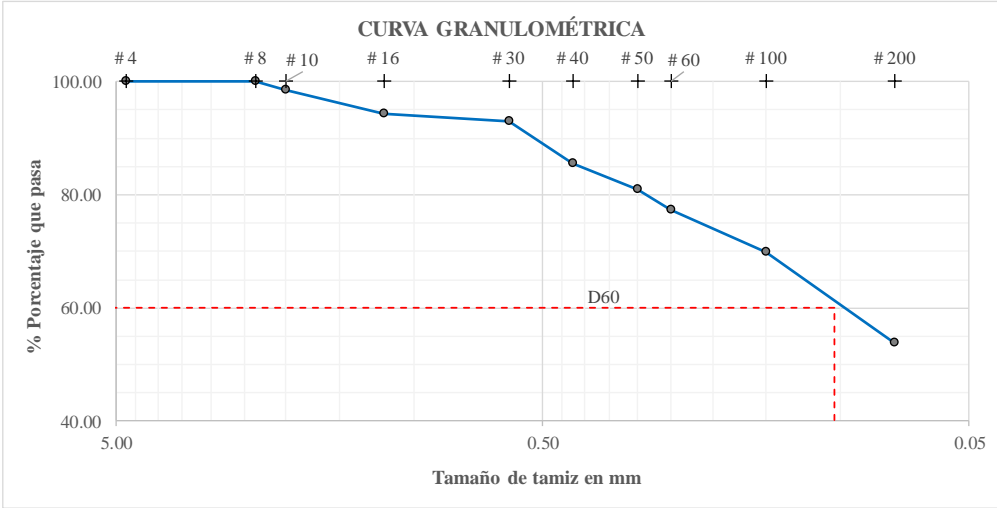


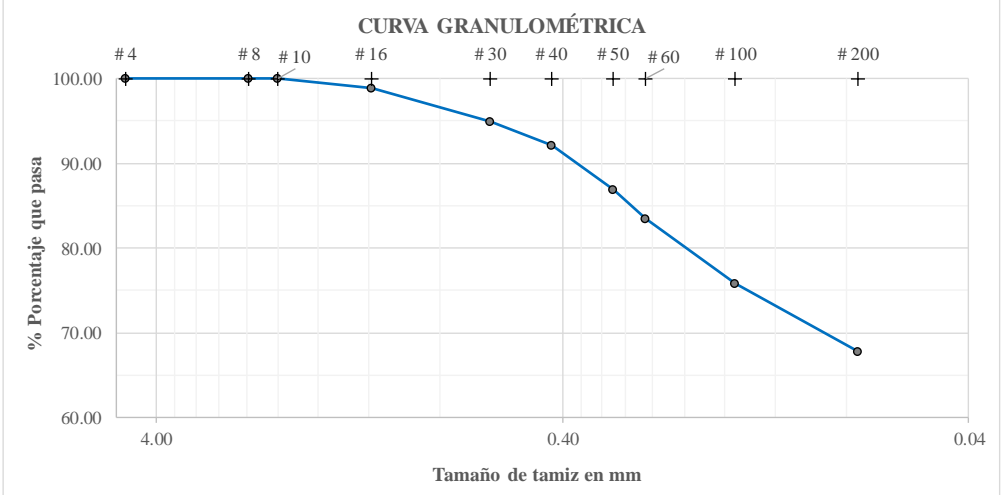


|    |            | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                             |                     |        |  |  |
|---|------------|---|-----------------------------|---------------------|--------|---|--|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |            |   |                             |                     |        |   |  |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Río Tigres<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)                                 |            | <b>Número de muestra:</b> 14<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 342109; 9793417<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |                             |                     |        |   |  |
| GRANULOMETRÍA   |            |   |                             |                     |        |   |  |
| DATOS   |            |   |                             |                     |        |   |  |
| W INICIAL (gr) =  |            |   | 500.00                      |                     |        |   |  |
| TAMIZ   | mm         | W Retenido (gr)   | W RET. ACUM.                | % RET. ACUM.        | % PASA |   |  |
| # 4   | 4.75       | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 8   | 2.36       | 0.00  | 0.00                        | 0.00                | 100.00 |   |  |
| # 10  | 2.00       | 7.40  | 7.40                        | 1.48                | 98.52  |   |  |
| # 16  | 1.18       | 20.60   | 28.00                       | 5.60                | 94.40  |   |  |
| # 30  | 0.60       | 7.36  | 35.36                       | 7.07                | 92.93  |   |  |
| # 40  | 0.43       | 37.31   | 72.67                       | 14.53               | 85.47  |   |  |
| # 50  | 0.30       | 22.94   | 95.61                       | 19.12               | 80.88  |   |  |
| # 60  | 0.25       | 17.36   | 112.97                      | 22.59               | 77.41  |   |  |
| # 100   | 0.15       | 37.34   | 150.31                      | 30.06               | 69.94  |   |  |
| # 200   | 0.08       | 80.47   | 230.78                      | 46.16               | 53.84  |   |  |
| # Fuente  |            | 269.22  | 500.00                      | -                   | -      |   |  |
|   |            |   |                             |                     |        |   |  |
| Clasificación   | GRAVA (%G) | ARENA (%S)  | FINO (%F)                   | SUELO               |        |   |  |
| SUCS  | 0.00       | 46.16   | 53.84                       | MH                  |        |   |  |
| AASHTO  | 0.00       | 46.16   | 53.84                       | A-7-5               |        |   |  |
| COEFICIENTE DEL SUELO   |            |   |                             |                     |        |   |  |
| D10 (mm)  | N/A        | Cu =  | D60 / D10                   |                     | N/A    |   |  |
| D30 (mm)  | N/A        | Cc =  | D30 <sup>2</sup> /(D60*D10) |                     | N/A    |   |  |
| D60 (mm)  | 0.1037     |   |                             |                     |        |   |  |
| REALIZÓ:  |            |   |                             | REVISÓ:             |        |   |  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |            |   |                             | Ing. Favio Portilla |        |   |  |
| Realizado: R. D. Villacrés Chérrez  |            |   |                             |                     |        |   |  |

Tabla LXI Granulometría Pozo #15

|   |   |   |                                |                  |              |
|---|---|---|--------------------------------|------------------|--------------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                                |                  |              |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                                |                  |              |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Puyo 2<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 88 (2019)                                     | <b>Número de muestra:</b> 15<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 169730; 9833851<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |   |                                |                  |              |
| <b>GRANULOMETRÍA</b>  |   |   |                                |                  |              |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                                |                  |              |
| W INICIAL (gr) =  |   |   | 500.00                         |                  |              |
| TAMIZ   | mm  | W Retenido (gr)   | W <sub>RET. ACUM.</sub>        | % RET. ACUM.     | % PASA       |
| # 4   | 4.75  | 0.00  | 0.00                           | 0.00             | 100.00       |
| # 8   | 2.36  | 0.00  | 0.00                           | 0.00             | 100.00       |
| # 10  | 2.00  | 0.00  | 0.00                           | 0.00             | 100.00       |
| # 16  | 1.18  | 5.78  | 5.78                           | 1.16             | 98.84        |
| # 30  | 0.60  | 19.37   | 25.15                          | 5.03             | 94.97        |
| # 40  | 0.43  | 14.20   | 39.35                          | 7.87             | 92.13        |
| # 50  | 0.30  | 26.31   | 65.66                          | 13.13            | 86.87        |
| # 60  | 0.25  | 16.98   | 82.64                          | 16.53            | 83.47        |
| # 100   | 0.15  | 38.01   | 120.65                         | 24.13            | 75.87        |
| # 200   | 0.08  | 40.36   | 161.01                         | 32.20            | 67.80        |
| # Fuente  |   | 336.78  | 497.79                         | -                | -            |
|   |   |   |                                |                  |              |
| <b>Clasificación</b>  |   | <b>GRAVA (%G)</b>   | <b>ARENA (%S)</b>              | <b>FINO (%F)</b> | <b>SUELO</b> |
| SUCS  |   | 0.00  | 32.20                          | 67.80            | OL           |
| AASHTO  |   | 0.00  | 32.20                          | 67.80            | A-5          |
| <b>COEFICIENTE DEL SUELO</b>  |   |   |                                |                  |              |
| D10 (mm)  | N/A   | Cu =  | D60 / D10                      | N/A              |              |
| D30 (mm)  | N/A   | Cc =  | D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10) | N/A              |              |
| D60 (mm)  | N/A   |   |                                |                  |              |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>                 |                  |              |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla            |                  |              |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXII Densidad de Campo Pozo #01

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Canelos<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                                | <b>Número de muestra:</b> 1<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 194007; 9824166<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                              |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 1                   |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 6196.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 3061.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <i>γ</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1046.17             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 1                   |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 113.92              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 1                   |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1137.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1127.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 526.83              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 1                   |      |      |
| <i>γ<sub>m</sub></i>  | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.077               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 1                   |      |      |
| <i>γ<sub>d</sub></i>  | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.504               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor <i>γ<sub>d</sub>max</i>   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.113               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 45.2                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.504 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.077 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXIII Densidad de Campo Pozo #02

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Tarqui<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                                 | <b>Número de muestra:</b> 2<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 171783; 9828087<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1587                |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 2                   |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5933.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2423.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| $\gamma$  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1299.55             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 2                   |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 200.73              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 2                   |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1322.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1312.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 436.27              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 2                   |      |      |
| $\gamma_m$  | Densidad humedad ( <i>Whum/Ve</i> )   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.010               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 2                   |      |      |
| $\gamma_d$  | Densidad seca ( <i>Wseco/Ve</i> )   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.336               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor $\gamma_{dm\acute{a}x}$   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.7621              |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 44.1                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.336 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.01 gr/cm <sup>3</sup> .  |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXIV Densidad de Campo Pozo #03

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Veracruz<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                               | <b>Número de muestra:</b> 3<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 175751; 9833170<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                              |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 3                   |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5896.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2436.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| $\gamma$  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1265.77             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 3                   |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 143.32              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 3                   |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1364.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1354.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 556.47              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 3                   |      |      |
| $\gamma_m$  | Densidad humedad ( <i>Whum/Ve</i> )   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.070               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 3                   |      |      |
| $\gamma_d$  | Densidad seca ( <i>Wseco/Ve</i> )   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.440               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor $\gamma_{dm\acute{a}x}$   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.136               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 38.7                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.44 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.07 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXV Densidad de Campo Pozo #04

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Diez de Agosto<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                         | <b>Número de muestra:</b> 4<br><b>Coordenadas:</b> 17M; 178629; 9839423<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 4                   |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5802.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2161.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <i>y</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1388.06             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 4                   |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 69.12               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 4                   |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1456.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1446.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 855.03              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 4                   |      |      |
| <i>ym</i>   | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.042               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 4                   |      |      |
| <i>yd</i>   | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.616               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor $\gamma_{dm\acute{a}x}$   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.291               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 47.7                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.616 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.042 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXVI Densidad de Campo Pozo #05

|    |                                    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>   |                      |  |      |
|---|------------------------------------|---|----------------------|---|------|
| <b>Proyecto :</b>   |                                    | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                      |   |      |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza                            | <b>Número de muestra:</b>   | 5                    |   |      |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza                            | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 830965; 9833686 |   |      |
| <b>Sector:</b>  | Puyo                               | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |   |      |
| <b>Fecha:</b>   | 24/mar/2022                        | <b>Profundidad:</b>   | 0.80 m               |   |      |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 191-14 (2018)             |   |                      |   |      |
| DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)   |                                    |   |                      |   |      |
| DATOS   |                                    |   |                      |   |      |
| CONSTANTE DEL CONO Y ARENA  |                                    |   |                      |   |      |
| Símbolo   | Ensayo                             | N°  | 1                    | 2   | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena         | gr.   | 5966                 | 5952  | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante      | gr.   | 4378                 | 4370  | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena         | gr.   | 1588                 | 1582  | 1590 |
| Promedio Constante del cono y arena   |                                    | gr.   | 1586.67              |   |      |
| DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN   |                                    |   |                      |   |      |
| Símbolo   | Muestra                            | N°  | 5                    |   |      |
| <i>MoI</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena | gr.   | 5793.00              |   |      |
| <i>MfI</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena   | gr.   | 2035.00              |   |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena         | gr.   | 1586.67              |   |      |
| <i>γ</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa     | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                 |   |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación           | cm <sup>3</sup>   | 1467.12              |   |      |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO  |                                    |   |                      |   |      |
| Símbolo   | Muestra                            | N°  | 5                    |   |      |
| <i>W</i>  | Humedad                            | %   | 248.60               |   |      |
| DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO   |                                    |   |                      |   |      |
| Símbolo   | Muestra                            | N°  | 5                    |   |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente | gr.   | 1425.00              |   |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente                | gr.   | 10.00                |   |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo   | gr.   | 1415.00              |   |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco     | gr.   | 405.91               |   |      |
| DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA   |                                    |   |                      |   |      |
| Símbolo   | Muestra                            | N°  | 5                    |   |      |
| <i>γ<sub>m</sub></i>  | Densidad humedad (Whum/Ve)         | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.964                |   |      |
| DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA   |                                    |   |                      |   |      |
| Símbolo   | Muestra                            | N°  | 5                    |   |      |
| <i>γ<sub>d</sub></i>  | Densidad seca (Wseco/Ve)           | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.277                |   |      |
| DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR   |                                    |   |                      |   |      |
| Densidad máxima Proctor <i>γ<sub>d</sub>max</i>   |                                    | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.9148               |   |      |
| Porcentaje de compactación exigido  |                                    | %   | 95                   |   |      |
| Porcentaje de compactación alcanzado  |                                    | %   | 30.2                 |   |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |                                    |   |                      |   |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.277 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 0.964 gr/cm <sup>3</sup> . |                                    |   |                      |   |      |
| REALIZÓ:  |                                    |   | REVISÓ:              |   |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                                    |   | Ing. Favio Portilla  |   |      |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla LXVII Densidad de Campo Pozo #06

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Pomona<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                                 | <b>Número de muestra:</b> 6<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 176242; 9815118<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                              |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 6                   |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5773.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2013.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <i>γ</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1468.47             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 6                   |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 66.13               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 6                   |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1990.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1980.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 1191.82             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 6                   |      |      |
| <i>γ<sub>m</sub></i>  | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.348               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 6                   |      |      |
| <i>γ<sub>d</sub></i>  | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.812               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor <i>γ<sub>d</sub>max</i>   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.19                |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 68.2                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.812 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.348 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez





Tabla LXVIII Densidad de Campo Pozo #07

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Montalvo<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                               | <b>Número de muestra:</b> 7<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 261743; 9781102<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 7                   |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5769.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2753.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <i>γ</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 965.77              |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 7                   |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 91.95               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 7                   |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1277.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1267.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 660.08              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 7                   |      |      |
| <i>γ<sub>m</sub></i>  | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.312               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 7                   |      |      |
| <i>γ<sub>d</sub></i>  | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.683               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor <i>γ<sub>d</sub> máx</i>  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.808               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 84.6                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.683 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.312 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXIX Densidad de Campo Pozo #08

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Fátima<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                                 | <b>Número de muestra:</b> 8<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 166393; 9841518<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.95 m                              |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  |                     |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 3868.20             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 402.40              |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <i>γ</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1269.68             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  |                     |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 136.33              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  |                     |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1906.60             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1896.60             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 802.52              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  |                     |      |      |
| <i>γ<sub>m</sub></i>  | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.494               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  |                     |      |      |
| <i>γ<sub>d</sub></i>  | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.632               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor <i>γ<sub>d</sub>max</i>   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.903               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 70.0                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.632 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.494 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXX Densidad de Campo Pozo #09

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Teniente Hugo Ortiz<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                    | <b>Número de muestra:</b> 9<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 170555; 9847397<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.95 m                              |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 9                   |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5765.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2428.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <i>y</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1182.66             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 9                   |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 172.15              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 9                   |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1396.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1386.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 509.27              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 9                   |      |      |
| <i>ym</i>   | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.172               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 9                   |      |      |
| <i>yd</i>   | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.431               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor $\gamma_{dm\acute{a}x}$   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.791               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 54.4                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.431 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.172 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXI Densidad de Campo Pozo #10

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Sarayacu<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                               | <b>Número de muestra:</b> 10<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 217733; 9809596<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                             |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 10                  |      |      |
| <i>MoI</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5759.00             |      |      |
| <i>MfI</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2178.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| $\gamma$  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1347.52             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 10                  |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 186.79              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 10                  |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1308.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1298.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 452.59              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 10                  |      |      |
| <i>ym</i>   | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.963               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 10                  |      |      |
| <i>yd</i>   | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.336               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor $\gamma_{dm\acute{a}x}$   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.899               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 37.4                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.336 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 0.963 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXII Densidad de Campo Pozo #11

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> El Triunfo<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                             | <b>Número de muestra:</b> 11<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 188834; 9841102<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.95 m                             |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 11                  |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5755.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2014.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <i>γ</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1455.63             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 11                  |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 76.61               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 11                  |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1586.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1576.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 892.36              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 11                  |      |      |
| <i>γ<sub>m</sub></i>  | Densidad humedad ( <i>Whum/Ve</i> )   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.083               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 11                  |      |      |
| <i>γ<sub>d</sub></i>  | Densidad seca ( <i>Wseco/Ve</i> )   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.613               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor <i>γ<sub>d</sub> máx</i>  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.307               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 46.9                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.613 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.083 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXIII Densidad de Campo Pozo #12

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Simón Bolívar<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                          | <b>Número de muestra:</b> 12<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 194571; 9790056<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | N°  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 12                  |      |      |
| <i>Mol</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5747.00             |      |      |
| <i>Mfl</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2220.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <i>γ</i>  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1311.04             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 12                  |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 54.84               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 12                  |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1624.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1614.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 1042.38             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 12                  |      |      |
| <i>γ<sub>m</sub></i>  | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.231               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 12                  |      |      |
| <i>γ<sub>d</sub></i>  | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.795               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor <i>γ<sub>d</sub>max</i>   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.026               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 77.5                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.795 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.231 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXIV Densidad de Campo Pozo #13

|   |   |   |                     |      |      |
|---|---|---|---------------------|------|------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |      |      |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |      |      |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Río Corrientes<br><b>Fecha:</b> 24/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 191-14 (2018)                         | <b>Número de muestra:</b> 13<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 304199; 9767761<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |   |                     |      |      |
| <b>DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |      |      |
| <b>CONSTANTE DEL CONO Y ARENA</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | Nº  | 1                   | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                | 1582 | 1590 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67             |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 13                  |      |      |
| <i>MoI</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5740.00             |      |      |
| <i>MfI</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2247.00             |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67             |      |      |
| $\gamma$  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1288.06             |      |      |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>   |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 13                  |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 208.86              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 13                  |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1379.00             |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00               |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1369.00             |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 443.24              |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 13                  |      |      |
| $\gamma_m$  | Densidad humedad ( <i>Whum/Ve</i> )   | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.063               |      |      |
| <b>DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA</b>  |   |   |                     |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 13                  |      |      |
| $\gamma_d$  | Densidad seca ( <i>Wseco/Ve</i> )   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.344               |      |      |
| <b>DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR</b>  |   |   |                     |      |      |
|   | Densidad máxima Proctor $\gamma_{d\text{máx}}$  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.971               |      |      |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                  |      |      |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 35.4                |      |      |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.344 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.063 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                     |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |      |      |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla LXXV Densidad de Campo Pozo #14

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |   |  |                      |      |      |
|---|---|---|----------------------|------|------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                      |      |      |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>   | 14                   |      |      |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 342109; 9793417 |      |      |
| <b>Sector:</b>  | Río Tigres  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |      |      |
| <b>Fecha:</b>   | 24/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |      |      |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 191-14 (2018)  |   |                      |      |      |
| DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)   |   |   |                      |      |      |
| DATOS   |   |   |                      |      |      |
| CONSTANTE DEL CONO Y ARENA  |   |   |                      |      |      |
| Símbolo   | Ensayo  | Nº  | 1                    | 2    | 3    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                 | 5952 | 5941 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                 | 4370 | 4351 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                 | 1582 | 1590 |
| Promedio Constante del cono y arena   |   | gr.   | 1586.67              |      |      |
| DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN   |   |   |                      |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 14                   |      |      |
| <i>MoI</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5732.00              |      |      |
| <i>MfI</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 2069.00              |      |      |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67              |      |      |
| $\gamma$  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                 |      |      |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1402.93              |      |      |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO  |   |   |                      |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 14                   |      |      |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 228.72               |      |      |
| DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO   |   |   |                      |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 14                   |      |      |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1403.00              |      |      |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00                |      |      |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1393.00              |      |      |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 423.77               |      |      |
| DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA   |   |   |                      |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 14                   |      |      |
| $\gamma_m$  | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.993                |      |      |
| DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA   |   |   |                      |      |      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 14                   |      |      |
| $\gamma_d$  | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.302                |      |      |
| DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR   |   |   |                      |      |      |
| Densidad máxima Proctor $\gamma_{d\max}$  |   | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.989                |      |      |
| Porcentaje de compactación exigido  |   | %   | 95                   |      |      |
| Porcentaje de compactación alcanzado  |   | %   | 30.5                 |      |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |      |      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.302 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 0.993 gr/cm <sup>3</sup> .   |   |   |                      |      |      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   | <b>REVISÓ:</b>  |                      |      |      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   | Ing. Favio Portilla   |                      |      |      |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



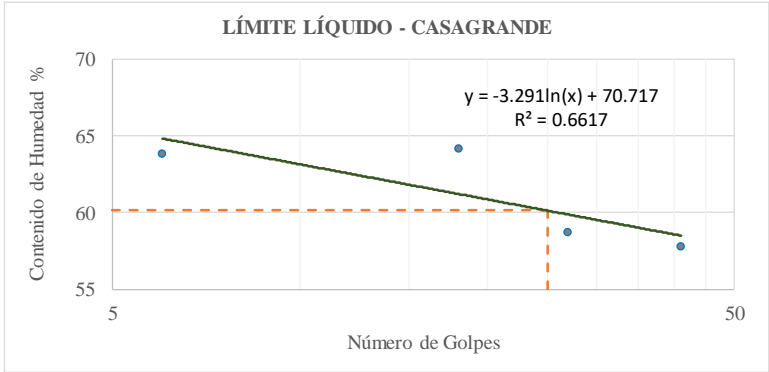


Tabla LXXVI Densidad de Campo Pozo #15

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |   |  |                      |
|---|---|---|----------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                      |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>   | 15                   |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 169730; 9833851 |
| <b>Sector:</b>  | Puyo 2  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |
| <b>Fecha:</b>   | 24/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 191-14 (2018)  |   |                      |
| DENSIDAD DE CAMPO (MÉTODO DEL CONO Y ARENA DE OTTAWA)   |   |   |                      |
| DATOS   |   |   |                      |
| CONSTANTE DEL CONO Y ARENA  |   |   |                      |
| Símbolo   | Ensayo  | Nº  | 1                    |
| <i>Mo</i>   | Peso total Aparato + Arena  | gr.   | 5966                 |
| <i>Mf</i>   | Peso Aparato + Arena restante   | gr.   | 4378                 |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1588                 |
|   | Promedio Constante del cono y arena   | gr.   | 1586.67              |
| DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN   |   |   |                      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 15                   |
| <i>MoI</i>  | Peso inicial Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 5726.00              |
| <i>MfI</i>  | Peso final Frasco + Cono + Arena  | gr.   | 1915.00              |
| <i>Cc</i>   | Constante del cono y arena  | gr.   | 1586.67              |
| $\gamma$  | Densidad de la Arena de Ottawa  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.48                 |
| <i>Ve</i>   | Volumen de la excavación  | cm <sup>3</sup>   | 1502.93              |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO  |   |   |                      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 15                   |
| <i>W</i>  | Humedad   | %   | 65.98                |
| DETERMINACIÓN DE LA MASA SECA DEL SUELO   |   |   |                      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 15                   |
| <i>Wh</i>   | Masa del suelo húmedo + recipiente  | gr.   | 1531.00              |
| <i>Wr</i>   | Peso del recipiente   | gr.   | 10.00                |
| <i>Whum</i>   | Peso de la masa del suelo húmedo  | gr.   | 1521.00              |
| <i>Wseco</i>  | Peso de la masa del suelo seco  | gr.   | 916.37               |
| DETERMINACIÓN DENSIDAD HÚMEDA   |   |   |                      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 15                   |
| $\gamma_m$  | Densidad humedad (Whum/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.012                |
| DETERMINACIÓN DENSIDAD SECA   |   |   |                      |
| Símbolo   | Muestra   | Nº  | 15                   |
| $\gamma_d$  | Densidad seca (Wseco/Ve)  | gr./cm <sup>3</sup>   | 0.610                |
| DENSIDAD ALCANZADA EN PROCTOR   |   |   |                      |
|   | Densidad máxima Proctor $\gamma_{d\max}$  | gr./cm <sup>3</sup>   | 1.112                |
|   | Porcentaje de compactación exigido  | %   | 95                   |
|   | Porcentaje de compactación alcanzado  | %   | 54.8                 |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |
| - La densidad seca in situ corresponde al valor de 0.61 gr/cm <sup>3</sup> y su densidad húmeda es de 1.012 gr/cm <sup>3</sup> .  |   |   |                      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   | <b>REVISÓ:</b>  |                      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   | Ing. Favio Portilla   |                      |



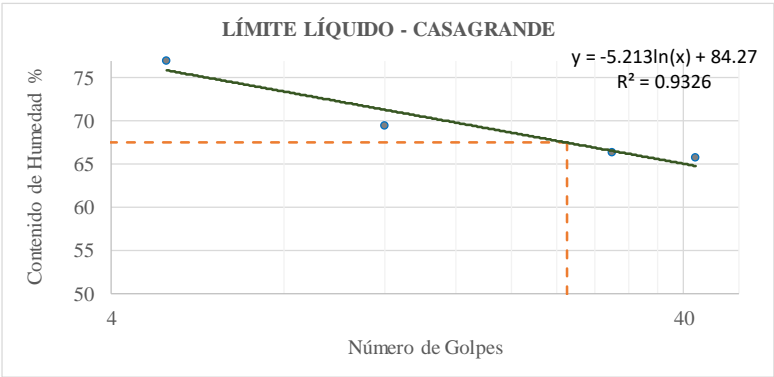
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXVII Límites de Atterberg Pozo #01

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |  |                        |                        |              |                     |
|---|--|---|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.   |  |   |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Canelos<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  | <b>Número de muestra:</b> 1<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 194007; 9824166<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m |   |                        |                        |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |  |   |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO  |  |   |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente   | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 6   | 34GEO  | 11.27   | 16.53                  | 14.48                  | 63.86        | 63.83               |
|   | 69   | 11.49   | 17.96                  | 15.44                  | 63.80        |                     |
| 18  | 75GEO  | 10.91   | 16.62                  | 14.39                  | 64.08        | 64.11               |
|   | 76   | 11.45   | 18.36                  | 15.66                  | 64.13        |                     |
| 27  | 15   | 11.46   | 18.48                  | 15.89                  | 58.47        | 58.70               |
|   | 39   | 11.67   | 18.87                  | 16.20                  | 58.94        |                     |
| 41  | 1#3  | 11.32   | 18.48                  | 15.89                  | 56.67        | 57.75               |
|   | 31   | 12.76   | 20.86                  | 17.86                  | 58.82        |                     |
| Límite líquido (%):   |  |   |                        | <b>60.12</b>           |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE</b><br>  |  |   |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE PLÁSTICO   |  |   |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)   | W <sub>HÚM.</sub> (gr)  | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 7A  | 10.71  | 14.12   | 12.98                  | 50.22                  | <b>49.94</b> |                     |
| 6H  | 10.63  | 13.77   | 12.73                  | 49.52                  |              |                     |
| 4B  | 10.74  | 13.33   | 12.47                  | 49.71                  |              |                     |
| 1D  | 10.74  | 14.06   | 12.96                  | 49.55                  |              |                     |
| 3E  | 10.75  | 12.98   | 12.23                  | 50.68                  |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |  |   |                        |                        |              |                     |
| Límite líquido:   |  | <b>60.12</b>  | %                      |                        |              |                     |
| Límite plástico:  |  | <b>49.94</b>  | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |  | <b>10.19</b>  | %                      |                        |              |                     |
| CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO  |  |   |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO   |   | MH                     |                        |              |                     |
|   | SUCS   |   | A-7-5                  |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |  |   |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |  |   |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |



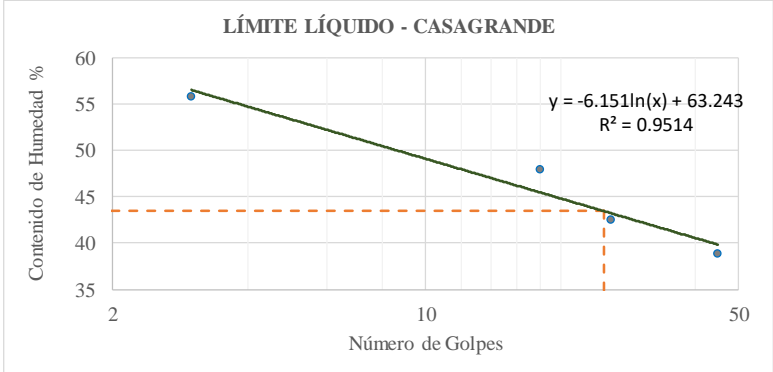
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXVIII Límites de Atterberg Pozo #02

|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                        |                        |              |                     |
|---|---|---|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Diez de Agosto<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)       | <b>Número de muestra:</b> 2<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 171783; 9828087<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |   |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>   |   |   |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 5   | 20  | 11.34   | 15.87                  | 13.90                  | 76.95        | 76.98               |
|   | 17  | 11.42   | 15.81                  | 13.90                  | 77.02        |                     |
| 12  | 61  | 11.40   | 14.26                  | 13.09                  | 69.23        | 69.49               |
|   | 3L8A  | 10.99   | 14.47                  | 13.04                  | 69.76        |                     |
| 30  | 19  | 11.52   | 14.57                  | 13.35                  | 66.67        | 66.35               |
|   | 67A   | 11.34   | 15.69                  | 13.96                  | 66.03        |                     |
| 42  | 14A   | 11.11   | 13.89                  | 12.91                  | 54.44        | 65.70               |
|   | 20  | 11.34   | 15.87                  | 13.90                  | 76.95        |                     |
| Límite líquido (%):   |   |   |                        | <b>67.49</b>           |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE</b><br>$y = -5.213\ln(x) + 84.27$<br>$R^2 = 0.9326$  |   |   |                        |                        |              |                     |
|   |   |   |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>  |   |   |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr)  | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 6E  | 10.72   | 13.25   | 12.48                  | 43.75                  | <b>42.85</b> |                     |
| 74  | 10.75   | 13.14   | 12.43                  | 42.26                  |              |                     |
| 202   | 10.71   | 13.72   | 12.81                  | 43.33                  |              |                     |
| 4AI   | 10.59   | 13.60   | 12.72                  | 41.31                  |              |                     |
| IE10  | 10.75   | 14.01   | 13.02                  | 43.61                  |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |   |                        |                        |              |                     |
| Limite liquido:   |   | <b>67.49</b>  | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>42.85</b>  | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>24.64</b>  | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO</b>   |   |   |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | MH  |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | A-7-5   |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |



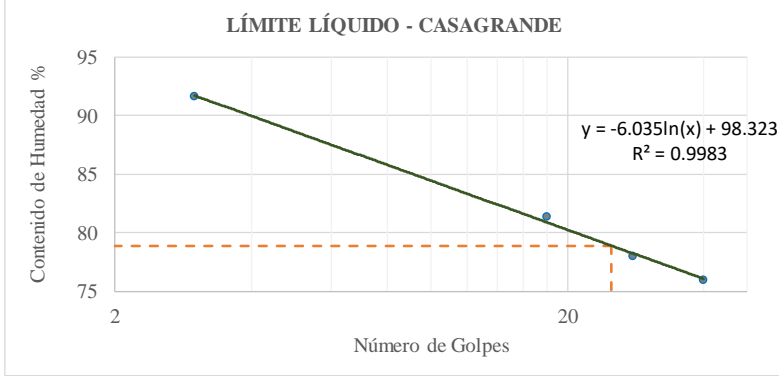
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXIX Límites de Atterberg Pozo #03

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Veracruz  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 3   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 175751; 9833170  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HUM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 3   | 46  | 7.45                   | 17.45                  | 13.90                  | 55.04        | 55.81               |
|   | 31  | 7.46                   | 15.32                  | 12.48                  | 56.57        |                     |
| 18  | 2   | 7.46                   | 15.38                  | 12.81                  | 48.04        | 47.90               |
|   | LO  | 7.42                   | 14.66                  | 12.32                  | 47.76        |                     |
| 26  | 47  | 7.46                   | 16.00                  | 13.46                  | 42.33        | 42.49               |
|   | 4   | 7.45                   | 15.41                  | 13.03                  | 42.65        |                     |
| 45  | 7   | 7.39                   | 12.37                  | 10.97                  | 39.11        | 38.78               |
|   | 15  | 7.48                   | 11.44                  | 10.34                  | 38.46        |                     |
| Límite líquido (%):   |   |                        |                        |                        |              | <b>43.44</b>        |
| LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE   |   |                        |                        |                        |              |                     |
|   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE PLÁSTICO   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HUM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 1C  | 4.60  | 3.81                   | 4.00                   | 31.67                  | <b>30.60</b> |                     |
| 2E  | 4.80  | 4.01                   | 4.20                   | 31.67                  |              |                     |
| 8D  | 4.50  | 3.56                   | 3.77                   | 28.77                  |              |                     |
| 3B  | 4.40  | 2.96                   | 3.30                   | 30.91                  |              |                     |
| 5H  | 4.40  | 2.71                   | 3.10                   | 30.00                  |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Límite líquido:   |   | <b>43.44</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Límite plástico:  |   | <b>30.60</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>12.84</b>           | %                      |                        |              |                     |
| CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>MH</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A-7-5</b>           |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |



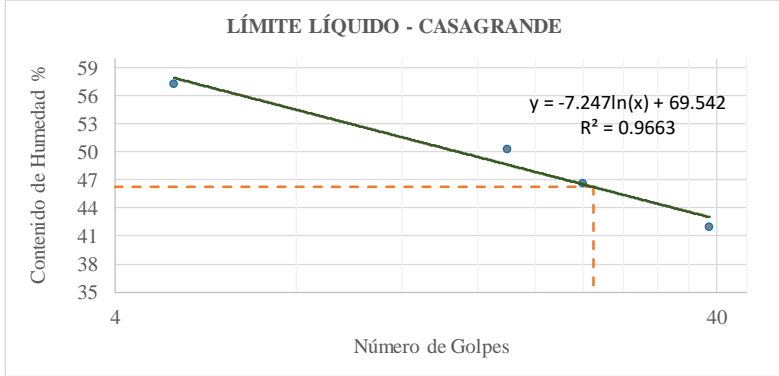
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXX Límites de Atterberg Pozo #04

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Tarqui  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 4   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M; 178629; 9839423  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 0.90 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 3   | 10  | 11.68                  | 19.03                  | 15.40                  | 97.58        | 91.60               |
|   | 66AI  | 10.93                  | 18.67                  | 15.10                  | 85.61        |                     |
| 18  | 05A   | 11.02                  | 15.92                  | 13.70                  | 82.84        | 81.30               |
|   | 42  | 11.84                  | 18.06                  | 15.30                  | 79.77        |                     |
| 28  | 40  | 11.15                  | 18.55                  | 15.40                  | 74.12        | 77.98               |
|   | 78  | 11.56                  | 17.27                  | 14.70                  | 81.85        |                     |
| 40  | 79  | 11.28                  | 15.69                  | 13.70                  | 82.23        | 75.97               |
|   | 31  | 11.37                  | 17.87                  | 15.20                  | 69.71        |                     |
| Límite líquido (%) :  |   |                        |                        | <b>78.90</b>           |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 104M  | 10.70   | 15.35                  | 13.30                  | 78.85                  | <b>75.73</b> |                     |
| 11A   | 10.64   | 14.58                  | 12.84                  | 79.09                  |              |                     |
| 3A  | 10.80   | 15.91                  | 13.70                  | 76.21                  |              |                     |
| PS2   | 10.63   | 15.61                  | 13.52                  | 72.32                  |              |                     |
| 12I   | 10.63   | 16.26                  | 13.90                  | 72.17                  |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite liquido:   |   | <b>78.90</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>75.73</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>3.17</b>            | %                      |                        |              |                     |
| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>OL</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A5</b>              |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |



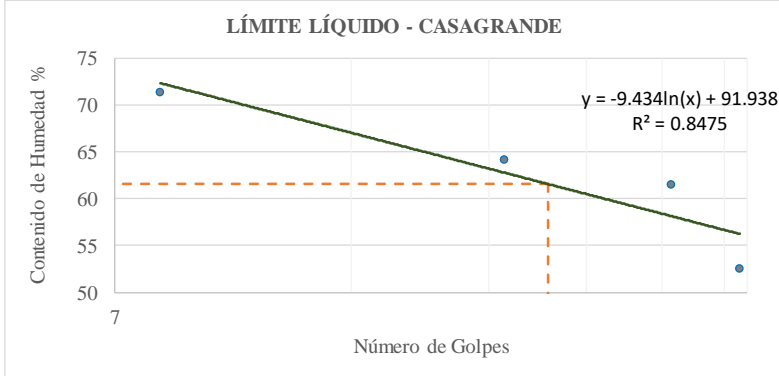
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXXI Límites de Atterberg Pozo #05

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Puyo  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 5   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 830965; 9833686  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 0.80 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 5   | 41  | 11.04                  | 16.96                  | 14.60                  | 66.29        | 57.25               |
|   | 35  | 11.27                  | 17.85                  | 15.71                  | 48.20        |                     |
| 18  | 10I   | 11.00                  | 18.13                  | 16.03                  | 41.72        | 50.22               |
|   | 74  | 11.53                  | 17.99                  | 15.60                  | 58.72        |                     |
| 24  | 33A   | 11.08                  | 15.24                  | 14.01                  | 41.98        | 46.59               |
|   | 4L  | 11.02                  | 14.77                  | 13.50                  | 51.21        |                     |
| 39  | 64  | 11.36                  | 15.82                  | 14.63                  | 36.39        | 41.91               |
|   | 38GEO   | 11.77                  | 15.50                  | 14.30                  | 47.43        |                     |
| Límite líquido (%) :  |   |                        |                        | <b>46.21</b>           |              |                     |
|   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 1PM   | 10.57   | 14.25                  | 13.14                  | 43.19                  | <b>43.16</b> |                     |
| 15  | 10.67   | 13.19                  | 12.43                  | 43.18                  |              |                     |
| P4M   | 10.67   | 13.57                  | 12.72                  | 41.46                  |              |                     |
| P6  | 10.77   | 13.81                  | 12.86                  | 45.45                  |              |                     |
| 3   | 10.65   | 12.93                  | 12.25                  | 42.50                  |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite líquido:   | <b>46.21</b>  | %                      |                        |                        |              |                     |
| Limite plástico:  | <b>43.16</b>  | %                      |                        |                        |              |                     |
| Índice plástico:  | <b>3.06</b>   | %                      |                        |                        |              |                     |
| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>OL</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A5</b>              |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        | <b>REVISÓ:</b>         |                        |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        | Ing. Favio Portilla    |                        |              |                     |



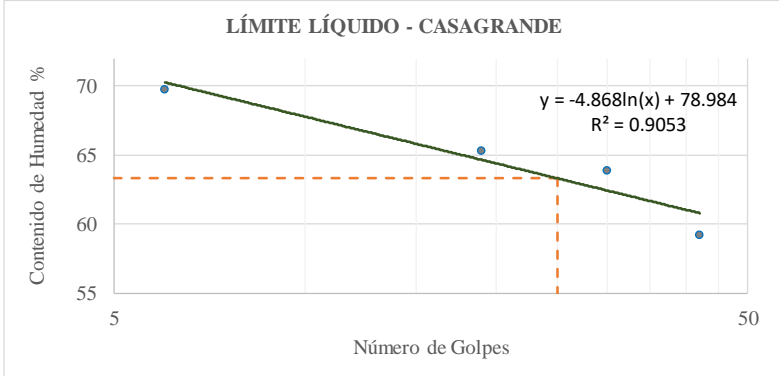
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXXII Límites de Atterberg Pozo #06

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Pomona  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 6   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 176242; 9815118  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 8   | 23  | 11.03                  | 19.26                  | 15.86                  | 70.39        | 71.37               |
|   | 15  | 11.21                  | 19.31                  | 15.91                  | 72.34        |                     |
| 22  | 8   | 11.06                  | 18.21                  | 15.41                  | 64.37        | 64.16               |
|   | 5E  | 11.07                  | 17.94                  | 15.26                  | 63.96        |                     |
| 36  | 36E   | 11.31                  | 18.24                  | 15.62                  | 60.79        | 61.44               |
|   | 61  | 11.10                  | 18.67                  | 15.77                  | 62.10        |                     |
| 44  | 39  | 11.39                  | 19.74                  | 16.97                  | 49.64        | 52.49               |
|   | 2   | 11.08                  | 19.22                  | 16.32                  | 55.34        |                     |
| Límite líquido (%) :  |   |                        |                        | <b>61.57</b>           |              |                     |
| <p style="text-align: center;"><b>LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE</b></p>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE PLÁSTICO   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 14  | 10.61   | 13.24                  | 12.34                  | 52.02                  | <b>51.12</b> |                     |
| 4E  | 10.57   | 13.67                  | 12.63                  | 50.49                  |              |                     |
| 74  | 10.65   | 13.74                  | 12.68                  | 52.22                  |              |                     |
| 11  | 10.62   | 13.81                  | 12.74                  | 50.47                  |              |                     |
| 10  | 10.51   | 12.45                  | 11.80                  | 50.39                  |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite liquido:   |   | <b>61.57</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>51.12</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>10.45</b>           | %                      |                        |              |                     |
| CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | MH                     |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | A-7-5                  |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



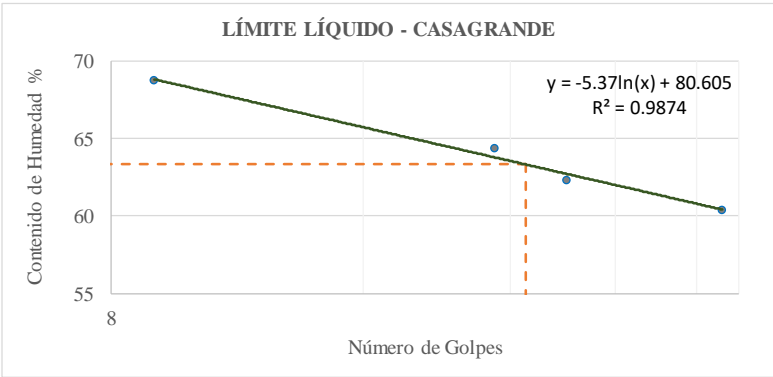
Tabla LXXXIII Límites de Atterberg Pozo #07

|  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> </div>  |   |                        |                        |                        |                     |                     |
|--|---|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>  | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Provincia:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Cantón:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Sector:</b>   | Montalvo  |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Fecha:</b>  | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Norma:</b>  | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Número de muestra:</b>  | 7   |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Coordenadas:</b>  | 17M, 261743; 9781102  |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Tipo:</b>   | Subrasante  |                        |                        |                        |                     |                     |
| <b>Profundidad:</b>  | 0.90 m  |                        |                        |                        |                     |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG   |   |                        |                        |                        |                     |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO   |   |                        |                        |                        |                     |                     |
| # Golpes   | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                 | % W <sub>PROM</sub> |
| 6  | 75  | 11.23                  | 21.36                  | 17.12                  | 71.99               | 69.74               |
|  | 49  | 11.02                  | 22.41                  | 17.82                  | 67.50               |                     |
| 19   | 51  | 11.67                  | 20.15                  | 16.78                  | 65.95               | 65.30               |
|  | 36  | 11.24                  | 20.74                  | 17.01                  | 64.64               |                     |
| 30   | 42  | 11.30                  | 21.36                  | 17.50                  | 62.26               | 63.89               |
|  | OM5   | 11.51                  | 22.07                  | 17.89                  | 65.52               |                     |
| 42   | 15E   | 11.47                  | 21.36                  | 17.76                  | 57.23               | 59.19               |
|  | 16GEO   | 11.23                  | 22.14                  | 18.00                  | 61.15               |                     |
| Límite líquido (%) :   |   |                        |                        | <b>63.31</b>           |                     |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE  |   |                        |                        |                        |                     |                     |
|    |   |                        |                        |                        |                     |                     |
| LÍMITE PLÁSTICO  |   |                        |                        |                        |                     |                     |
| # Recipiente   | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W <sub>Prom</sub> |                     |
| 12   | 10.31   | 14.02                  | 12.89                  | 43.80                  | <b>44.59</b>        |                     |
| 1  | 10.24   | 13.89                  | 12.78                  | 43.70                  |                     |                     |
| 14   | 10.03   | 13.74                  | 12.66                  | 41.06                  |                     |                     |
| 2  | 10.12   | 14.13                  | 12.87                  | 45.82                  |                     |                     |
| 3  | 10.37   | 13.46                  | 12.45                  | 48.56                  |                     |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG   |   |                        |                        |                        |                     |                     |
| Limite liquido:  |   | <b>63.31</b>           | %                      |                        |                     |                     |
| Limite plástico:   |   | <b>44.59</b>           | %                      |                        |                     |                     |
| Índice plástico:   |   | <b>18.73</b>           | %                      |                        |                     |                     |
| CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO   |   |                        |                        |                        |                     |                     |
| SISTEMA  | AASHTO  | MH                     |                        |                        |                     |                     |
|  | SUCS  | A-7-5                  |                        |                        |                     |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>  |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |                     |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez  |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |                     |                     |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



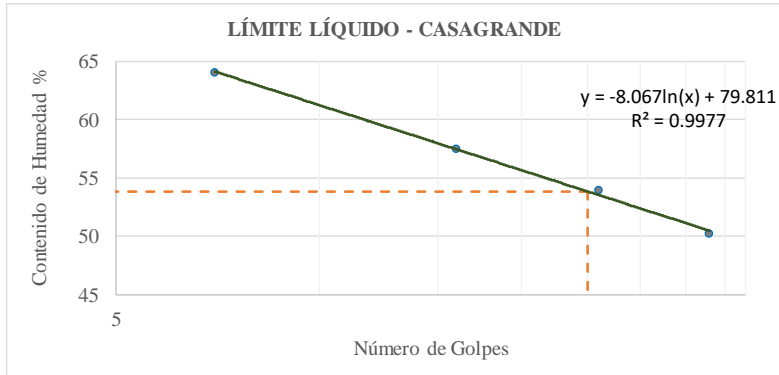


Tabla LXXXIV Límites de Atterberg Pozo #08

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Fátima  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 8   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 166393; 9841518  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 9   | 36  | 7.32                   | 16.25                  | 12.48                  | 73.06        | 68.70               |
|   | 47  | 7.14                   | 17.03                  | 13.16                  | 64.34        |                     |
| 23  | 62  | 7.20                   | 15.27                  | 12.03                  | 67.08        | 64.32               |
|   | 7LO   | 7.23                   | 16.81                  | 13.16                  | 61.55        |                     |
| 28  | 3E  | 7.34                   | 14.65                  | 11.76                  | 65.38        | 62.30               |
|   | 68  | 7.12                   | 15.32                  | 12.27                  | 59.22        |                     |
| 43  | 14W   | 7.27                   | 16.14                  | 12.78                  | 60.98        | 60.38               |
|   | 13R   | 7.16                   | 16.89                  | 13.25                  | 59.77        |                     |
| Límite líquido (%):   |   |                        |                        | <b>63.32</b>           |              |                     |
|   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 7   | 10.32   | 14.78                  | 13.21                  | 54.33                  | <b>53.77</b> |                     |
| 12  | 10.35   | 14.52                  | 13.12                  | 50.54                  |              |                     |
| 49  | 10.47   | 13.78                  | 12.59                  | 56.13                  |              |                     |
| 50  | 10.01   | 13.56                  | 12.36                  | 51.06                  |              |                     |
| 67  | 10.43   | 14.24                  | 12.86                  | 56.79                  |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite liquido:   |   | <b>63.32</b>           | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>53.77</b>           | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>9.55</b>            | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>OL</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A5</b>              |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |



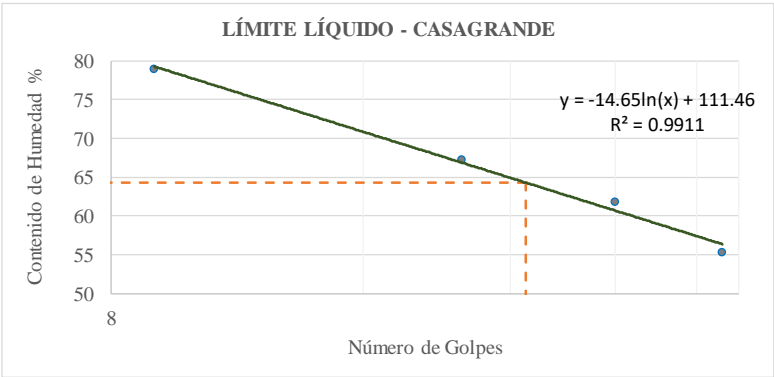
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXXV Límites de Atterberg Pozo #09

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Teniente Hugo Ortiz   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 9   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 170555; 9847397  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 7   | 10  | 11.14                  | 18.46                  | 15.64                  | 62.67        | 64.04               |
|   | 54  | 11.47                  | 18.12                  | 15.49                  | 65.42        |                     |
| 16  | 7   | 11.06                  | 18.67                  | 15.84                  | 59.21        | 57.41               |
|   | 2E  | 10.95                  | 17.05                  | 14.87                  | 55.61        |                     |
| 26  | 15  | 11.16                  | 17.98                  | 15.62                  | 52.91        | 53.92               |
|   | 14W   | 11.34                  | 19.04                  | 16.31                  | 54.93        |                     |
| 38  | 16Geo   | 11.42                  | 18.21                  | 15.89                  | 51.90        | 50.18               |
|   | 6E  | 11.13                  | 18.36                  | 16.00                  | 48.46        |                     |
| Límite líquido (%):   |   |                        |                        | <b>53.84</b>           |              |                     |
|  <p style="text-align: center;"><b>LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE</b></p> <p style="text-align: right;"><math>y = -8.067\ln(x) + 79.811</math><br/><math>R^2 = 0.9977</math></p>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 13  | 10.12   | 15.32                  | 13.64                  | 47.73                  | <b>51.47</b> |                     |
| 14  | 10.45   | 15.12                  | 13.49                  | 53.62                  |              |                     |
| 5E  | 10.34   | 15.03                  | 13.35                  | 55.81                  |              |                     |
| O3  | 10.26   | 14.62                  | 13.20                  | 48.30                  |              |                     |
| 34  | 10.06   | 14.92                  | 13.26                  | 51.88                  |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite liquido:   |   | <b>53.84</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>51.47</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>2.38</b>            | %                      |                        |              |                     |
| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>OL</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A5</b>              |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        | <b>REVISÓ:</b>         |                        |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        | Ing. Favio Portilla    |                        |              |                     |



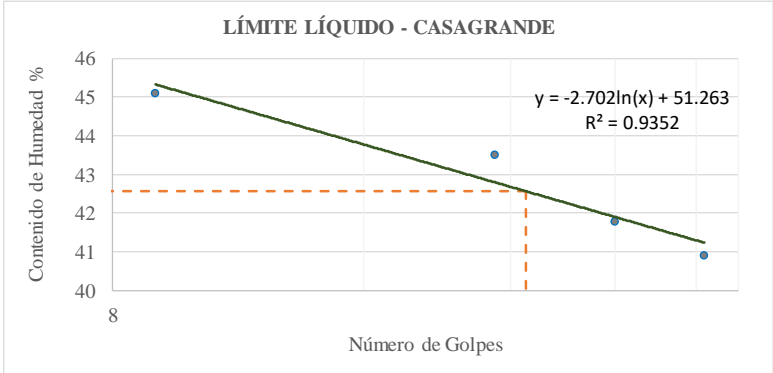
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXXVI Límites de Atterberg Pozo #10

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Sarayacu  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 10  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 217733; 9809596  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 0.90 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 9   | 3L8A  | 10.99                  | 18.15                  | 15.12                  | 73.37        | 78.91               |
|   | 20  | 11.35                  | 17.64                  | 14.76                  | 84.46        |                     |
| 21  | 73GEO   | 11.12                  | 16.27                  | 14.23                  | 65.59        | 67.17               |
|   | 14A   | 11.11                  | 17.32                  | 14.79                  | 68.75        |                     |
| 32  | 67A   | 11.34                  | 17.42                  | 15.02                  | 65.22        | 61.81               |
|   | 19  | 11.52                  | 16.89                  | 14.91                  | 58.41        |                     |
| 43  | 39  | 11.67                  | 17.57                  | 15.37                  | 59.46        | 55.27               |
|   | 31  | 12.77                  | 17.62                  | 15.98                  | 51.09        |                     |
| Límite líquido (%):   |   |                        |                        | <b>64.30</b>           |              |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE   |   |                        |                        |                        |              |                     |
|   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE PLÁSTICO   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 3B  | 10.71   | 13.23                  | 12.41                  | 48.24                  | <b>48.11</b> |                     |
| 6E  | 10.72   | 13.15                  | 12.37                  | 47.27                  |              |                     |
| 202   | 10.71   | 13.78                  | 12.79                  | 47.60                  |              |                     |
| 4AI   | 10.59   | 13.61                  | 12.63                  | 48.04                  |              |                     |
| E10   | 10.73   | 13.24                  | 12.41                  | 49.40                  |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite liquido:   |   | <b>64.30</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>48.11</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>16.19</b>           | %                      |                        |              |                     |
| CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>MH</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A-7-5</b>           |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |



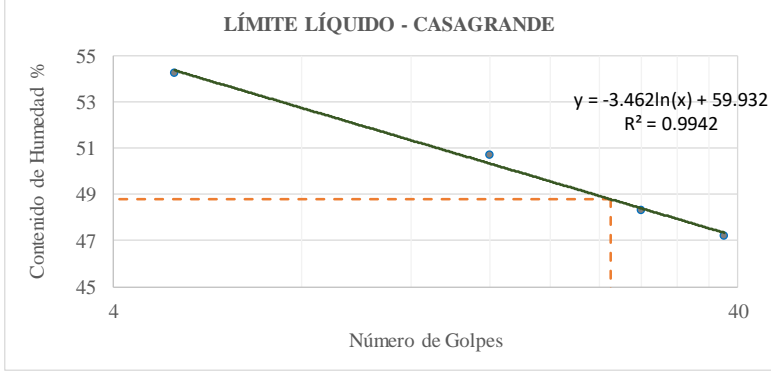
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXXVII Límites de Atterberg Pozo #11

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | El Triunfo  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 11  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 188834; 9841102  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 9   | 46  | 7.48                   | 17.24                  | 14.16                  | 46.11        | 45.08               |
|   | 2   | 7.51                   | 15.26                  | 12.89                  | 44.05        |                     |
| 23  | 47  | 7.46                   | 16.41                  | 13.62                  | 45.29        | 43.49               |
|   | 7   | 7.39                   | 15.14                  | 12.86                  | 41.68        |                     |
| 32  | 15  | 7.47                   | 17.21                  | 14.26                  | 43.45        | 41.78               |
|   | 4   | 7.45                   | 17.30                  | 14.48                  | 40.11        |                     |
| 41  | LO  | 7.42                   | 15.19                  | 12.98                  | 39.75        | 40.90               |
|   | 31  | 7.46                   | 16.21                  | 13.62                  | 42.05        |                     |
| Límite líquido (%) :  |   |                        |                        |                        |              | <b>42.57</b>        |
|   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 5   | 10.65   | 14.63                  | 13.48                  | 40.64                  | <b>41.13</b> |                     |
| 13  | 10.53   | 12.35                  | 11.81                  | 42.19                  |              |                     |
| 2   | 10.52   | 13.48                  | 12.63                  | 40.28                  |              |                     |
| P7  | 10.34   | 12.74                  | 12.04                  | 41.18                  |              |                     |
| 548   | 10.71   | 13.41                  | 12.62                  | 41.36                  |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Límite líquido:   |   | <b>42.57</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Límite plástico:  |   | <b>41.13</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>1.44</b>            | %                      |                        |              |                     |
| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>OL</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A5</b>              |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |



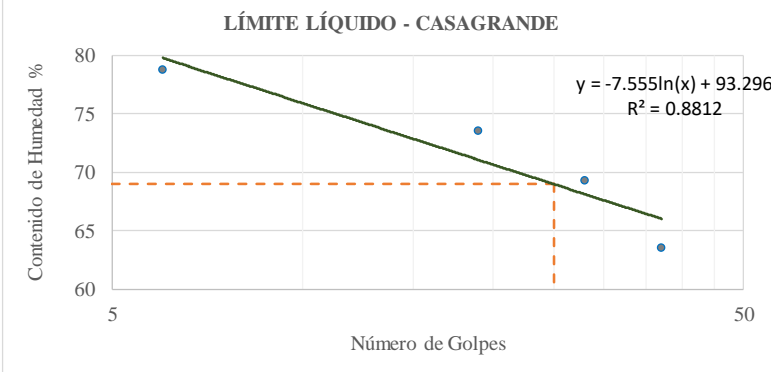
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXXVIII Límites de Atterberg Pozo #12

|  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> </div>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|--|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>  | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>   | Simón Bolívar   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>  | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>  | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>  | 12  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>  | 17M, 194571; 9790056  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>   | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>  | 1.00 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes   | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HUM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 5  | 05A   | 11.15                  | 19.62                  | 16.57                  | 56.27        | 54.22               |
|  | 10  | 11.84                  | 18.49                  | 16.21                  | 52.17        |                     |
| 16   | 40  | 11.57                  | 17.35                  | 15.42                  | 50.13        | 50.69               |
|  | 79  | 11.28                  | 17.98                  | 15.71                  | 51.24        |                     |
| 28   | 66A1  | 11.69                  | 18.35                  | 16.17                  | 48.66        | 48.32               |
|  | 31  | 10.97                  | 17.20                  | 15.18                  | 47.98        |                     |
| 38   | 6A  | 11.28                  | 17.37                  | 15.42                  | 47.10        | 47.21               |
|  | 42  | 11.37                  | 17.94                  | 15.83                  | 47.31        |                     |
| Límite líquido (%) :   |   |                        |                        |                        |              | <b>48.79</b>        |
|    |   |                        |                        |                        |              |                     |
| LÍMITE PLÁSTICO  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente   | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HUM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 5  | 10.64   | 15.46                  | 13.97                  | 44.74                  | <b>42.41</b> |                     |
| 2  | 10.63   | 14.87                  | 13.62                  | 41.81                  |              |                     |
| P7   | 10.17   | 14.69                  | 13.31                  | 43.95                  |              |                     |
| 3A   | 10.62   | 15.53                  | 14.12                  | 40.29                  |              |                     |
| 11A  | 10.55   | 15.72                  | 14.21                  | 41.26                  |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite liquido:  |   | <b>48.79</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Limite plástico:   |   | <b>42.41</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:   |   | <b>6.38</b>            | %                      |                        |              |                     |
| CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA  | AASHTO  |                        | OL                     |                        |              |                     |
|  | SUCS  |                        | A5                     |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>  |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez  |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |



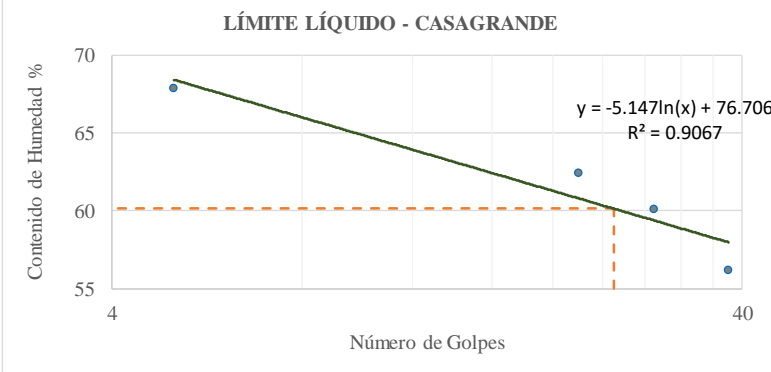
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla LXXXIX Límites de Atterberg Pozo #13

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Río Corrientes  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 13  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 304199; 9767761  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 6   | 10I   | 11.53                  | 18.63                  | 15.47                  | 80.20        | 78.69               |
|   | 38GEO   | 11.03                  | 17.32                  | 14.58                  | 77.18        |                     |
| 19  | 41  | 11.77                  | 15.27                  | 13.75                  | 76.77        | 73.47               |
|   | 4L  | 11.06                  | 15.74                  | 13.81                  | 70.18        |                     |
| 28  | 33A   | 11.71                  | 17.24                  | 15.01                  | 67.58        | 69.30               |
|   | 35  | 11.28                  | 17.83                  | 15.11                  | 71.02        |                     |
| 37  | 64  | 11.14                  | 15.27                  | 13.70                  | 61.33        | 63.49               |
|   | 1PM   | 11.35                  | 15.69                  | 13.97                  | 65.65        |                     |
| Límite líquido (%) :  |   |                        |                        | <b>68.98</b>           |              |                     |
|   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| 15  | 10.23   | 13.48                  | 12.37                  | 51.87                  | <b>50.60</b> |                     |
| 3   | 10.58   | 14.24                  | 13.03                  | 49.39                  |              |                     |
| P6  | 10.74   | 13.98                  | 12.86                  | 52.83                  |              |                     |
| 1PM   | 10.18   | 13.47                  | 12.38                  | 49.55                  |              |                     |
| P4M   | 10.37   | 14.03                  | 12.82                  | 49.39                  |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite liquido:   |   | <b>68.98</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>50.60</b>           | %                      |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>18.37</b>           | %                      |                        |              |                     |
| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>MH</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A-7-5</b>           |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        | <b>REVISÓ:</b>         |                        |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        | Ing. Favio Portilla    |                        |              |                     |



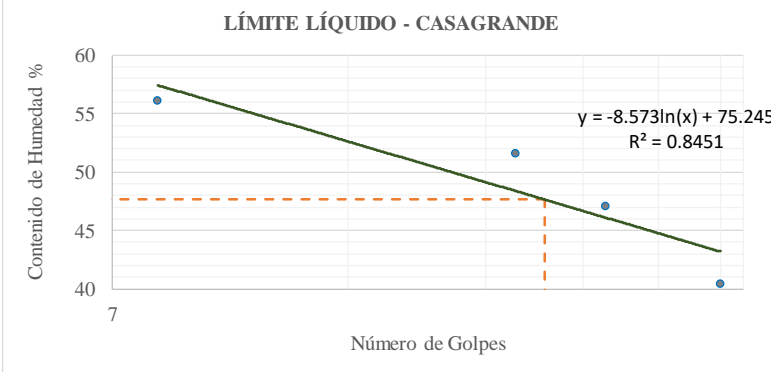
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XC Límites de Atterberg Pozo #14

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Sector:</b>  | Río Tigres  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Fecha:</b>   | 15/mar/2022   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Número de muestra:</b>   | 14  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 342109; 9793417  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m  |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr) | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 5   | 01C   | 42.94                  | 51.23                  | 47.89                  | 67.47        | 67.89               |
|   | 13  | 46.83                  | 54.74                  | 51.53                  | 68.30        |                     |
| 22  | 75  | 30.67                  | 39.34                  | 36.07                  | 60.56        | 62.44               |
|   | 2   | 30.69                  | 38.15                  | 35.23                  | 64.32        |                     |
| 29  | 37  | 25.94                  | 32.47                  | 30.02                  | 60.05        | 60.07               |
|   | 17  | 24.68                  | 32.14                  | 29.34                  | 60.09        |                     |
| 38  | 87  | 28.95                  | 37.64                  | 34.46                  | 57.71        | 56.18               |
|   | 6M  | 34.36                  | 42.68                  | 39.74                  | 54.65        |                     |
| Límite líquido (%) :  |   |                        |                        | <b>60.14</b>           |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
|   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>  |   |                        |                        |                        |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w                    | % W Prom     |                     |
| P7  | 10.20   | 14.26                  | 12.97                  | 46.57                  | <b>43.84</b> |                     |
| 3A  | 10.61   | 14.78                  | 13.54                  | 42.32                  |              |                     |
| 11A   | 10.53   | 15.24                  | 13.81                  | 43.60                  |              |                     |
| 56  | 10.14   | 13.45                  | 12.43                  | 44.54                  |              |                     |
| 14  | 10.56   | 14.27                  | 13.17                  | 42.15                  |              |                     |
| <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| Limite líquido:   |   | <b>60.14</b>           | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>43.84</b>           | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>16.30</b>           | <b>%</b>               |                        |              |                     |
| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO</b>   |   |                        |                        |                        |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>MH</b>              |                        |                        |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A-7-5</b>           |                        |                        |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                        |                        | <b>REVISÓ:</b>         |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                        |                        | Ing. Favio Portilla    |              |                     |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



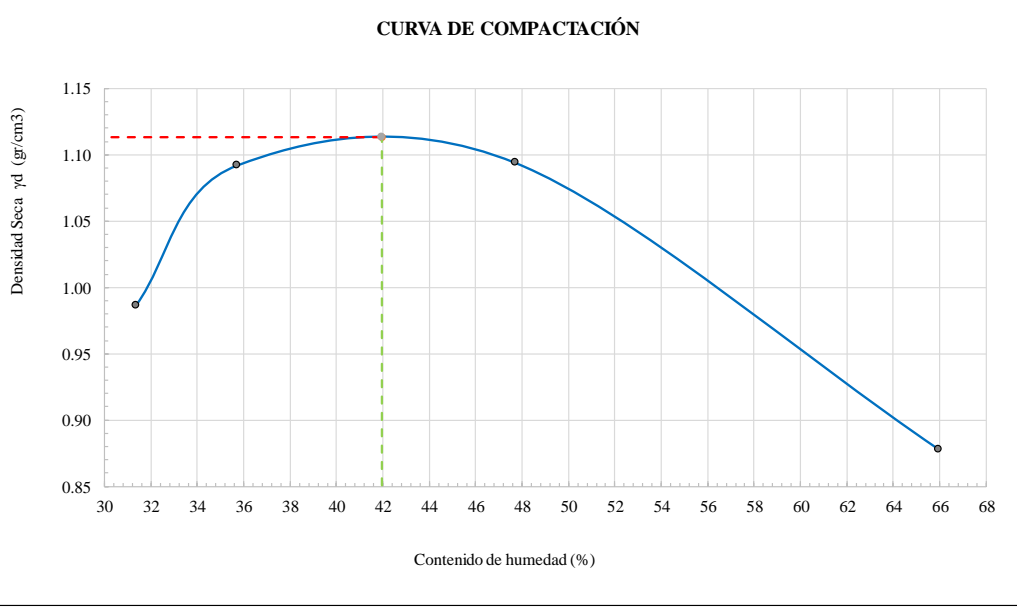
Tabla XCI Límites de Atterberg Pozo #15

|    |   | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                        |  |              |                     |
|---|---|---|------------------------|---|--------------|---------------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                        |   |              |                     |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Puyo 2<br><b>Fecha:</b> 15/mar/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 89 (2013)<br>AASHTO T 90 (2016)               | <b>Número de muestra:</b> 15<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 169730; 9833851<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m |   |                        |   |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |   |   |                        |   |              |                     |
| LÍMITE LÍQUIDO  |   |   |                        |   |              |                     |
| # Golpes  | # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr) | W <sub>SECO</sub> (gr)  | % w          | % W <sub>PROM</sub> |
| 8   | 10  | 11.67   | 19.37                  | 16.56   | 57.46        | 56.07               |
|   | 79  | 11.62   | 19.74                  | 16.87   | 54.67        |                     |
| 23  | 31  | 11.25   | 18.35                  | 15.97   | 50.42        | 51.52               |
|   | 42  | 11.47   | 18.46                  | 16.05   | 52.62        |                     |
| 30  | 13  | 11.15   | 17.25                  | 15.29   | 47.34        | 47.09               |
|   | 5   | 10.58   | 18.26                  | 15.81   | 46.85        |                     |
| 42  | P7  | 10.47   | 19.67                  | 17.06   | 39.61        | 40.39               |
|   | 46  | 11.37   | 19.49                  | 17.12   | 41.17        |                     |
| Límite líquido (%) :  |   |   |                        | <b>47.65</b>  |              |                     |
| <b>LÍMITE LÍQUIDO - CASAGRANDE</b>  |   |   |                        |   |              |                     |
|   |   |   |                        |   |              |                     |
| LÍMITE PLÁSTICO   |   |   |                        |   |              |                     |
| # Recipiente  | W <sub>REC.</sub> (gr)  | W <sub>HÚM.</sub> (gr)  | W <sub>SECO</sub> (gr) | % w   | % W Prom     |                     |
| 5   | 10.54   | 15.04   | 13.73                  | 41.07   | <b>42.59</b> |                     |
| 13  | 10.23   | 14.29   | 13.15                  | 39.04   |              |                     |
| 2   | 10.26   | 14.78   | 13.45                  | 41.69   |              |                     |
| 48  | 10.64   | 14.39   | 13.28                  | 42.05   |              |                     |
| P4  | 10.78   | 14.06   | 12.98                  | 49.09   |              |                     |
| LÍMITES DE ATTERBERG  |   |   |                        |   |              |                     |
| Limite liquido:   |   | <b>47.65</b>  | %                      |   |              |                     |
| Limite plástico:  |   | <b>42.59</b>  | %                      |   |              |                     |
| Índice plástico:  |   | <b>5.06</b>   | %                      |   |              |                     |
| CLASIFICACIÓN DE SUELO ANALIZADO  |   |   |                        |   |              |                     |
| SISTEMA   | AASHTO  | <b>OL</b>   |                        |   |              |                     |
|   | SUCS  | <b>A5</b>   |                        |   |              |                     |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>         |   |              |                     |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla    |   |              |                     |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



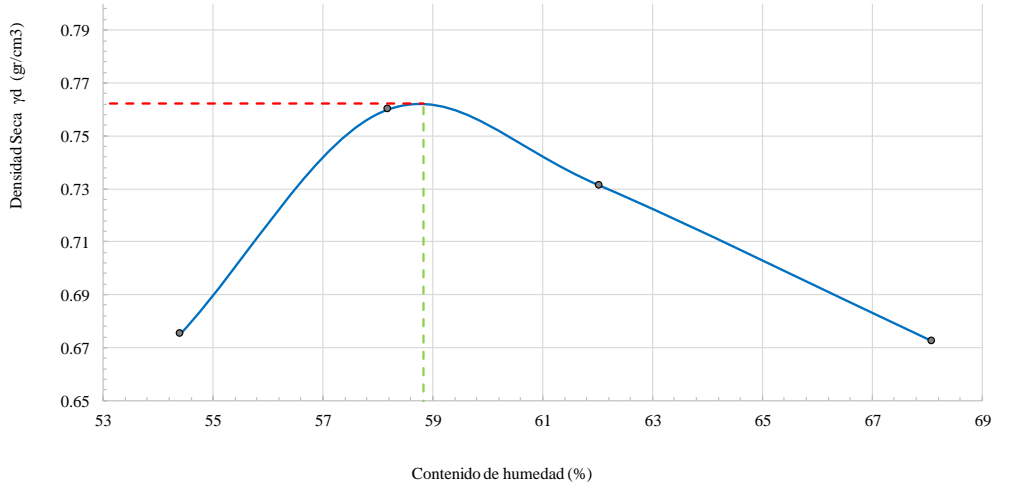


Tabla XCII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #01

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA<br>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL<br>PROYECTO DE TITULACIÓN |   |  |                      |
|---|---|---|----------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                      |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Numero de muestra:</b>   | 1                    |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 194007; 9824166 |
| <b>Sector:</b>  | Canelos   | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019)   |   |                      |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |   |   |                      |
| DATOS   |   |   |                      |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |   |   |                      |
| Número de Golpes:   | 56  | Altura de Caída (in):   | 18                   |
| Número de Capas:  | 5   | Peso del Martillo (lb):   | 10                   |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986   | Peso del Molde (gr.):   | 13390                |
| Peso Inicial:   | 5000  |   | 5000                 |
|   |   |   | 5000                 |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |   |   |                      |
| Ensayo Número   | 1   | 2   | 3                    |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16485.0   | 16930.0   | 17249.0              |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 3095  | 3540  | 3859                 |
| P. unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.296   | 1.482   | 1.616                |
|   |   |   | 1.457                |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |   |   |                      |
| Identificación del recipiente   | 20  | 02B   | 35                   |
| P. del recipiente (Wrec)  | 24.66   | 24.03   | 24.70                |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 56.41   | 55.36   | 55.89                |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 49.01   | 47.71   | 47.58                |
| Peso solidos (Ws)   | 24.35   | 23.68   | 22.88                |
| Peso del agua (Ww)  | 7.40  | 7.65  | 8.31                 |
| Cont. Humedad (w%)  | 30.39   | 32.31   | 36.32                |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 31.35   | 35.72   | 47.71                |
| Densidad Seca γd (gr/cm <sup>3</sup> )  | 0.987   | 1.092   | 1.094                |
|   |   |   | 0.878                |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |   |   |                      |
| Contenido de Humedad Óptima ω% :  | 41.97   |   |                      |
| Densidad Seca Máxima γd (gr/cm <sup>3</sup> ) :   | 1.113   |   |                      |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |   |   |                      |
|   |   |   |                      |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 1.113 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 41.97 %.  |   |   |                      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   | <b>REVISÓ:</b>  |                      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   | Ing. Favio Portilla   |                      |



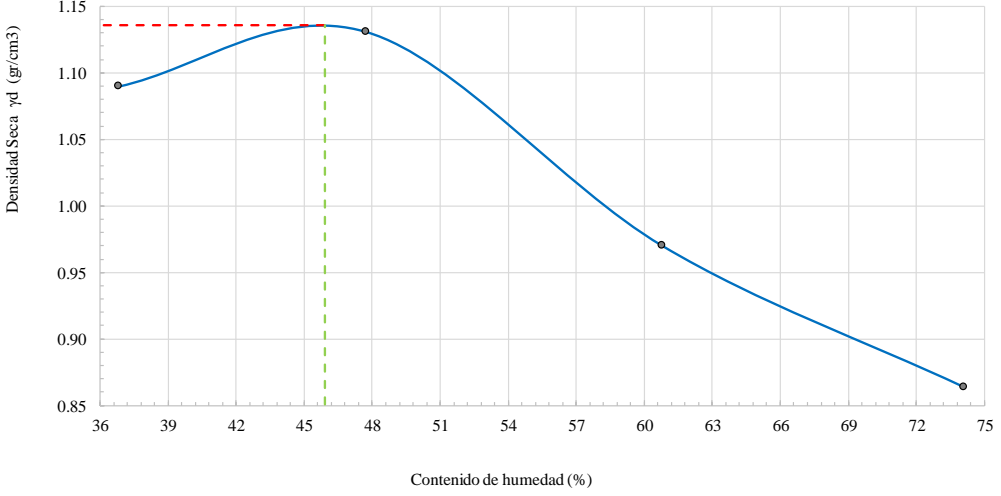
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XCIII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #02

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                     |  |                         |
|---|---------------------|---|-------------------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.   |                     |   |                         |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza             | <b>Numero de muestra:</b>   | 2                       |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 171783; 9828087    |
| <b>Sector:</b>  | Diez de Agosto      | <b>Tipo:</b>  | Subrasante              |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m                  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019) |   |                         |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |                     |   |                         |
| DATOS   |                     |   |                         |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |                     |   |                         |
| Número de Golpes:   | 56                  | Altura de Caída (in):   | 18                      |
| Número de Capas:  | 5                   | Peso del Martillo (lb):   | 10                      |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986               | Peso del Molde (gr.):   | 13390                   |
| Peso Inicial:   | 5000                | Vol. del Molde:   | 2388.32 cm <sup>3</sup> |
|   |                     |   | 5000                    |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                         |
| Ensayo Número   | 1                   | 2   | 3                       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 15880.0             | 16261.0   | 16220.0                 |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 2490                | 2871  | 2830                    |
| P. unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.043               | 1.202   | 1.185                   |
|   |                     |   | 1.131                   |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |                     |   |                         |
| Identificación del recipiente   | 89J                 | H51CS   | 55                      |
| P. del recipiente (Wrec)  | 31.80               | 32.99   | 30.42                   |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 70.49               | 80.34   | 71.50                   |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 57.08               | 63.39   | 56.54                   |
| Peso solidos (Ws)   | 25.28               | 30.40   | 26.12                   |
| Peso del agua (Ww)  | 13.41               | 16.95   | 14.96                   |
| Cont. Humedad (w%)  | 53.05               | 55.76   | 57.27                   |
|   |                     |   | 59.08                   |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 54.40               |   | 58.18                   |
|   |                     |   | 62.04                   |
| Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )  | 0.675               |   | 0.760                   |
|   |                     |   | 0.731                   |
|   |                     |   | 0.673                   |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |                     |   |                         |
| Contenido de Humedad Óptima $\omega\%$ :  |                     | 58.83   |                         |
| Densidad Seca Máxima $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |                     | 0.762   |                         |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                         |
|   |                     |   |                         |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |                     |   |                         |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 0.7621 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 58.83 %.   |                     |   |                         |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                     | <b>REVISÓ:</b>  |                         |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                     | Ing. Favio Portilla   |                         |



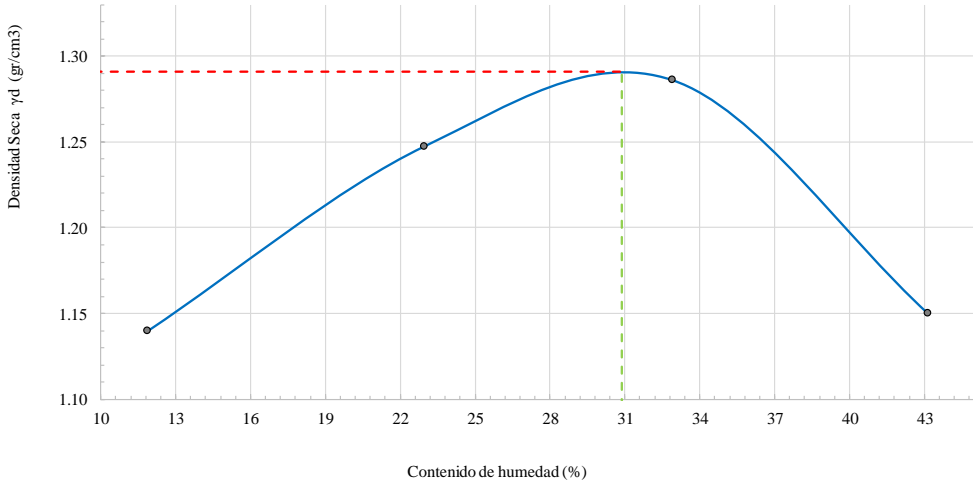
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XCIV Proctor Modificado Tipo B. Pozo #03

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                     |  |                         |
|---|---------------------|---|-------------------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.   |                     |   |                         |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza             | <b>Numero de muestra:</b>   | 3                       |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 175751; 9833170    |
| <b>Sector:</b>  | Veracruz            | <b>Tipo:</b>  | Subrasante              |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m                  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019) |   |                         |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |                     |   |                         |
| DATOS   |                     |   |                         |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |                     |   |                         |
| Número de Golpes:   | 56                  | Altura de Caída (in):   | 18                      |
| Número de Capas:  | 5                   | Peso del Martillo (lb):   | 10                      |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986               | Peso del Molde (gr.):   | 13390                   |
| Peso Inicial:   | 5000                | Vol. del Molde:   | 2388.32 cm <sup>3</sup> |
|   |                     |   | 5000                    |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                         |
| Ensayo Número   | 1                   | 2   | 3                       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16951.0             | 17380.0   | 17115.0                 |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 3561                | 3990  | 3725                    |
| P. unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.491               | 1.671   | 1.560                   |
|   |                     |   | 1.504                   |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |                     |   |                         |
| Identificación del recipiente   | AN1                 | 421   | 1                       |
| P. del recipiente (Wrec)  | 33.41               | 31.70   | 32.23                   |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 122.16              | 111.08  | 93.67                   |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 99.25               | 88.87   | 74.06                   |
| Peso sólidos (Ws)   | 65.84               | 57.17   | 41.83                   |
| Peso del agua (Ww)  | 22.91               | 22.21   | 19.61                   |
| Cont. Humedad (w%)  | 34.80               | 38.85   | 46.88                   |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 36.82               | 47.74   | 60.77                   |
| Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.090               | 1.131   | 0.970                   |
|   |                     |   | 0.864                   |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |                     |   |                         |
| Contenido de Humedad Óptima $\omega$ % :  |                     | 45.92   |                         |
| Densidad Seca Máxima $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |                     | 1.136   |                         |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                         |
|   |                     |   |                         |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |                     |   |                         |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 1.136 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 45.92 %.  |                     |   |                         |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                     | <b>REVISÓ:</b>  |                         |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                     | Ing. Favio Portilla   |                         |



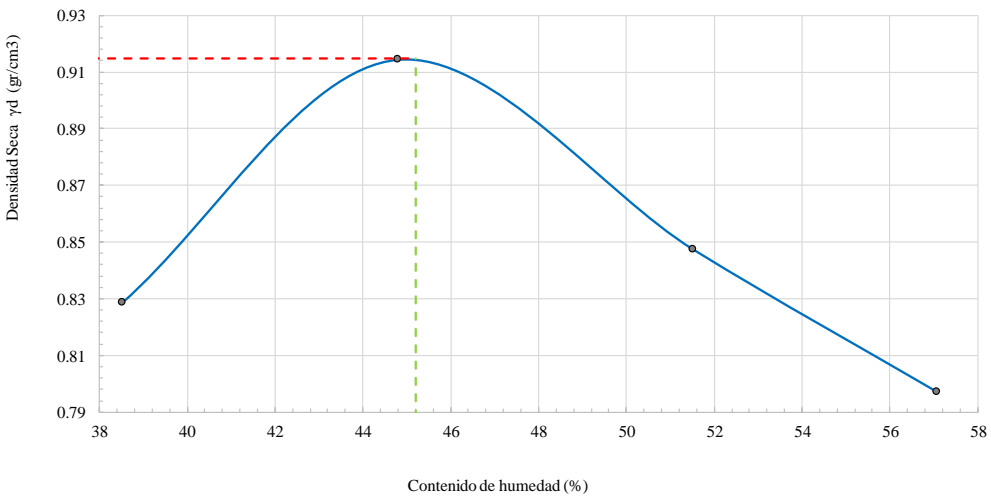
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XCV Proctor Modificado Tipo B. Pozo #04

|   |   |
|---|---|
| <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>         |   |
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |
| <b>Sector:</b>  | Tarqui  |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022   |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019)   |
| <b>Numero de muestra:</b>   | 4   |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M; 178629; 9839423  |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |
| <b>Profundidad:</b>   | 0.90 m  |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |   |
| DATOS   |   |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |   |
| Número de Golpes:   | 56  |
| Número de Capas:  | 5   |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986   |
| Altura de Caída (in):   | 18  |
| Peso del Martillo (lb):   | 10  |
| Peso del Molde (gr.):   | 13390   |
| φ Diámetro interno :  | 15.23 cm  |
| h altura :  | 13.11 cm  |
| Vol. del Molde:   | 2388.32 cm <sup>3</sup>   |
| Peso Inicial:   | 5000  |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |   |
| Ensayo Número   | 1 2 3 4   |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16436.0 17053.0 17472.0 17322.0   |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 3046 3663 4082 3932   |
| P. unitario húmedo γ <sub>m</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.275 1.534 1.709 1.646   |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |   |
| Identificación del recipiente   | 89J H5 465 H4 91J CA2-09 1SN08 20   |
| P. del recipiente (Wrec)  | 31.80 32.98 31.12 30.51 32.42 31.87 26.72 24.66   |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 95.13 83.10 82.04 86.37 77.79 87.53 90.03 97.01   |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 88.43 77.75 72.08 76.44 66.87 73.37 70.88 75.26   |
| Peso solidos (Ws)   | 56.63 44.77 40.96 45.93 34.45 41.50 44.16 50.60   |
| Peso del agua (Ww)  | 6.70 5.35 9.96 9.93 10.92 14.16 19.15 21.75   |
| Cont. Humedad (w%)  | 11.83 11.95 24.32 21.62 31.70 34.12 43.37 42.98   |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 11.89 22.97 32.91 43.17   |
| Densidad Seca γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.140 1.247 1.286 1.150   |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |   |
| Contenido de Humedad Óptima ω% :  | 30.87   |
| Densidad Seca Máxima γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> ) :   | 1.291   |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |   |
|   |   |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 1.291 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 30.87 %.        |   |
| <b>REALIZÓ:</b>   | <b>REVISÓ:</b>  |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   | Ing. Favio Portilla   |



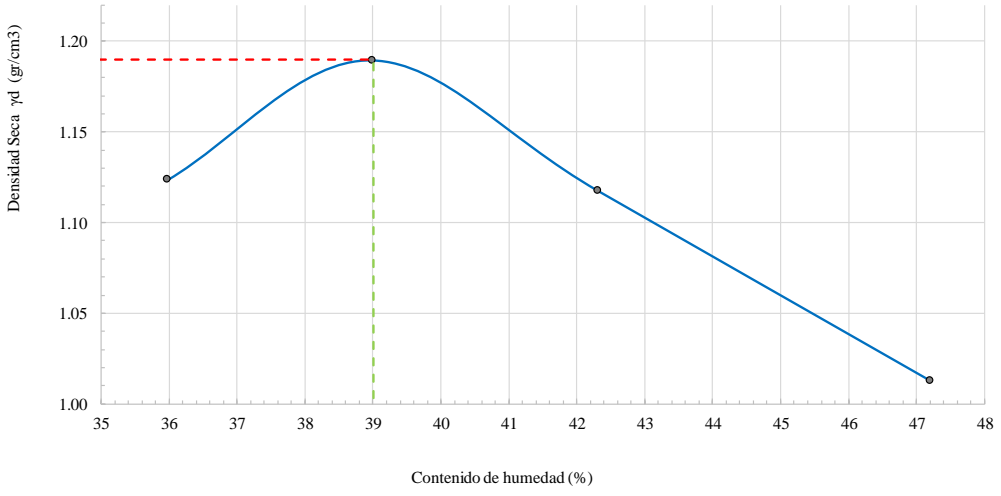
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XCVI Proctor Modificado Tipo B. Pozo #05

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |   |  |                         |
|---|---|---|-------------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                         |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Numero de muestra:</b>   | 5                       |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 830965; 9833686    |
| <b>Sector:</b>  | Puyo  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante              |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 0.80 m                  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019)   |   |                         |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |   |   |                         |
| DATOS   |   |   |                         |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |   |   |                         |
| Número de Golpes:   | 56  | Altura de Caída (in):   | 18                      |
| Número de Capas:  | 5   | Peso del Martillo (lb):   | 10                      |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986   | Peso del Molde (gr.):   | 13390                   |
|   |   | φ Diámetro interno :  | 15.23 cm                |
|   |   | h altura :  | 13.11 cm                |
|   |   | Vol. del Molde:   | 2388.32 cm <sup>3</sup> |
| Peso Inicial:   | 5000  | 5000  | 5000                    |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |   |   |                         |
| Ensayo Número   | 1   | 2   | 3                       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16132.0   | 16552.0   | 16457.0                 |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 2742  | 3162  | 3067                    |
| P. unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.148   | 1.324   | 1.284                   |
|   |   |   | 1.252                   |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |   |   |                         |
| Identificación del recipiente   | H5  | D4  | H4                      |
| P. del recipiente (Wrec)  | 33.06   | 31.89   | 30.36                   |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 71.14   | 71.79   | 73.20                   |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 60.57   | 60.67   | 60.12                   |
| Peso solidos (Ws)   | 27.51   | 28.78   | 29.76                   |
| Peso del agua (Ww)  | 10.57   | 11.12   | 13.08                   |
| Cont. Humedad (w%)  | 38.42   | 38.64   | 43.95                   |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 38.53   | 44.79   | 51.52                   |
| Densidad Seca γd (gr/cm <sup>3</sup> )  | 0.829   | 0.914   | 0.847                   |
|   |   |   | 0.797                   |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |   |   |                         |
| Contenido de Humedad Óptima ω% :  | 45.21   |   |                         |
| Densidad Seca Máxima γd (gr/cm <sup>3</sup> ) :   | 0.915   |   |                         |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |   |   |                         |
|   |   |   |                         |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                         |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 0.9148 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 45.21 %.   |   |   |                         |
| <b>REALIZÓ:</b>   | <b>REVISÓ:</b>  |   |                         |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   | Ing. Favio Portilla   |   |                         |



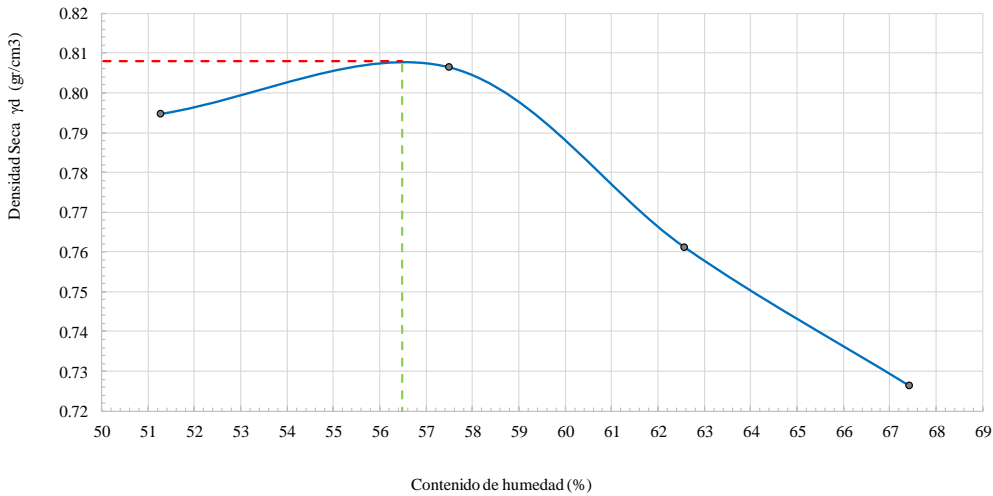
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla XCVII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #06

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA<br>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL<br>PROYECTO DE TITULACIÓN |                     |  |                      |
|---|---------------------|---|----------------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.                                   |                     |   |                      |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza             | <b>Numero de muestra:</b>   | 6                    |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 176242; 9815118 |
| <b>Sector:</b>  | Pomona              | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019) |   |                      |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |                     |   |                      |
| DATOS   |                     |   |                      |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |                     |   |                      |
| Número de Golpes:   | 56                  | Altura de Caída (in):   | 18                   |
| Número de Capas:  | 5                   | Peso del Martillo (lb):   | 10                   |
| Energía de Compactación (lb*fi/ft3):  | 55986               | Peso del Molde (gr.):   | 13390                |
| Peso Inicial:   | 5000                |   | 5000                 |
|   |                     |   | 5000                 |
|   |                     |   | 5000                 |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                      |
| Ensayo Número   | 1                   | 2   | 3                    |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 17039.0             | 17339.0   | 17189.0              |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 3649                | 3949  | 3799                 |
| P. unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.528               | 1.653   | 1.591                |
|   |                     |   | 1.491                |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |                     |   |                      |
| Identificación del recipiente   | 41                  | 69  | 104                  |
| P. del recipiente (Wrec)  | 31.09               | 30.67   | 30.09                |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 96.29               | 82.05   | 86.89                |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 79.21               | 68.32   | 70.64                |
| Peso sólidos (Ws)   | 48.12               | 37.65   | 40.55                |
| Peso del agua (Ww)  | 17.08               | 13.73   | 16.25                |
| Cont. Humedad (w%)  | 35.49               | 36.47   | 40.07                |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 35.98               |   | 38.99                |
| Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.124               |   | 1.190                |
|   |                     |   | 1.118                |
|   |                     |   | 1.013                |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |                     |   |                      |
| Contenido de Humedad Óptima $\omega$ % :  |                     | 39.01   |                      |
| Densidad Seca Máxima $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |                     | 1.190   |                      |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                      |
|   |                     |   |                      |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |                     |   |                      |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 1.19 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 39.01 %.   |                     |   |                      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                     | <b>REVISÓ:</b>  |                      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                     | Ing. Favio Portilla   |                      |



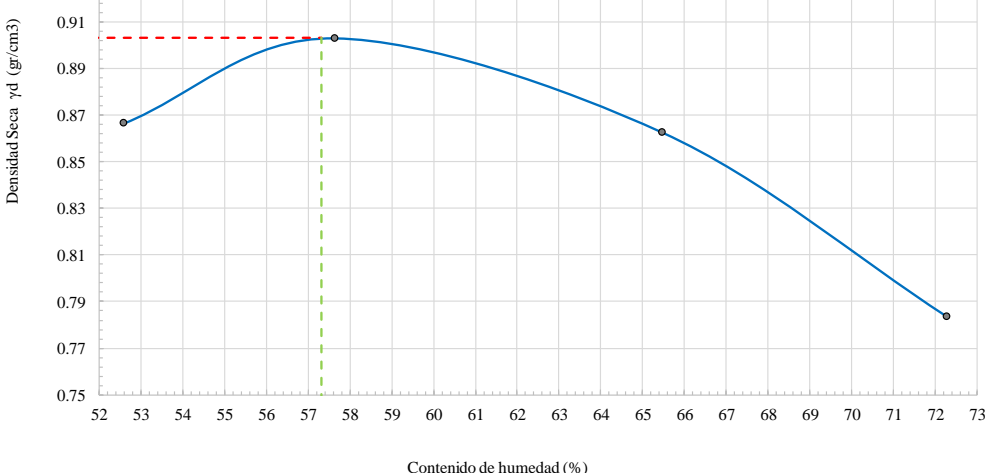
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla XCVIII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #07**

|   |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
|---|---|---|---------------------------|---------|-----------------|-------|-------|-------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                           |         |                 |       |       |       |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Montalvo<br><b>Fecha:</b> 02/abr/2022<br><b>Norma:</b> AASHTO T 180 (2019)                                  | <b>Numero de muestra:</b> 7<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 261743; 9781102<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |                           |         |                 |       |       |       |
| <b>ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO</b>  |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>   |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| Número de Golpes:   | 56  | Altura de Caída (in): 18  | $\phi$ Diámetro interno : | 15.23   | cm              |       |       |       |
| Número de Capas:  | 5   | Peso del Martillo (lb): 10  | h altura :                | 13.11   | cm              |       |       |       |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986   | Peso del Molde (gr.): 13390   | Vol. del Molde:           | 2388.32 | cm <sup>3</sup> |       |       |       |
| Peso Inicial:   | 5000  | 5000  | 5000                      | 5000    |                 |       |       |       |
| <b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>  |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| Ensayo Número   | 1   | 2   | 3                         | 4       |                 |       |       |       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16261.0   | 16423.0   | 16345.0                   | 16294.0 |                 |       |       |       |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 2871  | 3033  | 2955                      | 2904    |                 |       |       |       |
| P. unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.202   | 1.270   | 1.237                     | 1.216   |                 |       |       |       |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>   |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| Identificación del recipiente   | 62  | H4  | H5                        | 6M      | 4               | 2     | 101M  | 54    |
| P. del recipiente (Wrec)  | 31.30   | 30.25   | 30.41                     | 32.87   | 31.59           | 31.54 | 30.24 | 32.14 |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 93.24   | 90.35   | 85.24                     | 87.36   | 84.15           | 91.02 | 86.98 | 90.43 |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 72.16   | 70.06   | 65.48                     | 67.21   | 64.13           | 67.89 | 64.21 | 66.87 |
| Peso solidos (Ws)   | 40.86   | 39.81   | 35.07                     | 34.34   | 32.54           | 36.35 | 33.97 | 34.73 |
| Peso del agua (Ww)  | 21.08   | 20.29   | 19.76                     | 20.15   | 20.02           | 23.13 | 22.77 | 23.56 |
| Cont. Humedad (w%)  | 51.59   | 50.97   | 56.34                     | 58.68   | 61.52           | 63.63 | 67.03 | 67.84 |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 51.28   | 57.51   | 62.58                     | 67.43   |                 |       |       |       |
| Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )  | 0.795   | 0.806   | 0.761                     | 0.726   |                 |       |       |       |
| <b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>   |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| Contenido de Humedad Óptima $\omega$ % :  |   |   | <b>56.48</b>              |         |                 |       |       |       |
| Densidad Seca Máxima $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |   |   | <b>0.808</b>              |         |                 |       |       |       |
| <b>CURVA DE COMPACTACIÓN</b>  |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
|   |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 0.808 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 56.48 %.                    |   |   |                           |         |                 |       |       |       |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>            |         |                 |       |       |       |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla       |         |                 |       |       |       |

**Realizado: R. D. Villacrés Chérrez**



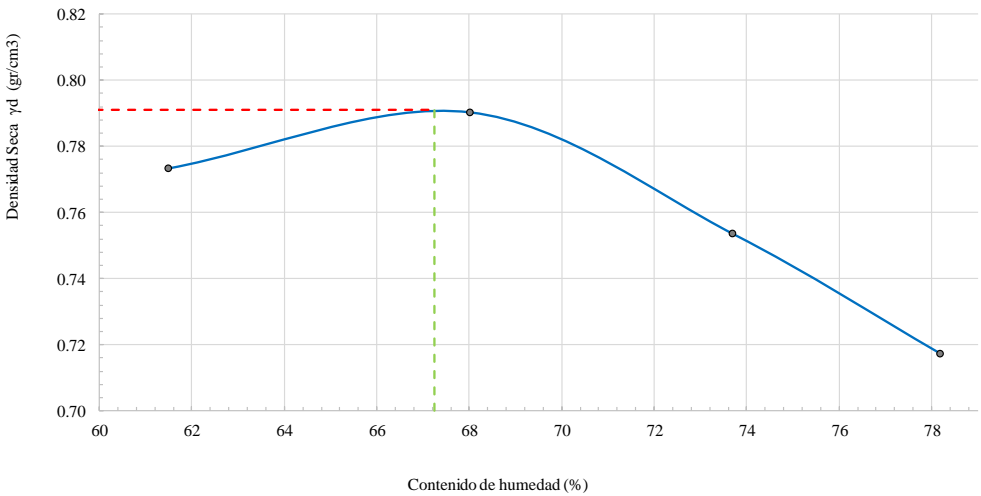
Tabla XCIX Proctor Modificado Tipo B. Pozo #08

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |   |  |                         |
|---|---|---|-------------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                         |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Numero de muestra:</b>   | 8                       |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 166393; 9841518    |
| <b>Sector:</b>  | Fátima  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante              |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m                  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019)   |   |                         |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |   |   |                         |
| DATOS   |   |   |                         |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |   |   |                         |
| Número de Golpes:   | 56  | Altura de Caída (in):   | 18                      |
| Número de Capas:  | 5   | Peso del Martillo (lb):   | 10                      |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986   | Peso del Molde (gr.):   | 13390                   |
|   |   | φ Diámetro interno :  | 15.23 cm                |
|   |   | h altura :  | 13.11 cm                |
|   |   | Vol. del Molde:   | 2388.32 cm <sup>3</sup> |
| Peso Inicial:   | 5000  | 5000  | 5000                    |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |   |   |                         |
| Ensayo Número   | 1   | 2   | 3                       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16547.0   | 16789.0   | 16798.0                 |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 3157  | 3399  | 3408                    |
| P. unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.322   | 1.423   | 1.427                   |
|   | 1.349   |   |                         |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |   |   |                         |
| Identificación del recipiente   | H4  | 65  | 4                       |
|   | O5  | 6E  | H5                      |
|   | 88J   | 54E   |                         |
| P. del recipiente (Wrec)  | 30.35   | 31.21   | 31.87                   |
|   | 33.04   | 32.04   | 33.06                   |
|   | 31.63   | 31.84   |                         |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 97.36   | 81.57   | 91.52                   |
|   | 96.25   | 87.35   | 81.25                   |
|   | 94.35   | 91.37   |                         |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 74.27   | 64.21   | 70.26                   |
|   | 72.57   | 65.64   | 62.03                   |
|   | 68.16   | 66.27   |                         |
| Peso solidos (Ws)   | 43.92   | 33.00   | 38.39                   |
|   | 39.53   | 33.60   | 28.97                   |
|   | 36.53   | 34.43   |                         |
| Peso del agua (Ww)  | 23.09   | 17.36   | 21.26                   |
|   | 23.68   | 21.71   | 19.22                   |
|   | 26.19   | 25.10   |                         |
| Cont. Humedad (w%)  | 52.57   | 52.61   | 55.38                   |
|   | 59.90   | 64.61   | 66.34                   |
|   | 71.69   | 72.90   |                         |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 52.59   |   | 57.64                   |
|   |   |   | 65.48                   |
|   |   |   | 72.30                   |
| Densidad Seca γd (gr/cm <sup>3</sup> )  | 0.866   |   | 0.903                   |
|   |   |   | 0.862                   |
|   |   |   | 0.783                   |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |   |   |                         |
| Contenido de Humedad Óptima ω% :  |   | 57.31   |                         |
| Densidad Seca Máxima γd (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |   | 0.903   |                         |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |   |   |                         |
|   |   |   |                         |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                         |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 0.903 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 57.31 %.  |   |   |                         |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   | <b>REVISÓ:</b>  |                         |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   | Ing. Favio Portilla   |                         |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



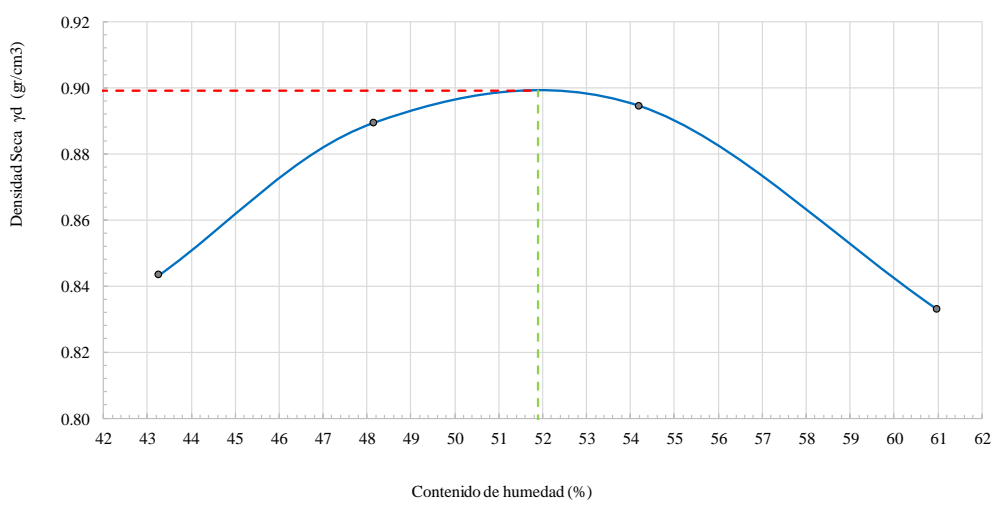


Tabla C Proctor Modificado Tipo B. Pozo #09

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                     |  |                         |
|---|---------------------|---|-------------------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.   |                     |   |                         |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza             | <b>Numero de muestra:</b>   | 9                       |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 170555; 9847397    |
| <b>Sector:</b>  | Teniente Hugo Ortiz | <b>Tipo:</b>  | Subrasante              |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m                  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019) |   |                         |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |                     |   |                         |
| DATOS   |                     |   |                         |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |                     |   |                         |
| Número de Golpes:   | 56                  | Altura de Caída (in):   | 18                      |
| Número de Capas:  | 5                   | Peso del Martillo (lb):   | 10                      |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986               | Peso del Molde (gr.):   | 13390                   |
|   |                     | φ Diámetro interno :  | 15.23 cm                |
|   |                     | h altura :  | 13.11 cm                |
|   |                     | Vol. del Molde:   | 2388.32 cm <sup>3</sup> |
| Peso Inicial:   | 5000                |   | 5000                    |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                         |
| Ensayo Número   | 1                   | 2   | 3                       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16373.0             | 16561.0   | 16516.0                 |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 2983                | 3171  | 3126                    |
| P. unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.249               | 1.328   | 1.309                   |
|   |                     |   | 4                       |
|   |                     |   | 16443.0                 |
|   |                     |   | 3053                    |
|   |                     |   | 1.278                   |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |                     |   |                         |
| Identificación del recipiente   | 3                   | 35  | D8                      |
| P. del recipiente (Wrec)  | 24.70               | 24.83   | 24.03                   |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 85.24               | 86.36   | 98.21                   |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 62.37               | 62.74   | 68.26                   |
| Peso solidos (Ws)   | 37.67               | 37.91   | 44.23                   |
| Peso del agua (Ww)  | 22.87               | 23.62   | 29.95                   |
| Cont. Humedad (w%)  | 60.71               | 62.31   | 67.71                   |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 61.51               |   | 68.02                   |
| Densidad Seca γd (gr/cm <sup>3</sup> )  | 0.773               |   | 0.790                   |
|   |                     |   | 20                      |
|   |                     |   | 02B                     |
|   |                     |   | 55                      |
|   |                     |   | 53                      |
|   |                     |   | 30.24                   |
|   |                     |   | 32.51                   |
|   |                     |   | 33.25                   |
|   |                     |   | 31.27                   |
|   |                     |   | 91.42                   |
|   |                     |   | 84.68                   |
|   |                     |   | 90.21                   |
|   |                     |   | 84.75                   |
|   |                     |   | 65.69                   |
|   |                     |   | 62.35                   |
|   |                     |   | 65.24                   |
|   |                     |   | 61.26                   |
|   |                     |   | 35.45                   |
|   |                     |   | 29.84                   |
|   |                     |   | 31.99                   |
|   |                     |   | 29.99                   |
|   |                     |   | 25.73                   |
|   |                     |   | 22.33                   |
|   |                     |   | 24.97                   |
|   |                     |   | 23.49                   |
|   |                     |   | 72.58                   |
|   |                     |   | 74.83                   |
|   |                     |   | 78.06                   |
|   |                     |   | 78.33                   |
|   |                     |   | 73.71                   |
|   |                     |   | 78.19                   |
|   |                     |   | 0.753                   |
|   |                     |   | 0.717                   |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |                     |   |                         |
| Contenido de Humedad Óptima ω% :  |                     | 67.24   |                         |
| Densidad Seca Máxima γd (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |                     | 0.791   |                         |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                         |
|   |                     |   |                         |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |                     |   |                         |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 0.791 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 67.24 %.  |                     |   |                         |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                     | <b>REVISÓ:</b>  |                         |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                     | Ing. Favio Portilla   |                         |



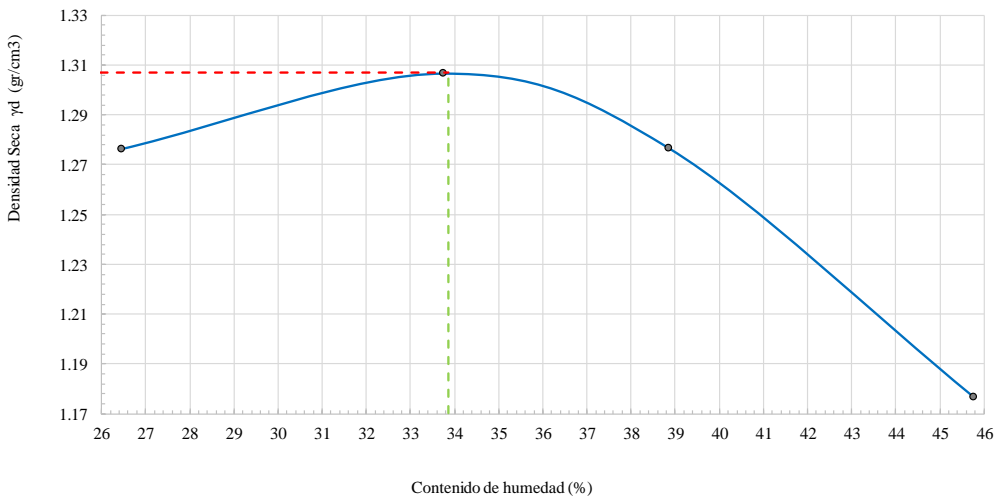
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CI Proctor Modificado Tipo B. Pozo #10**

|   |                     |   |                         |
|---|---------------------|---|-------------------------|
|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                     |  |                         |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.   |                     |   |                         |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza             | <b>Numero de muestra:</b>   | 10                      |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 217733; 9809596    |
| <b>Sector:</b>  | Sarayacu            | <b>Tipo:</b>  | Subrasante              |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 0.90 m                  |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019) |   |                         |
| <b>ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO</b>  |                     |   |                         |
| <b>DATOS</b>  |                     |   |                         |
| <b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>   |                     |   |                         |
| Número de Golpes:   | 56                  | Altura de Caída (in):   | 18                      |
| Número de Capas:  | 5                   | Peso del Martillo (lb):   | 10                      |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986               | Peso del Molde (gr.):   | 13390                   |
|   |                     | φ Diámetro interno :  | 15.23 cm                |
|   |                     | h altura :  | 13.11 cm                |
|   |                     | Vol. del Molde:   | 2388.32 cm <sup>3</sup> |
| Peso Inicial:   | 5000                |   | 5000                    |
|   |                     |   | 5000                    |
| <b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>  |                     |   |                         |
| Ensayo Número   | 1                   | 2   | 3                       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16275.0             | 16537.0   | 16684.0                 |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 2885                | 3147  | 3294                    |
| P. unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.208               | 1.318   | 1.379                   |
|   |                     |   | 1.341                   |
| <b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>   |                     |   |                         |
| Identificación del recipiente   | 69                  | 41  | 104                     |
| P. del recipiente (Wrec)  | 30.45               | 33.15   | 32.47                   |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 96.67               | 79.36   | 82.64                   |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 76.84               | 65.29   | 66.48                   |
| Peso solidos (Ws)   | 46.39               | 32.14   | 34.01                   |
| Peso del agua (Ww)  | 19.83               | 14.07   | 16.16                   |
| Cont. Humedad (w%)  | 42.75               | 43.78   | 47.52                   |
|   |                     |   | 48.81                   |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 43.26               |   | 48.16                   |
| Densidad Seca γd (gr/cm <sup>3</sup> )  | 0.843               |   | 0.889                   |
|   |                     |   | 0.894                   |
|   |                     |   | 0.833                   |
| <b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>   |                     |   |                         |
| Contenido de Humedad Óptima ω% :  |                     | <b>51.89</b>  |                         |
| Densidad Seca Máxima γd (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |                     | <b>0.899</b>  |                         |
| <b>CURVA DE COMPACTACIÓN</b>  |                     |   |                         |
|   |                     |   |                         |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |                     |   |                         |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 0.899 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 51.89 %.  |                     |   |                         |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                     | <b>REVISÓ:</b>  |                         |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                     | Ing. Favio Portilla   |                         |



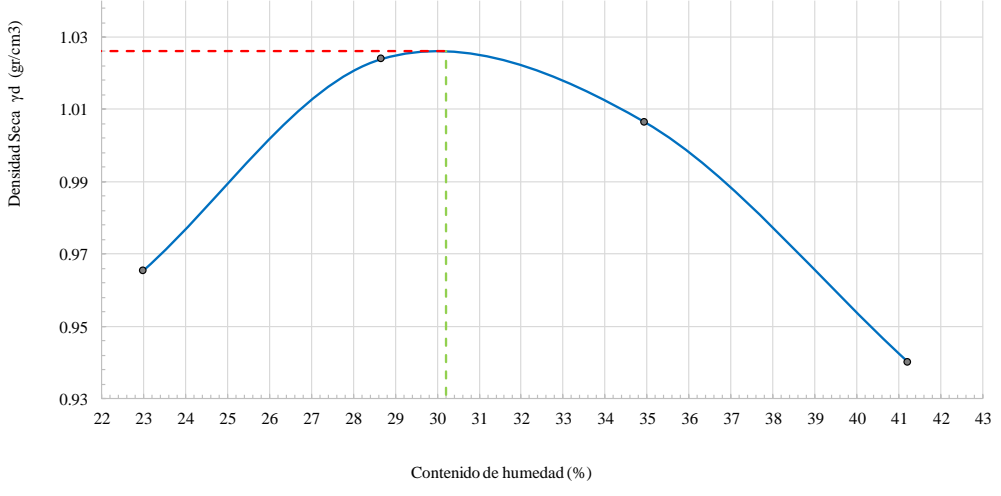
**Realizado: R. D. Villacrés Chérrez**

Tabla CII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #11

|   |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
|---|---|-------------------------|---------|---------------------------|---------|-----------------|--------|-------|
| <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>         |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Sector:</b>  | El Triunfo  |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019)   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Numero de muestra:</b>   | 11  |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 188834; 9841102  |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Tipo:</b>  | Subrasante  |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m  |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| DATOS   |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| Número de Golpes:   | 56  | Altura de Caída (in):   | 18      | $\phi$ Diámetro interno : | 15.23   | cm              |        |       |
| Número de Capas:  | 5   | Peso del Martillo (lb): | 10      | h altura :                | 13.11   | cm              |        |       |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986   | Peso del Molde (gr.):   | 13390   | Vol. del Molde:           | 2388.32 | cm <sup>3</sup> |        |       |
| Peso Inicial:   | 5000  |                         | 5000    |                           | 5000    | 5000            |        |       |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| Ensayo Número   | 1   | 2                       | 3       | 4                         |         |                 |        |       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 17245.0   | 17564.0                 | 17624.0 | 17487.0                   |         |                 |        |       |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 3855.0  | 4174                    | 4234    | 4097                      |         |                 |        |       |
| P. unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.614   | 1.748                   | 1.773   | 1.715                     |         |                 |        |       |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| Identificación del recipiente   | 01C   | 13                      | 2       | 42                        | 75      | 6M              | 87     | 44    |
| P. del recipiente (Wrec)  | 30.67   | 31.69                   | 34.36   | 28.95                     | 32.71   | 33.15           | 31.54  | 31.37 |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 84.36   | 96.57                   | 82.14   | 93.67                     | 97.37   | 85.61           | 103.54 | 93.66 |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 73.56   | 82.48                   | 70.16   | 77.23                     | 79.49   | 70.76           | 81.27  | 73.81 |
| Peso sólidos (Ws)   | 42.89   | 50.79                   | 35.80   | 48.28                     | 46.78   | 37.61           | 49.73  | 42.44 |
| Peso del agua (Ww)  | 10.80   | 14.09                   | 11.98   | 16.44                     | 17.88   | 14.85           | 22.27  | 19.85 |
| Cont. Humedad (w%)  | 25.18   | 27.74                   | 33.46   | 34.05                     | 38.22   | 39.48           | 44.78  | 46.77 |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 26.46   |                         | 33.76   |                           | 38.85   |                 | 45.78  |       |
| Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.276   |                         | 1.307   |                           | 1.277   |                 | 1.177  |       |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| Contenido de Humedad Óptima $\omega$ % :  |   |                         |         | 33.87                     |         |                 |        |       |
| Densidad Seca Máxima $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |   |                         |         | 1.307                     |         |                 |        |       |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
|   |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 1.307 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 33.87 %.        |   |                         |         |                           |         |                 |        |       |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                         |         | <b>REVISÓ:</b>            |         |                 |        |       |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                         |         | Ing. Favio Portilla       |         |                 |        |       |



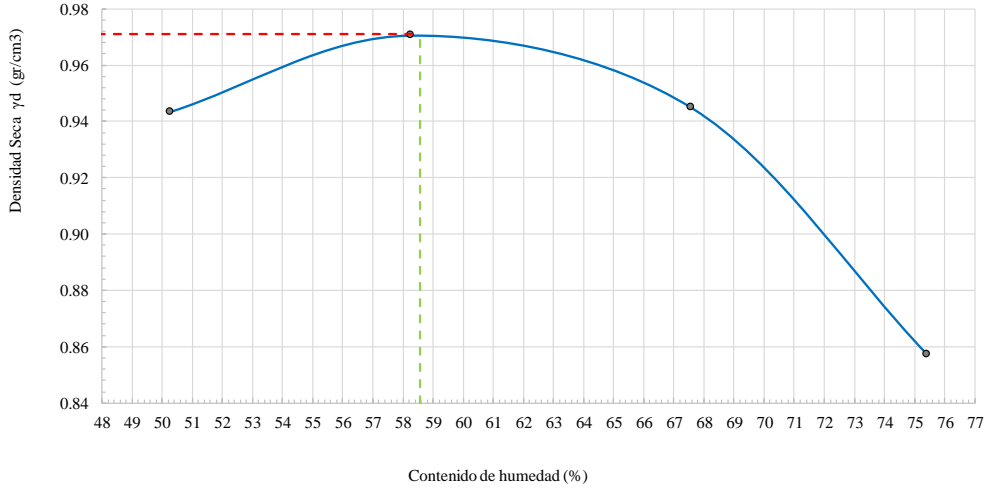
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CIII Proctor Modificado Tipo B. Pozo #12

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA<br>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL<br>PROYECTO DE TITULACIÓN |   |  |                      |
|---|---|---|----------------------|
| <b>Proyecto :</b>   | Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                      |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Numero de muestra:</b>   | 12                   |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 194571; 9790056 |
| <b>Sector:</b>  | Simón Bolívar   | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019)   |   |                      |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |   |   |                      |
| DATOS   |   |   |                      |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |   |   |                      |
| Número de Golpes:   | 56  | Altura de Caída (in):   | 18                   |
| Número de Capas:  | 5   | Peso del Martillo (lb):   | 10                   |
| Energía de Compactación (lb*fi/ft3):  | 55986   | Peso del Molde (gr.):   | 13390                |
| Peso Inicial:   | 5000  |   | 5000                 |
|   |   |   | 5000                 |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |   |   |                      |
| Ensayo Número   | 1   | 2   | 3                    |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16226.0   | 16537.0   | 16634.0              |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 2836  | 3147  | 3244                 |
| P. unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm3)  | 1.187   | 1.318   | 1.358                |
|   |   |   | 1.328                |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |   |   |                      |
| Identificación del recipiente   | 57  | R2MM  | R2                   |
| P. del recipiente (Wrec)  | 30.14   | 32.57   | 31.57                |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 83.25   | 85.34   | 88.89                |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 73.52   | 75.28   | 76.24                |
| Peso solidos (Ws)   | 43.38   | 42.71   | 44.67                |
| Peso del agua (Ww)  | 9.73  | 10.06   | 12.65                |
| Cont. Humedad (w%)  | 22.43   | 23.55   | 28.32                |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 22.99   | 28.68   | 34.95                |
| Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm3)   | 0.965   | 1.024   | 1.007                |
|   |   |   | 0.940                |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |   |   |                      |
| Contenido de Humedad Óptima $\omega\%$ :  | 30.21   |   |                      |
| Densidad Seca Máxima $\gamma_d$ (gr/cm3) :  | 1.026   |   |                      |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |   |   |                      |
|   |   |   |                      |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 1.026 gr/cm3, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 30.21 %.   |   |   |                      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   | <b>REVISÓ:</b>  |                      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   | Ing. Favio Portilla   |                      |



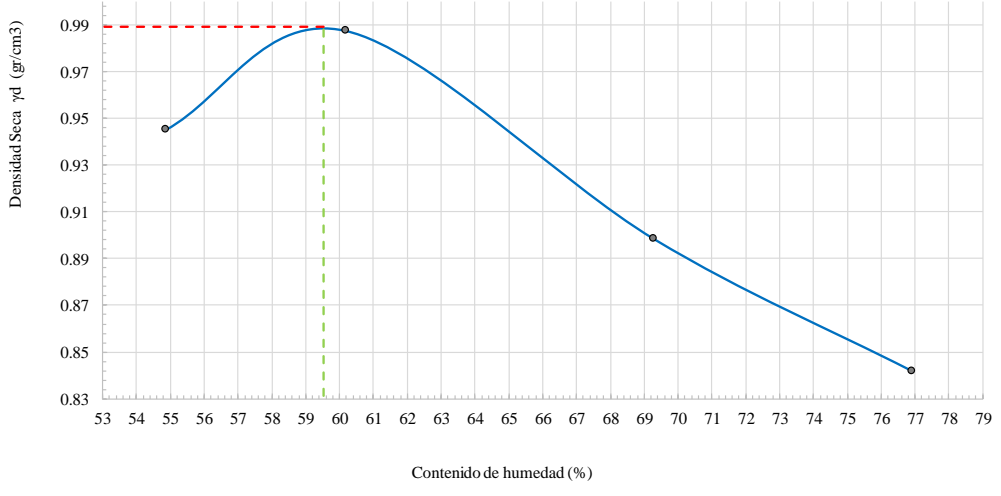
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CIV Proctor Modificado Tipo B. Pozo #13

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  |                     | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA   |                      | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL   |         | PROYECTO DE TITULACIÓN |        |       |
|--|---------------------|---|----------------------|---|---------|------------------------|--------|-------|
|   |                     |  |                      | <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |         |                        |        |       |
| <b>Provincia:</b>  | Pastaza             | <b>Numero de muestra:</b>   | 13                   |   |         |                        |        |       |
| <b>Cantón:</b>   | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 304199; 9767761 |   |         |                        |        |       |
| <b>Sector:</b>   | Río Corrientes      | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |   |         |                        |        |       |
| <b>Fecha:</b>  | 02/abr/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |   |         |                        |        |       |
| <b>Norma:</b>  | AASHTO T 180 (2019) |   |                      |   |         |                        |        |       |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO  |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| DATOS  |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR   |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| Número de Golpes:  | 56                  | Altura de Caída (in):   | 18                   | φ Diámetro interno :  | 15.23   | cm                     |        |       |
| Número de Capas:   | 5                   | Peso del Martillo (lb):   | 10                   | h altura :  | 13.11   | cm                     |        |       |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):  | 55986               | Peso del Molde (gr.):   | 13390                | Vol. del Molde:   | 2388.32 | cm <sup>3</sup>        |        |       |
| Peso Inicial:  | 5000                | 5000  | 5000                 | 5000  | 5000    | 5000                   |        |       |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN  |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| Ensayo Número  | 1                   | 2   | 3                    | 4   |         |                        |        |       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)   | 16776.0             | 17059.0   | 17172.0              | 16982.0   |         |                        |        |       |
| P. suelo húmedo Wm (gr)  | 3386                | 3669  | 3782                 | 3592  |         |                        |        |       |
| P. unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.418               | 1.536   | 1.584                | 1.504   |         |                        |        |       |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD   |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| Identificación del recipiente  | 45                  | 24  | 16                   | 18  | E2      | GEO24                  | 34     | 01C   |
| P. del recipiente (Wrec)   | 31.24               | 32.35   | 31.97                | 30.07   | 30.17   | 30.89                  | 31.04  | 31.47 |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)   | 105.24              | 103.58  | 99.35                | 107.21  | 95.36   | 97.06                  | 103.58 | 96.45 |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)   | 80.67               | 79.58   | 74.96                | 78.34   | 69.58   | 69.87                  | 72.71  | 68.24 |
| Peso solidos (Ws)  | 49.43               | 47.23   | 42.99                | 48.27   | 39.41   | 38.98                  | 41.67  | 36.77 |
| Peso del agua (Ww)   | 24.57               | 24.00   | 24.39                | 28.87   | 25.78   | 27.19                  | 30.87  | 28.21 |
| Cont. Humedad (w%)   | 49.71               | 50.82   | 56.73                | 59.81   | 65.41   | 69.75                  | 74.08  | 76.72 |
| Cont. Humedad promedio (w%)  | 50.26               |   | 58.27                |   | 67.58   |                        | 75.40  |       |
| Densidad Seca γd (gr/cm <sup>3</sup> )   | 0.944               |   | 0.971                |   | 0.945   |                        | 0.857  |       |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA   |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| Contenido de Humedad Óptima ω% :   |                     | 58.56   |                      |   |         |                        |        |       |
| Densidad Seca Máxima γd (gr/cm <sup>3</sup> ) :  |                     | 0.971   |                      |   |         |                        |        |       |
| CURVA DE COMPACTACIÓN  |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
|    |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO   |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 0.971 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 58.56 %. |                     |   |                      |   |         |                        |        |       |
| <b>REALIZÓ:</b>  |                     |   |                      | <b>REVISÓ:</b>  |         |                        |        |       |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez  |                     |   |                      | Ing. Favio Portilla   |         |                        |        |       |



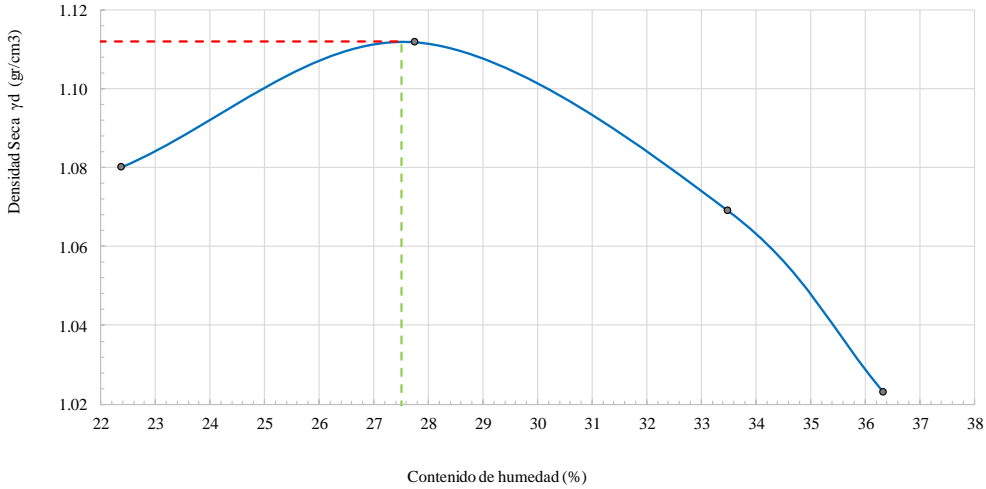
Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CV Proctor Modificado Tipo B. Pozo #14

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                     |  |                      |
|---|---------------------|---|----------------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.   |                     |   |                      |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza             | <b>Numero de muestra:</b>   | 14                   |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 342109; 9793417 |
| <b>Sector:</b>  | Río Tigres          | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |
| <b>Fecha:</b>   | 02/abr/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |
| <b>Norma:</b>   | AASHTO T 180 (2019) |   |                      |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO   |                     |   |                      |
| DATOS   |                     |   |                      |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR  |                     |   |                      |
| Número de Golpes:   | 56                  | Altura de Caída (in):   | 18                   |
| Número de Capas:  | 5                   | Peso del Martillo (lb):   | 10                   |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):   | 55986               | Peso del Molde (gr.):   | 13390                |
| Peso Inicial:   | 5000                |   | 5000                 |
|   |                     |   | 5000                 |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                      |
| Ensayo Número   | 1                   | 2   | 3                    |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)  | 16886.0             | 17168.0   | 17023.0              |
| P. suelo húmedo Wm (gr)   | 3496                | 3778  | 3633                 |
| P. unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.464               | 1.582   | 1.521                |
|   |                     |   | 1.490                |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD  |                     |   |                      |
| Identificación del recipiente   | 14                  | 75  | W45                  |
| P. del recipiente (Wrec)  | 32.35               | 30.58   | 33.25                |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)  | 105.30              | 109.41  | 106.47               |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)  | 79.68               | 81.24   | 79.12                |
| Peso solidos (Ws)   | 47.33               | 50.66   | 45.87                |
| Peso del agua (Ww)  | 25.62               | 28.17   | 27.35                |
| Cont. Humedad (w%)  | 54.13               | 55.61   | 59.63                |
| Cont. Humedad promedio (w%)   | 54.87               |   | 60.18                |
| Densidad Seca $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )  | 0.945               |   | 0.988                |
|   |                     |   | 0.899                |
|   |                     |   | 0.842                |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA  |                     |   |                      |
| Contenido de Humedad Óptima $\omega$ % :  |                     | 59.52   |                      |
| Densidad Seca Máxima $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) :   |                     | 0.989   |                      |
| CURVA DE COMPACTACIÓN   |                     |   |                      |
|   |                     |   |                      |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |                     |   |                      |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 0.989 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 59.52 %.  |                     |   |                      |
| <b>REALIZÓ:</b>   |                     | <b>REVISÓ:</b>  |                      |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |                     | Ing. Favio Portilla   |                      |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CVI Proctor Modificado Tipo B. Pozo #15

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  |                     | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA   |                      | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL   |         | PROYECTO DE TITULACIÓN |       |       |
|--|---------------------|---|----------------------|---|---------|------------------------|-------|-------|
|   |                     |  |                      | <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |         |                        |       |       |
| <b>Provincia:</b>  | Pastaza             | <b>Numero de muestra:</b>   | 15                   |   |         |                        |       |       |
| <b>Cantón:</b>   | Pastaza             | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 169730; 9833851 |   |         |                        |       |       |
| <b>Sector:</b>   | Puyo 2              | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |   |         |                        |       |       |
| <b>Fecha:</b>  | 02/abr/2022         | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |   |         |                        |       |       |
| <b>Norma:</b>  | AASHTO T 180 (2019) |   |                      |   |         |                        |       |       |
| ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO  |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| DATOS  |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR   |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| Número de Golpes:  | 56                  | Altura de Caída (in):   | 18                   | φ Diámetro interno :  | 15.23   | cm                     |       |       |
| Número de Capas:   | 5                   | Peso del Martillo (lb):   | 10                   | h altura :  | 13.11   | cm                     |       |       |
| Energía de Compactación (lb*ft/ft <sup>3</sup> ):  | 55986               | Peso del Molde (gr.):   | 13390                | Vol. del Molde:   | 2388.32 | cm <sup>3</sup>        |       |       |
| Peso Inicial:  | 5000                |   | 5000                 |   | 5000    | 5000                   |       |       |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN  |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| Ensayo Número  | 1                   | 2   | 3                    | 4   |         |                        |       |       |
| P. molde+Suelo húmedo (gr)   | 16547.0             | 16782.0   | 16798.0              | 16721.0   |         |                        |       |       |
| P. suelo húmedo Wm (gr)  | 3157                | 3392  | 3408                 | 3331  |         |                        |       |       |
| P. unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.322               | 1.420   | 1.427                | 1.395   |         |                        |       |       |
| DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD   |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| Identificación del recipiente  | GEO2                | 6E  | 23                   | 14  | 76      | 89                     | I80   | S45   |
| P. del recipiente (Wrec)   | 30.31               | 31.54   | 33.24                | 33.21   | 32.48   | 29.87                  | 30.84 | 31.25 |
| Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)   | 96.57               | 92.53   | 96.77                | 86.47   | 89.27   | 92.45                  | 98.36 | 91.67 |
| Rec+suelo seco (Ws + Wm)   | 84.59               | 81.24   | 83.24                | 74.67   | 75.49   | 76.24                  | 80.67 | 75.29 |
| Peso solidos (Ws)  | 54.28               | 49.70   | 50.00                | 41.46   | 43.01   | 46.37                  | 49.83 | 44.04 |
| Peso del agua (Ww)   | 11.98               | 11.29   | 13.53                | 11.80   | 13.78   | 16.21                  | 17.69 | 16.38 |
| Cont. Humedad (w%)   | 22.07               | 22.72   | 27.06                | 28.46   | 32.04   | 34.96                  | 35.50 | 37.19 |
| Cont. Humedad promedio (w%)  | 22.39               |   | 27.76                |   | 33.50   |                        | 36.35 |       |
| Densidad Seca γd (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.080               |   | 1.112                |   | 1.069   |                        | 1.023 |       |
| DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA   |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| Contenido de Humedad Óptima ω% :   |                     | 27.51   |                      |   |         |                        |       |       |
| Densidad Seca Máxima γd (gr/cm <sup>3</sup> ) :  |                     | 1.112   |                      |   |         |                        |       |       |
| CURVA DE COMPACTACIÓN  |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
|    |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO   |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| La máxima densidad seca obtenida de la curva de compactación es de 1.112 gr/cm <sup>3</sup> , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 27.51 %. |                     |   |                      |   |         |                        |       |       |
| <b>REALIZÓ:</b>  |                     |   |                      | <b>REVISÓ:</b>  |         |                        |       |       |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez  |                     |   |                      | Ing. Favio Portilla   |         |                        |       |       |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla CVII Permeabilidad. Pozo #01

|   |   |   |                      |             |             |
|---|---|---|----------------------|-------------|-------------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                      |             |             |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                      |             |             |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>   | 1                    |             |             |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 194007; 9824166 |             |             |
| <b>Sector:</b>  | Canelos   | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |             |             |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |             |             |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |   |                      |             |             |
| <b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>   |   |   |                      |             |             |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                      |             |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 1                    |             |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                      |             |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000                |             |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000               |             |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo   | m <sup>2</sup>  | 0.0079               |             |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                      |             |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                    | 2           | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | s   | 900                  |             |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica   | cm  | 3.75                 | 3.85        | 3.83        |
| Cálculos  |   |   |                      |             |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo  | m   | 1.000                |             |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo   | m   | 0.963                | 0.962       | 0.962       |
| $\Delta H$  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final   | m   | 0.038                | 0.039       | 0.038       |
| $0.2 * H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200                |             |             |
| $\Delta H \leq 0.2 * H1$  | Condición   | m   | MENOR                | MENOR       | MENOR       |
| $H = (H1 + H2) / 2$   | Carga promedio de la columna de agua  | m   | 0.98125              | 0.98075     | 0.98085     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657              |             |             |
| $\Delta H / t$  | Relación $\Delta H / t$   | m/s   | 4.16667E-05          | 4.27778E-05 | 4.25556E-05 |
| $(\Delta H / t) / H$  | Relación $(\Delta H / t) / H$   | 1/s   | 4.24628E-05          | 4.36174E-05 | 4.33864E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad   | cm/s  | 3.17876E-07          | 3.26519E-07 | 3.24790E-07 |
| $\hat{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad   | cm/s  | <b>3.23E-07</b>      |             |             |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                      |             |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 3.23E-07 cm/s.   |   |   |                      |             |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>       |             |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla  |             |             |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez





Tabla CVIII Permeabilidad. Pozo #02

|    |   | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                      |  |             |
|---|---|---|----------------------|---|-------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                      |   |             |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>   | 2                    |   |             |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 171783; 9828087 |   |             |
| <b>Sector:</b>  | Tarqui  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |   |             |
| <b>Fecha:</b>   | 25/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 0.90 m               |   |             |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |   |                      |   |             |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |   |                      |   |             |
| DATOS   |   |   |                      |   |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 2                    |   |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                      |   |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000                |   |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000               |   |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>  | 0.0079               |   |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                      |   |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                    | 2   | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | <i>s</i>  | 900                  |   |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | <i>cm</i>   | 2.86                 | 2.79  | 2.84        |
| Cálculos  |   |   |                      |   |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m   | 1.000                |   |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m   | 0.971                | 0.972   | 0.972       |
| $\Delta H$  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m   | 0.029                | 0.028   | 0.028       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200                |   |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condición   | m   | MENOR                | MENOR   | MENOR       |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna de agua                        | m   | 0.98570              | 0.98605   | 0.98580     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657              |   |             |
| $\Delta H/t$  | Relación $\Delta H/t$                                       | m/s   | 3.17778E-05          | 3.10000E-05   | 3.15556E-05 |
| $(\Delta H/t)/H$  | Relación $(\Delta H/t)/H$                                   | 1/s   | 3.22388E-05          | 3.14386E-05   | 3.20101E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s  | 2.41339E-07          | 2.35349E-07   | 2.39627E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s  | <b>2.39E-07</b>      |   |             |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |   |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 2.39E-07 cm/s.   |   |   |                      |   |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>       |   |             |
| Egdo. Marco Israel Martínez Inca  |   |   | Ing. Favio Portilla  |   |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CIX Permeabilidad. Pozo #03

|    |   | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                      |  |             |
|---|---|---|----------------------|---|-------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                      |   |             |
| <b>Provincia:</b>   | Tungurahua  | <b>Número de muestra:</b>   | 3                    |   |             |
| <b>Cantón:</b>  | Ambato  | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 175751; 9833170 |   |             |
| <b>Sector:</b>  | Veracruz  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |   |             |
| <b>Fecha:</b>   | 26/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 0.80 m               |   |             |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |   |                      |   |             |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |   |                      |   |             |
| DATOS   |   |   |                      |   |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 3                    |   |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                      |   |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000                |   |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000               |   |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>  | 0.0079               |   |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                      |   |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                    | 2   | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | <i>s</i>  | 900                  |   |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | <i>cm</i>   | 4.60                 | 4.50  | 4.55        |
| Cálculos  |   |   |                      |   |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m   | 1.000                |   |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m   | 0.954                | 0.955   | 0.955       |
| ΔH  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m   | 0.046                | 0.045   | 0.046       |
| $0.2*H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200                |   |             |
| $\Delta H \leq 0.2*H1$  | Condición   | m   | MENOR                | MENOR   | MENOR       |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna de agua                        | m   | 0.97700              | 0.97750   | 0.97725     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657              |   |             |
| $\Delta H/t$  | Relación $\Delta H/t$                                       | m/s   | 5.11111E-05          | 5.00000E-05   | 5.05556E-05 |
| $(\Delta H/t)/H$  | Relación $(\Delta H/t)/H$                                   | 1/s   | 5.23143E-05          | 5.11509E-05   | 5.17325E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s  | 3.91625E-07          | 3.82915E-07   | 3.87269E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s  | 3.87E-07             |   |             |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |   |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 3.87E-07 cm/s.   |   |   |                      |   |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>       |   |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla  |   |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CX Permeabilidad. Pozo #04

|   |   |   |                     |             |             |
|---|---|---|---------------------|-------------|-------------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |             |             |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |             |             |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Diez de Agosto<br><b>Fecha:</b> 26/mar/2022<br><b>Norma:</b> CFE 10000-73 (2015)                            | <b>Número de muestra:</b> 4<br><b>Coordenadas:</b> 17M; 178629; 9839423<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                              |   |                     |             |             |
| <b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>   |   |   |                     |             |             |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |             |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 4                   |             |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                     |             |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000               |             |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000              |             |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo   | m <sup>2</sup>  | 0.0079              |             |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                     |             |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                   | 2           | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | s   | 600                 |             |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica   | cm  | 2.70                | 2.60        | 2.70        |
| Cálculos  |   |   |                     |             |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo  | m   | 1.000               |             |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo   | m   | 0.973               | 0.974       | 0.973       |
| ΔH  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final   | m   | 0.027               | 0.026       | 0.027       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200               |             |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condicional   | m   | MENOR               | MENOR       | MENOR       |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna de agua  | m   | 0.98650             | 0.98700     | 0.98650     |
| C (1/m)   | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657             |             |             |
| ΔH/t  | Relación ΔH/t   | m/s   | 3.00000E-05         | 2.88889E-05 | 3.00000E-05 |
| (ΔH/t)/H  | Relación (ΔH/t)/H   | 1/s   | 3.04105E-05         | 2.92694E-05 | 3.04105E-05 |
| k   | Coficiente de Permeabilidad   | cm/s  | 2.27653E-07         | 2.19110E-07 | 2.27653E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad   | cm/s  | <b>2.25E-07</b>     |             |             |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |             |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 2.25E-07 cm/s.   |   |   |                     |             |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |             |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |             |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXI Permeabilidad. Pozo #05

|  <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b>  |   |                           |                      |             |             |
|---|---|---------------------------|----------------------|-------------|-------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza.   |   |                           |                      |             |             |
| <b>Provincia:</b>   | Tungurahua  | <b>Número de muestra:</b> | 5                    |             |             |
| <b>Cantón:</b>  | Ambato  | <b>Coordenadas:</b>       | 17M, 830965; 9833686 |             |             |
| <b>Sector:</b>  | Puyo  | <b>Tipo:</b>              | Subrasante           |             |             |
| <b>Fecha:</b>   | 30/ago/2020   | <b>Profundidad:</b>       | 1.00 m               |             |             |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |                           |                      |             |             |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |                           |                      |             |             |
| DATOS   |   |                           |                      |             |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°                        | 5                    |             |             |
| Datos de Tubería  |   |                           |                      |             |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m                         | 1.000                |             |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m                         | 0.1000               |             |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>            | 0.0079               |             |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |                           |                      |             |             |
|   | Ensayo Número   |                           | 1                    | 2           | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | s                         | 900                  |             |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | cm                        | 7.60                 | 7.70        | 7.50        |
| Cálculos  |   |                           |                      |             |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m                         | 1.000                |             |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m                         | 0.924                | 0.923       | 0.925       |
| $\Delta H$  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m                         | 0.076                | 0.077       | 0.075       |
| $0.2*H1$  | 20% de H1   | m                         | 0.200                |             |             |
| $\Delta H \leq 0.2*H1$  | Condición   | m                         | MENOR                | MENOR       | MENOR       |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna de agua                        | m                         | 0.96200              | 0.96150     | 0.96250     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m                       | 0.47657              |             |             |
| $\Delta H/t$  | Relación $\Delta H/t$                                       | m/s                       | 8.44444E-05          | 8.55556E-05 | 8.33333E-05 |
| $(\Delta H/t)/H$  | Relación $(\Delta H/t)/H$                                   | 1/s                       | 8.77801E-05          | 8.89813E-05 | 8.65801E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s                      | 6.57121E-07          | 6.66113E-07 | 6.48138E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s                      | <b>6.57E-07</b>      |             |             |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |                           |                      |             |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 6.57E-07 cm/s.   |   |                           |                      |             |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                           | <b>REVISÓ:</b>       |             |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                           | Ing. Favio Portilla  |             |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXII Permeabilidad. Pozo #06

|    |   | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                      |  |             |
|---|---|---|----------------------|---|-------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                      |   |             |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>   | 6                    |   |             |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 176242; 9815118 |   |             |
| <b>Sector:</b>  | Pomona  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |   |             |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2020   | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |   |             |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |   |                      |   |             |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |   |                      |   |             |
| DATOS   |   |   |                      |   |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 6                    |   |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                      |   |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000                |   |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000               |   |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>  | 0.0079               |   |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                      |   |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                    | 2   | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | <i>s</i>  | 900                  |   |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | <i>cm</i>   | 8.30                 | 8.10  | 8.20        |
| Cálculos  |   |   |                      |   |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m   | 1.000                |   |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m   | 0.917                | 0.919   | 0.918       |
| $\Delta H$  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m   | 0.083                | 0.081   | 0.082       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200                |   |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condición   | m   | MENOR                | MENOR   | MENOR       |
| $H = (H1 + H2) / 2$   | Carga promedio de la columna de agua                        | m   | 0.95850              | 0.95950   | 0.95900     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657              |   |             |
| $\Delta H / t$  | Relación $\Delta H / t$                                     | m/s   | 9.22222E-05          | 9.00000E-05   | 9.11111E-05 |
| $(\Delta H / t) / H$  | Relación $(\Delta H / t) / H$                               | 1/s   | 9.62152E-05          | 9.37989E-05   | 9.50064E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s  | 7.20266E-07          | 7.02177E-07   | 7.11217E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s  | 7.11E-07             |   |             |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |   |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 7.11E-07 cm/s.   |   |   |                      |   |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>       |   |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla  |   |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXIII Permeabilidad. Pozo #07

|   |   |   |                     |             |             |
|---|---|---|---------------------|-------------|-------------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |             |             |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |             |             |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Montalvo<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> CFE 10000-73 (2015)                                  | <b>Número de muestra:</b> 7<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 261743; 9781102<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.90 m                              |   |                     |             |             |
| <b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>   |   |   |                     |             |             |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |             |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 7                   |             |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                     |             |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000               |             |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000              |             |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo   | m <sup>2</sup>  | 0.0079              |             |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                     |             |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                   | 2           | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | s   | 900                 |             |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica   | cm  | 12.10               | 12.20       | 12.00       |
| Cálculos  |   |   |                     |             |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo  | m   | 1.000               |             |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo   | m   | 0.879               | 0.878       | 0.880       |
| ΔH  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final   | m   | 0.121               | 0.122       | 0.120       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200               |             |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condicional   | m   | MENOR               | MENOR       | MENOR       |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna de agua  | m   | 0.93950             | 0.93900     | 0.94000     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657             |             |             |
| ΔH/t  | Relación ΔH/t   | m/s   | 1.34444E-04         | 1.35556E-04 | 1.33333E-04 |
| (ΔH/t)/H  | Relación (ΔH/t)/H   | 1/s   | 1.43102E-04         | 1.44362E-04 | 1.41844E-04 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad   | cm/s  | 1.07126E-06         | 1.08069E-06 | 1.06184E-06 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad   | cm/s  | <b>1.07E-06</b>     |             |             |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |             |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 1.07E-06 cm/s.   |   |   |                     |             |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |             |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |             |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXIV Permeabilidad. Pozo #08

|    |   | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                      |  |             |
|---|---|---|----------------------|---|-------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                      |   |             |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>   | 8                    |   |             |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 166393; 9841518 |   |             |
| <b>Sector:</b>  | Fátima  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |   |             |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 0.95 m               |   |             |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |   |                      |   |             |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |   |                      |   |             |
| DATOS   |   |   |                      |   |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 8                    |   |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                      |   |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000                |   |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000               |   |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>  | 0.0079               |   |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                      |   |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                    | 2   | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | <i>s</i>  | 900                  |   |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | <i>cm</i>   | 8.60                 | 8.50  | 8.30        |
| Cálculos  |   |   |                      |   |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m   | 1.000                |   |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m   | 0.914                | 0.915   | 0.917       |
| ΔH  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m   | 0.086                | 0.085   | 0.083       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200                |   |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condición   | m   | MENOR                | MENOR   | MENOR       |
| $H = (H1 + H2) / 2$   | Carga promedio de la columna de agua                        | m   | 0.95700              | 0.95750   | 0.95850     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657              |   |             |
| ΔH/t  | Relación ΔH/t   | m/s   | 9.55556E-05          | 9.44444E-05   | 9.22222E-05 |
| (ΔH/t)/H  | Relación (ΔH/t)/H   | 1/s   | 9.98491E-05          | 9.86365E-05   | 9.62152E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s  | 7.47469E-07          | 7.38392E-07   | 7.20266E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s  | 7.35E-07             |   |             |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |   |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 7.35E-07 cm/s.   |   |   |                      |   |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>       |   |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla  |   |             |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla CXV Permeabilidad. Pozo #09

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO   |   | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA |                      | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL |             | PROYECTO DE TITULACIÓN |   |
|---|---|---|----------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|---|
|    |   |   |                      |                             |             |                        |  |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                      |                             |             |                        |   |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>               | 9                    |                             |             |                        |   |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>                     | 17M, 170555; 9847397 |                             |             |                        |   |
| <b>Sector:</b>  | Teniente Hugo Ortiz   | <b>Tipo:</b>                            | Subrasante           |                             |             |                        |   |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>                     | 0.95 m               |                             |             |                        |   |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |   |                      |                             |             |                        |   |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |   |                      |                             |             |                        |   |
| DATOS   |   |   |                      |                             |             |                        |   |
| Símbolo   | Muestra   | N°                                      | 9                    |                             |             |                        |   |
| Datos de Tubería  |   |   |                      |                             |             |                        |   |
| <i>L</i>  | Longitud  | m                                       | 1.000                |                             |             |                        |   |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m                                       | 0.1000               |                             |             |                        |   |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>                          | 0.0079               |                             |             |                        |   |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                      |                             |             |                        |   |
|   | Ensayo Número   |   | 1                    | 2                           | 3           |                        |   |
| <i>t</i>  | Tiempo  | <i>s</i>                                | 900                  |                             |             |                        |   |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | <i>cm</i>                               | 4.50                 | 4.40                        | 4.30        |                        |   |
| Cálculos  |   |   |                      |                             |             |                        |   |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m                                       | 1.000                |                             |             |                        |   |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m                                       | 0.955                | 0.956                       | 0.957       |                        |   |
| $\Delta H$  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m                                       | 0.045                | 0.044                       | 0.043       |                        |   |
| $0.2 * H1$  | 20% de H1   | m                                       | 0.200                |                             |             |                        |   |
| $\Delta H \leq 0.2 * H1$  | Condición   | m                                       | MENOR                | MENOR                       | MENOR       |                        |   |
| $H = (H1 + H2) / 2$   | Carga promedio de la columna de agua                        | m                                       | 0.97750              | 0.97800                     | 0.97850     |                        |   |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m                                     | 0.47657              |                             |             |                        |   |
| $\Delta H / t$  | Relación $\Delta H / t$                                     | m/s                                     | 5.00000E-05          | 4.88889E-05                 | 4.77778E-05 |                        |   |
| $(\Delta H / t) / H$  | Relación $(\Delta H / t) / H$                               | 1/s                                     | 5.11509E-05          | 4.99886E-05                 | 4.88276E-05 |                        |   |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s                                    | 3.82915E-07          | 3.74214E-07                 | 3.65523E-07 |                        |   |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s                                    | <b>3.74E-07</b>      |                             |             |                        |   |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |                             |             |                        |   |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 3.74E-07 cm/s.   |   |   |                      |                             |             |                        |   |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   |                      | <b>REVISÓ:</b>              |             |                        |   |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   |                      | Ing. Favio Portilla         |             |                        |   |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez





Tabla CXVI Permeabilidad. Pozo #10

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA<br>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL<br>PROYECTO DE TITULACIÓN   |   |                           |                      |             |             |   |
|---|---|---------------------------|----------------------|-------------|-------------|---|
|    |   |                           |                      |             |             |  |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                           |                      |             |             |   |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b> | 10                   |             |             |   |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>       | 17M, 217733; 9809596 |             |             |   |
| <b>Sector:</b>  | Sarayacu  | <b>Tipo:</b>              | Subrasante           |             |             |   |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>       | 0.90 m               |             |             |   |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |                           |                      |             |             |   |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |                           |                      |             |             |   |
| DATOS   |   |                           |                      |             |             |   |
| Símbolo   | Muestra   | N°                        | 10                   |             |             |   |
| Datos de Tubería  |   |                           |                      |             |             |   |
| <i>L</i>  | Longitud  | m                         | 1.000                |             |             |   |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m                         | 0.1000               |             |             |   |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>            | 0.0079               |             |             |   |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |                           |                      |             |             |   |
|   | Ensayo Número   |                           | 1                    | 2           | 3           |   |
| <i>t</i>  | Tiempo  | <i>s</i>                  | 900                  |             |             |   |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | <i>cm</i>                 | 5.20                 | 5.10        | 5.40        |   |
| Cálculos  |   |                           |                      |             |             |   |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m                         | 1.000                |             |             |   |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m                         | 0.948                | 0.949       | 0.946       |   |
| $\Delta H$  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m                         | 0.052                | 0.051       | 0.054       |   |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m                         | 0.200                |             |             |   |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condición   | m                         | MENOR                | MENOR       | MENOR       |   |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna                                | m                         | 0.97400              | 0.97450     | 0.97300     |   |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m                       | 0.47657              |             |             |   |
| $\Delta H/t$  | Relación $\Delta H/t$                                       | m/s                       | 5.77778E-05          | 5.66667E-05 | 6.00000E-05 |   |
| $(\Delta H/t)/H$  | Relación $(\Delta H/t)/H$                                   | 1/s                       | 5.93201E-05          | 5.81495E-05 | 6.16650E-05 |   |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s                      | 4.44070E-07          | 4.35306E-07 | 4.61623E-07 |   |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s                      | <b>4.47E-07</b>      |             |             |   |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |                           |                      |             |             |   |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 4.47E-07 cm/s.   |   |                           |                      |             |             |   |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                           | <b>REVISÓ:</b>       |             |             |   |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                           | Ing. Favio Portilla  |             |             |   |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXVII Permeabilidad. Pozo #11

|   |   |   |                     |             |             |
|---|---|---|---------------------|-------------|-------------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |             |             |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |             |             |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> El Triunfo<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> CFE 10000-73 (2015)                                | <b>Número de muestra:</b> 11<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 188834; 9841102<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 0.95 m                             |   |                     |             |             |
| <b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>   |   |   |                     |             |             |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |             |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 11                  |             |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                     |             |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000               |             |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000              |             |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo   | m <sup>2</sup>  | 0.0079              |             |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                     |             |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                   | 2           | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | s   | 900                 |             |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica   | cm  | 7.20                | 7.40        | 7.30        |
| Cálculos  |   |   |                     |             |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo  | m   | 1.000               |             |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo   | m   | 0.928               | 0.926       | 0.927       |
| ΔH  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final   | m   | 0.072               | 0.074       | 0.073       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200               |             |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condición   | m   | MENOR               | MENOR       | MENOR       |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna de agua  | m   | 0.96400             | 0.96300     | 0.96350     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657             |             |             |
| ΔH/t  | Relación ΔH/t   | m/s   | 8.00000E-05         | 8.22222E-05 | 8.11111E-05 |
| (ΔH/t)/H  | Relación (ΔH/t)/H   | 1/s   | 8.29876E-05         | 8.53813E-05 | 8.41838E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad   | cm/s  | 6.21244E-07         | 6.39164E-07 | 6.30199E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad   | cm/s  | <b>6.30E-07</b>     |             |             |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |             |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 6.30E-07 cm/s.   |   |   |                     |             |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |             |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |             |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXVIII Permeabilidad. Pozo #12

|   |   |   |                     |             |             |
|---|---|---|---------------------|-------------|-------------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |             |             |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |             |             |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Simón Bolívar<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> CFE 10000-73 (2015)                             | <b>Número de muestra:</b> 12<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 194571; 9790056<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |   |                     |             |             |
| <b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>   |   |   |                     |             |             |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |             |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 12                  |             |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                     |             |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000               |             |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000              |             |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo   | m <sup>2</sup>  | 0.0079              |             |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                     |             |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                   | 2           | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | s   | 900                 |             |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica   | cm  | 5.40                | 5.20        | 5.40        |
| Cálculos  |   |   |                     |             |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo  | m   | 1.000               |             |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo   | m   | 0.946               | 0.948       | 0.946       |
| ΔH  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final   | m   | 0.054               | 0.052       | 0.054       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200               |             |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condición   | m   | MENOR               | MENOR       | MENOR       |
| $H = (H1 + H2) / 2$   | Carga promedio de la columna de agua  | m   | 0.97300             | 0.97400     | 0.97300     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657             |             |             |
| ΔH/t  | Relación ΔH/t   | m/s   | 6.00000E-05         | 5.77778E-05 | 6.00000E-05 |
| (ΔH/t)/H  | Relación (ΔH/t)/H   | 1/s   | 6.16650E-05         | 5.93201E-05 | 6.16650E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad   | cm/s  | 4.61623E-07         | 4.44070E-07 | 4.61623E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad   | cm/s  | <b>4.56E-07</b>     |             |             |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |             |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 4.56E-07 cm/s.   |   |   |                     |             |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |             |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |             |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXIX Permeabilidad. Pozo #13

|    |   | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |                      |  |             |
|---|---|---|----------------------|---|-------------|
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                      |   |             |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b>   | 13                   |   |             |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>   | 17M, 304199; 9767761 |   |             |
| <b>Sector:</b>  | Río Corrientes  | <b>Tipo:</b>  | Subrasante           |   |             |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>   | 1.00 m               |   |             |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |   |                      |   |             |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |   |                      |   |             |
| DATOS   |   |   |                      |   |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 13                   |   |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                      |   |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000                |   |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000               |   |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>  | 0.0079               |   |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                      |   |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                    | 2   | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | <i>s</i>  | 900                  |   |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | <i>cm</i>   | 4.20                 | 4.10  | 4.20        |
| Cálculos  |   |   |                      |   |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m   | 1.000                |   |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m   | 0.958                | 0.959   | 0.958       |
| $\Delta H$  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m   | 0.042                | 0.041   | 0.042       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200                |   |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condición   | m   | MENOR                | MENOR   | MENOR       |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna de agua                        | m   | 0.97900              | 0.97950   | 0.97900     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657              |   |             |
| $\Delta H/t$  | Relación $\Delta H/t$                                       | m/s   | 4.66667E-05          | 4.55556E-05   | 4.66667E-05 |
| $(\Delta H/t)/H$  | Relación $(\Delta H/t)/H$                                   | 1/s   | 4.76677E-05          | 4.65090E-05   | 4.76677E-05 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s  | 3.56840E-07          | 3.48166E-07   | 3.56840E-07 |
| $\hat{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s  | <b>3.54E-07</b>      |   |             |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |   |                      |   |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 3.54E-07 cm/s.   |   |   |                      |   |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>       |   |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla  |   |             |



Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXX Permeabilidad. Pozo #14

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA<br>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL<br>PROYECTO DE TITULACIÓN   |   |                           |                      |             |             |   |
|---|---|---------------------------|----------------------|-------------|-------------|---|
|    |   |                           |                      |             |             |  |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |                           |                      |             |             |   |
| <b>Provincia:</b>   | Pastaza   | <b>Número de muestra:</b> | 14                   |             |             |   |
| <b>Cantón:</b>  | Pastaza   | <b>Coordenadas:</b>       | 17M, 342109; 9793417 |             |             |   |
| <b>Sector:</b>  | Río Tigres  | <b>Tipo:</b>              | Subrasante           |             |             |   |
| <b>Fecha:</b>   | 28/mar/2022   | <b>Profundidad:</b>       | 1.00 m               |             |             |   |
| <b>Norma:</b>   | CFE 10000-73 (2015)   |                           |                      |             |             |   |
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD  |   |                           |                      |             |             |   |
| DATOS   |   |                           |                      |             |             |   |
| Símbolo   | Muestra   | N°                        | 14                   |             |             |   |
| Datos de Tubería  |   |                           |                      |             |             |   |
| <i>L</i>  | Longitud  | m                         | 1.000                |             |             |   |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m                         | 0.1000               |             |             |   |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo                                   | m <sup>2</sup>            | 0.0079               |             |             |   |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |                           |                      |             |             |   |
|   | Ensayo Número   |                           | 1                    | 2           | 3           |   |
| <i>t</i>  | Tiempo  | <i>s</i>                  | 900                  |             |             |   |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica                                 | <i>cm</i>                 | 10.70                | 10.80       | 10.50       |   |
| Cálculos  |   |                           |                      |             |             |   |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo            | m                         | 1.000                |             |             |   |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo             | m                         | 0.893                | 0.892       | 0.895       |   |
| $\Delta H$  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final | m                         | 0.107                | 0.108       | 0.105       |   |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m                         | 0.200                |             |             |   |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condicional   | m                         | MENOR                | MENOR       | MENOR       |   |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna                                | m                         | 0.94650              | 0.94600     | 0.94750     |   |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m                       | 0.47657              |             |             |   |
| $\Delta H/t$  | Relación $\Delta H/t$                                       | m/s                       | 1.18889E-04          | 1.20000E-04 | 1.16667E-04 |   |
| $(\Delta H/t)/H$  | Relación $(\Delta H/t)/H$                                   | 1/s                       | 1.25609E-04          | 1.26850E-04 | 1.23131E-04 |   |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad                               | cm/s                      | 9.40307E-07          | 9.49597E-07 | 9.21758E-07 |   |
| $\hat{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad                   | cm/s                      | <b>9.37E-07</b>      |             |             |   |
| DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO  |   |                           |                      |             |             |   |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 9.37E-07 cm/s.   |   |                           |                      |             |             |   |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |                           | <b>REVISÓ:</b>       |             |             |   |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |                           | Ing. Favio Portilla  |             |             |   |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXXI Permeabilidad. Pozo #15

|   |   |   |                     |             |             |
|---|---|---|---------------------|-------------|-------------|
|    | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>PROYECTO DE TITULACIÓN</b> |  |                     |             |             |
| <b>Proyecto :</b> Análisis comparativo entre la humedad gravimétrica y la humedad determinada con sensores electrónicos en suelos finos del cantón Pastaza. Provincia de Pastaza. |   |   |                     |             |             |
| <b>Provincia:</b> Pastaza<br><b>Cantón:</b> Pastaza<br><b>Sector:</b> Puyo 2<br><b>Fecha:</b> 28/mar/2022<br><b>Norma:</b> CFE 10000-73 (2015)                                    | <b>Número de muestra:</b> 15<br><b>Coordenadas:</b> 17M, 169730; 9833851<br><b>Tipo:</b> Subrasante<br><b>Profundidad:</b> 1.00 m                             |   |                     |             |             |
| <b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>   |   |   |                     |             |             |
| <b>DATOS</b>  |   |   |                     |             |             |
| Símbolo   | Muestra   | N°  | 15                  |             |             |
| Datos de Tubería  |   |   |                     |             |             |
| <i>L</i>  | Longitud  | m   | 1.000               |             |             |
| <i>D</i>  | Diámetro  | m   | 0.1000              |             |             |
| <i>A</i>  | Área Transversal del Tubo   | m <sup>2</sup>  | 0.0079              |             |             |
| Datos Adquiridos en Campo   |   |   |                     |             |             |
|   | Ensayo Número   |   | 1                   | 2           | 3           |
| <i>t</i>  | Tiempo  | s   | 900                 |             |             |
| <i>h2</i>   | Pérdida de Carga Hidráulica   | cm  | 9.80                | 9.70        | 9.60        |
| Cálculos  |   |   |                     |             |             |
| H1  | Carga de la columna de agua al inicio del ensayo  | m   | 1.000               |             |             |
| H2  | Carga de la columna de agua al final del ensayo   | m   | 0.902               | 0.903       | 0.904       |
| ΔH  | Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final   | m   | 0.098               | 0.097       | 0.096       |
| $0.2 \cdot H1$  | 20% de H1   | m   | 0.200               |             |             |
| $\Delta H \leq 0.2 \cdot H1$  | Condición   | m   | MENOR               | MENOR       | MENOR       |
| $H = (H1+H2)/2$   | Carga promedio de la columna de agua  | m   | 0.95100             | 0.95150     | 0.95200     |
| <i>C</i> (1/m)  | Factor de Forma   | 1/m   | 0.47657             |             |             |
| ΔH/t  | Relación ΔH/t   | m/s   | 1.08889E-04         | 1.07778E-04 | 1.06667E-04 |
| (ΔH/t)/H  | Relación (ΔH/t)/H   | 1/s   | 1.14499E-04         | 1.13271E-04 | 1.12045E-04 |
| <i>k</i>  | Coefficiente de Permeabilidad   | cm/s  | 8.57141E-07         | 8.47949E-07 | 8.38766E-07 |
| $\bar{k}$   | Promedio del Coeficiente de Permeabilidad   | cm/s  | <b>8.48E-07</b>     |             |             |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>   |   |   |                     |             |             |
| El Coeficiente de Permeabilidad obtenido en este suelo corresponde al valor de 8.48E-07 cm/s.   |   |   |                     |             |             |
| <b>REALIZÓ:</b>   |   |   | <b>REVISÓ:</b>      |             |             |
| Egdo. Robert Daniel Villacrés Chérrez   |   |   | Ing. Favio Portilla |             |             |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

## Anexo D: Registro y Recolección de datos de los Sensores Electrónicos.

Tabla CXXII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #01

|                    |         |              |                   |                 |              |
|--------------------|---------|--------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 17M                | 9824166 | 194007       |                   | Profundidad: 1m | 21/4/2022    |
| <b>P1: Canelos</b> |         |              |                   |                 |              |
| Sensor Resistivo   |         | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                 | <b>RANGO</b> |
| L1                 | 742     | SI           | L1                | 478             | SI           |
| L2                 | 735     | NO           | L2                | 476             | SI           |
| L3                 | 749     | SI           | L3                | 457             | NO           |
| L4                 | 739     | SI           | L4                | 487             | NO           |
| L5                 | 751     | NO           | L5                | 479             | SI           |
| L6                 | 746     | SI           | L6                |                 |              |
| L7                 |         |              | L7                |                 |              |
| L8                 |         |              | L8                |                 |              |
| <b>MEDIA</b>       | 743.67  |              | <b>MEDIA</b>      | 475.40          |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>  | 6.12    |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 11.10           |              |
| <b>MAX</b>         | 749.79  |              | <b>MAX</b>        | 486.50          |              |
| <b>MIN</b>         | 737.55  |              | <b>MIN</b>        | 464.30          |              |
| <b>RESULTADO</b>   | 744.00  |              | <b>RESULTADO</b>  | 477.67          |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXXIII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #02

|                           |         |              |                   |                    |              |
|---------------------------|---------|--------------|-------------------|--------------------|--------------|
| 17M                       | 9828087 | 171783       |                   | Profundidad: 0.90m | 21/4/2022    |
| <b>P2: Diez de Agosto</b> |         |              |                   |                    |              |
| Sensor Resistivo          |         | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                    | <b>RANGO</b> |
| L1                        | 689     | SI           | L1                | 413                | NO           |
| L2                        | 684     | SI           | L2                | 382                | SI           |
| L3                        | 657     | NO           | L3                | 360                | SI           |
| L4                        | 679     | SI           | L4                | 352                | SI           |
| L5                        | 684     | SI           | L5                | 354                | SI           |
| L6                        | 679     | SI           | L6                | 356                | SI           |
| L7                        | 683     | SI           | L7                | 362                | SI           |
| L8                        | 687     | SI           | L8                | 401                | NO           |
| L9                        |         |              | L9                |                    |              |
| L10                       |         |              | L10               |                    |              |
| <b>MEDIA</b>              | 680.25  |              | <b>MEDIA</b>      | 372.50             |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>         | 10.01   |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 23.43              |              |
| <b>MAX</b>                | 690.26  |              | <b>MAX</b>        | 395.93             |              |
| <b>MIN</b>                | 670.24  |              | <b>MIN</b>        | 349.07             |              |
| <b>RESULTADO</b>          | 683.57  |              | <b>RESULTADO</b>  | 361.00             |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXIV** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #03

|                      |         |        |              |                   |                 |           |              |
|----------------------|---------|--------|--------------|-------------------|-----------------|-----------|--------------|
| 17M                  | 9833170 | 175751 |              |                   | Profundidad: 1m | 21/4/2022 |              |
| <b>P3: Vera Cruz</b> |         |        |              |                   |                 |           |              |
| Sensor Resistivo     |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                 |           | <b>RANGO</b> |
| L1                   | 782     | SI     |              | L1                | 352             | NO        |              |
| L2                   | 781     | SI     |              | L2                | 423             | SI        |              |
| L3                   | 777     | SI     |              | L3                | 426             | SI        |              |
| L4                   | 789     | NO     |              | L4                | 396             | SI        |              |
| L5                   | 781     | SI     |              | L5                | 421             | SI        |              |
| L6                   | 773     | NO     |              | L6                | 389             | SI        |              |
| L7                   |         |        |              | L7                |                 |           |              |
| L8                   |         |        |              | L8                |                 |           |              |
| <b>MEDIA</b>         | 780.50  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 399.25          |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>    | 5.36    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 34.27           |           |              |
| <b>MAX</b>           | 785.86  |        |              | <b>MAX</b>        | 433.52          |           |              |
| <b>MIN</b>           | 775.14  |        |              | <b>MIN</b>        | 364.98          |           |              |
| <b>RESULTADO</b>     | 780.25  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 411.00          |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXV** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #04

|                   |         |        |              |                   |                   |           |              |
|-------------------|---------|--------|--------------|-------------------|-------------------|-----------|--------------|
| 17M               | 9839423 | 178629 |              |                   | Profundidad: 0.7m | 21/4/2022 |              |
| <b>P4: Tarqui</b> |         |        |              |                   |                   |           |              |
| Sensor Resistivo  |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                   |           | <b>RANGO</b> |
| L1                | 846     | NO     |              | L1                | 382               | SI        |              |
| L2                | 841     | SI     |              | L2                | 361               | NO        |              |
| L3                | 836     | SI     |              | L3                | 381               | SI        |              |
| L4                | 834     | SI     |              | L4                | 413               | NO        |              |
| L5                | 831     | NO     |              | L5                | 389               | SI        |              |
| L6                |         |        |              | L6                |                   |           |              |
| L7                |         |        |              | L7                |                   |           |              |
| L8                |         |        |              | L8                |                   |           |              |
| <b>MEDIA</b>      | 839.25  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 384.25            |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b> | 5.94    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 18.71             |           |              |
| <b>MAX</b>        | 845.19  |        |              | <b>MAX</b>        | 402.96            |           |              |
| <b>MIN</b>        | 833.31  |        |              | <b>MIN</b>        | 365.54            |           |              |
| <b>RESULTADO</b>  | 837.00  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 384.00            |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla CXXVI Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #05

|                   |         |        |              |                   |                   |           |              |
|-------------------|---------|--------|--------------|-------------------|-------------------|-----------|--------------|
| 17M               | 9833686 | 830965 |              |                   | Profundidad: 0.8m | 21/4/2022 |              |
| <b>P5: Puyo</b>   |         |        |              |                   |                   |           |              |
| Sensor Resistivo  |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                   |           | <b>RANGO</b> |
| L1                | 540     | NO     |              | L1                | 360               | SI        |              |
| L2                | 572     | SI     |              | L2                | 382               | SI        |              |
| L3                | 561     | SI     |              | L3                | 388               | SI        |              |
| L4                | 578     | NO     |              | L4                | 384               | SI        |              |
| L5                | 557     | SI     |              | L5                | 345               | NO        |              |
| L6                |         |        |              | L6                |                   |           |              |
| L7                |         |        |              | L7                |                   |           |              |
| L8                |         |        |              | L8                |                   |           |              |
| <b>MEDIA</b>      | 561.60  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 371.80            |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b> | 14.71   |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 18.53             |           |              |
| <b>MAX</b>        | 576.31  |        |              | <b>MAX</b>        | 390.33            |           |              |
| <b>MIN</b>        | 546.89  |        |              | <b>MIN</b>        | 353.27            |           |              |
| <b>RESULTADO</b>  | 566.50  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 378.50            |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXXVII Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #06

|                   |         |        |              |                   |                 |           |              |
|-------------------|---------|--------|--------------|-------------------|-----------------|-----------|--------------|
| 17M               | 9815118 | 176242 |              |                   | Profundidad: 1m | 21/4/2022 |              |
| <b>P6: Pomona</b> |         |        |              |                   |                 |           |              |
| Sensor Resistivo  |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                 |           | <b>RANGO</b> |
| L1                | 889     | SI     |              | L1                | 446             | SI        |              |
| L2                | 887     | SI     |              | L2                | 451             | SI        |              |
| L3                | 896     | NO     |              | L3                | 457             | NO        |              |
| L4                | 885     | SI     |              | L4                | 435             | NO        |              |
| L5                | 883     | SI     |              | L5                | 448             | SI        |              |
| L6                | 881     | NO     |              | L6                |                 |           |              |
| L7                |         |        |              | L7                |                 |           |              |
| L8                |         |        |              | L8                |                 |           |              |
| <b>MEDIA</b>      | 886.83  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 447.40          |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b> | 5.31    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 8.08            |           |              |
| <b>MAX</b>        | 892.14  |        |              | <b>MAX</b>        | 455.48          |           |              |
| <b>MIN</b>        | 881.53  |        |              | <b>MIN</b>        | 439.32          |           |              |
| <b>RESULTADO</b>  | 886.25  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 448.33          |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXVIII** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #07

|                     |         |        |                   |                   |                   |           |              |
|---------------------|---------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|--------------|
| 17M                 | 9781102 | 261743 |                   |                   | Profundidad: 0.8m | 21/4/2022 |              |
| <b>P7: Montalvo</b> |         |        |                   |                   |                   |           |              |
| Sensor Resistivo    |         |        | <b>RANGO</b>      | Sensor Capacitivo |                   |           | <b>RANGO</b> |
| L1                  | 817     | SI     | L1                | 433               | SI                |           |              |
| L2                  | 813     | SI     | L2                | 428               | SI                |           |              |
| L3                  | 812     | SI     | L3                | 421               | NO                |           |              |
| L4                  | 820     | NO     | L4                | 437               | NO                |           |              |
| L5                  |         |        | L5                |                   |                   |           |              |
| L6                  |         |        | L6                |                   |                   |           |              |
| L7                  |         |        | L7                |                   |                   |           |              |
| L8                  |         |        | L8                |                   |                   |           |              |
| <b>MEDIA</b>        | 815.50  |        | <b>MEDIA</b>      | 429.75            |                   |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>   | 3.70    |        | <b>DESVIACIÓN</b> | 6.90              |                   |           |              |
| <b>MAX</b>          | 819.20  |        | <b>MAX</b>        | 436.65            |                   |           |              |
| <b>MIN</b>          | 811.80  |        | <b>MIN</b>        | 422.85            |                   |           |              |
| <b>RESULTADO</b>    | 814.00  |        | <b>RESULTADO</b>  | 432.67            |                   |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXIX** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #08

|                   |         |        |                   |                   |                    |           |              |
|-------------------|---------|--------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------|--------------|
| 17M               | 9841518 | 166393 |                   |                   | Profundidad: 0.85m | 21/4/2022 |              |
| <b>P8: Fátima</b> |         |        |                   |                   |                    |           |              |
| Sensor Resistivo  |         |        | <b>RANGO</b>      | Sensor Capacitivo |                    |           | <b>RANGO</b> |
| L1                | 753     | SI     | L1                | 391               | NO                 |           |              |
| L2                | 752     | SI     | L2                | 381               | SI                 |           |              |
| L3                | 756     | SI     | L3                | 384               | SI                 |           |              |
| L4                | 761     | NO     | L4                | 379               | SI                 |           |              |
| L5                | 751     | SI     | L5                | 382               | SI                 |           |              |
| L6                |         |        | L6                |                   |                    |           |              |
| L7                |         |        | L7                |                   |                    |           |              |
| L8                |         |        | L8                |                   |                    |           |              |
| <b>MEDIA</b>      | 754.60  |        | <b>MEDIA</b>      | 383.40            |                    |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b> | 4.04    |        | <b>DESVIACIÓN</b> | 4.62              |                    |           |              |
| <b>MAX</b>        | 758.64  |        | <b>MAX</b>        | 388.02            |                    |           |              |
| <b>MIN</b>        | 750.56  |        | <b>MIN</b>        | 378.78            |                    |           |              |
| <b>RESULTADO</b>  | 753.00  |        | <b>RESULTADO</b>  | 381.33            |                    |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXX Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #09**

|                                |         |        |              |                   |                    |           |              |
|--------------------------------|---------|--------|--------------|-------------------|--------------------|-----------|--------------|
| 17M                            | 9847397 | 170555 |              |                   | Profundidad: 0.95m | 21/4/2022 |              |
| <b>P9: Teniente Hugo Ortíz</b> |         |        |              |                   |                    |           |              |
| Sensor Resistivo               |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                    |           | <b>RANGO</b> |
| L1                             | 678     | NO     |              | L1                | 370                | SI        |              |
| L2                             | 699     | NO     |              | L2                | 362                | SI        |              |
| L3                             | 687     | SI     |              | L3                | 361                | SI        |              |
| L4                             | 689     | SI     |              | L4                | 384                | NO        |              |
| L5                             |         |        |              | L5                |                    |           |              |
| L6                             |         |        |              | L6                |                    |           |              |
| L7                             |         |        |              | L7                |                    |           |              |
| L8                             |         |        |              | L8                |                    |           |              |
| <b>MEDIA</b>                   | 688.25  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 369.25             |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>              | 8.62    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 10.63              |           |              |
| <b>MAX</b>                     | 696.87  |        |              | <b>MAX</b>        | 379.88             |           |              |
| <b>MIN</b>                     | 679.63  |        |              | <b>MIN</b>        | 358.62             |           |              |
| <b>RESULTADO</b>               | 688.00  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 361.50             |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXXI Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #10**

|                      |         |        |              |                   |                    |           |              |
|----------------------|---------|--------|--------------|-------------------|--------------------|-----------|--------------|
| 17M                  | 9809596 | 217733 |              |                   | Profundidad: 0.70m | 21/4/2022 |              |
| <b>P10: Sarayacu</b> |         |        |              |                   |                    |           |              |
| Sensor Resistivo     |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                    |           | <b>RANGO</b> |
| L1                   | 634     | SI     |              | L1                | 353                | SI        |              |
| L2                   | 639     | SI     |              | L2                | 357                | SI        |              |
| L3                   | 641     | SI     |              | L3                | 357                | SI        |              |
| L4                   | 652     | NO     |              | L4                | 349                | NO        |              |
| L5                   |         |        |              | L5                |                    |           |              |
| L6                   |         |        |              | L6                |                    |           |              |
| L7                   |         |        |              | L7                |                    |           |              |
| L8                   |         |        |              | L8                |                    |           |              |
| <b>MEDIA</b>         | 641.50  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 354.00             |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>    | 7.59    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 3.83               |           |              |
| <b>MAX</b>           | 649.09  |        |              | <b>MAX</b>        | 357.83             |           |              |
| <b>MIN</b>           | 633.91  |        |              | <b>MIN</b>        | 350.17             |           |              |
| <b>RESULTADO</b>     | 638.00  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 354.33             |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXXII** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #11

|                        |         |        |              |                   |                    |           |              |
|------------------------|---------|--------|--------------|-------------------|--------------------|-----------|--------------|
| 17M                    | 9841102 | 188834 |              |                   | Profundidad: 0.95m | 21/4/2022 |              |
| <b>P11: El Triunfo</b> |         |        |              |                   |                    |           |              |
| Sensor Resistivo       |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                    |           | <b>RANGO</b> |
| L1                     | 810     | SI     |              | L1                | 470                | NO        |              |
| L2                     | 809     | SI     |              | L2                | 469                | SI        |              |
| L3                     | 815     | SI     |              | L3                | 468                | SI        |              |
| L4                     | 821     | NO     |              | L4                | 467                | NO        |              |
| L5                     |         |        |              | L5                |                    |           |              |
| L6                     |         |        |              | L6                |                    |           |              |
| L7                     |         |        |              | L7                |                    |           |              |
| L8                     |         |        |              | L8                |                    |           |              |
| <b>MEDIA</b>           | 813.75  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 468.50             |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>      | 5.50    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 1.29               |           |              |
| <b>MAX</b>             | 819.25  |        |              | <b>MAX</b>        | 469.79             |           |              |
| <b>MIN</b>             | 808.25  |        |              | <b>MIN</b>        | 467.21             |           |              |
| <b>RESULTADO</b>       | 811.33  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 468.50             |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXXIII** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #12

|                           |         |        |              |                   |                 |           |              |
|---------------------------|---------|--------|--------------|-------------------|-----------------|-----------|--------------|
| 17M                       | 9790056 | 194571 |              |                   | Profundidad: 1m | 21/4/2022 |              |
| <b>P12: Simón Bolívar</b> |         |        |              |                   |                 |           |              |
| Sensor Resistivo          |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                 |           | <b>RANGO</b> |
| L1                        | 916     | SI     |              | L1                | 537             | SI        |              |
| L2                        | 918     | SI     |              | L2                | 531             | SI        |              |
| L3                        | 925     | SI     |              | L3                | 529             | NO        |              |
| L4                        | 930     | NO     |              | L4                | 537             | SI        |              |
| L5                        |         |        |              | L5                |                 |           |              |
| L6                        |         |        |              | L6                |                 |           |              |
| L7                        |         |        |              | L7                |                 |           |              |
| L8                        |         |        |              | L8                |                 |           |              |
| <b>MEDIA</b>              | 922.25  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 533.50          |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>         | 6.45    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 4.12            |           |              |
| <b>MAX</b>                | 928.70  |        |              | <b>MAX</b>        | 537.62          |           |              |
| <b>MIN</b>                | 915.80  |        |              | <b>MIN</b>        | 529.38          |           |              |
| <b>RESULTADO</b>          | 924.33  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 532.33          |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXXIV** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #13

|                            |         |        |              |                   |                 |           |              |
|----------------------------|---------|--------|--------------|-------------------|-----------------|-----------|--------------|
| 17M                        | 9767761 | 304199 |              |                   | Profundidad: 1m | 21/4/2022 |              |
| <b>P13: Río Corrientes</b> |         |        |              |                   |                 |           |              |
| Sensor Resistivo           |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                 |           | <b>RANGO</b> |
| L1                         | 663     |        | SI           | L1                | 342             |           | NO           |
| L2                         | 670     |        | SI           | L2                | 360             |           | NO           |
| L3                         | 653     |        | NO           | L3                | 351             |           | SI           |
| L4                         | 671     |        | SI           | L4                | 354             |           | SI           |
| L5                         |         |        |              | L5                |                 |           |              |
| L6                         |         |        |              | L6                |                 |           |              |
| L7                         |         |        |              | L7                |                 |           |              |
| L8                         |         |        |              | L8                |                 |           |              |
| <b>MEDIA</b>               | 664.25  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 351.75          |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>          | 8.30    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 7.50            |           |              |
| <b>MAX</b>                 | 672.55  |        |              | <b>MAX</b>        | 359.25          |           |              |
| <b>MIN</b>                 | 655.95  |        |              | <b>MIN</b>        | 344.25          |           |              |
| <b>RESULTADO</b>           | 661.50  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 346.50          |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXXV** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #14

|                        |         |        |              |                   |                 |           |              |
|------------------------|---------|--------|--------------|-------------------|-----------------|-----------|--------------|
| 17M                    | 9793417 | 342109 |              |                   | Profundidad: 1m | 21/4/2022 |              |
| <b>P14: Río Tigres</b> |         |        |              |                   |                 |           |              |
| Sensor Resistivo       |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                 |           | <b>RANGO</b> |
| L1                     | 581     |        | SI           | L1                | 337             |           | SI           |
| L2                     | 593     |        | NO           | L2                | 336             |           | SI           |
| L3                     | 582     |        | SI           | L3                | 346             |           | NO           |
| L4                     | 580     |        | SI           | L4                | 341             |           | SI           |
| L5                     | 584     |        | SI           | L5                |                 |           |              |
| L6                     |         |        |              | L6                |                 |           |              |
| L7                     |         |        |              | L7                |                 |           |              |
| L8                     |         |        |              | L8                |                 |           |              |
| <b>MEDIA</b>           | 584.00  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 340.00          |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>      | 5.24    |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 4.55            |           |              |
| <b>MAX</b>             | 589.24  |        |              | <b>MAX</b>        | 344.55          |           |              |
| <b>MIN</b>             | 578.76  |        |              | <b>MIN</b>        | 335.45          |           |              |
| <b>RESULTADO</b>       | 587.50  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 339.67          |           |              |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CXXXVI** Humedad Natural Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #15

|                    |         |        |              |                   |                    |           |              |
|--------------------|---------|--------|--------------|-------------------|--------------------|-----------|--------------|
| 17M                | 9833851 | 169730 |              |                   | Profundidad: 0.90m | 21/4/2022 |              |
| <b>P15: Puyo 2</b> |         |        |              |                   |                    |           |              |
| Sensor Resistivo   |         |        | <b>RANGO</b> | Sensor Capacitivo |                    |           | <b>RANGO</b> |
| L1                 | 873     |        | SI           | L1                | 479                |           | SI           |
| L2                 | 876     |        | SI           | L2                | 481                |           | SI           |
| L3                 | 871     |        | SI           | L3                | 483                |           | SI           |
| L4                 | 769     |        | NO           | L4                | 489                |           | NO           |
| L5                 |         |        |              | L5                | 474                |           | NO           |
| L6                 |         |        |              | L6                |                    |           |              |
| L7                 |         |        |              | L7                |                    |           |              |
| L8                 |         |        |              | L8                |                    |           |              |
| <b>MEDIA</b>       | 847.25  |        |              | <b>MEDIA</b>      | 481.20             |           |              |
| <b>DESVIACIÓN</b>  | 52.21   |        |              | <b>DESVIACIÓN</b> | 5.50               |           |              |
| <b>MAX</b>         | 899.46  |        |              | <b>MAX</b>        | 486.70             |           |              |
| <b>MIN</b>         | 795.04  |        |              | <b>MIN</b>        | 475.70             |           |              |
| <b>RESULTADO</b>   | 873.50  |        |              | <b>RESULTADO</b>  | 483.00             |           |              |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXXXVII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #1

| P1                          | CANELOS | 2/5/2022 |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|-----------------------------|---------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|
| Cont. Humedad promedio (w%) |         | 31.35%   |       |        |       | 35.72%   |       |        |       | 47.71%   |       |        |       | 65.95%   |       |        |       |
| AGUA (ml)                   |         | 500      |       |        |       | 1000     |       |        |       | 1500     |       |        |       | 2000     |       |        |       |
| SENSOR                      |         | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |
| ARRIBA                      | L1      | 1021     | NO    | 400    | NO    | 1009     | SI    | 495    | NO    | 791      | SI    | 410    | SI    | 709      | SI    | 328    | NO    |
|                             | L2      | 1018     | SI    | 452    | SI    | 1008     | SI    | 478    | SI    | 798      | NO    | 411    | NO    | 706      | NO    | 315    | SI    |
|                             | L3      | 1019     | SI    | 497    | NO    | 1007     | NO    | 489    | SI    | 793      | SI    | 410    | SI    | 714      | SI    | 313    | NO    |
|                             | L4      | 1015     | SI    | 451    | SI    | 1009     | SI    | 475    | SI    | 798      | NO    | 408    | NO    | 717      | SI    | 324    | SI    |
|                             | L5      | 1010     | NO    | 498    | NO    | 1009     | SI    | 476    | SI    | 788      | NO    | 410    | SI    | 716      | SI    | 321    | SI    |
|                             | L6      |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|                             | L7      |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
| MEDIA                       |         | 1016.60  |       | 450.00 |       | 1008.40  |       | 482.60 |       | 793.60   |       | 409.80 |       | 712.40   |       | 320.20 |       |
| DESVIACIÓN                  |         | 4.28     |       | 39.64  |       | 0.89     |       | 8.91   |       | 4.39     |       | 1.10   |       | 4.72     |       | 6.22   |       |
| MAX                         |         | 1020.88  |       | 489.64 |       | 1009.29  |       | 491.51 |       | 797.99   |       | 410.90 |       | 717.12   |       | 326.42 |       |
| MIN                         |         | 1012.32  |       | 410.36 |       | 1007.51  |       | 473.69 |       | 789.21   |       | 408.70 |       | 707.68   |       | 313.98 |       |
| RESULTADO                   |         | 1017.33  |       | 451.50 |       | 1008.75  |       | 479.50 |       | 792.00   |       | 410.00 |       | 714.00   |       | 320.00 |       |
| ABAJO                       | L1      | 1021     | NO    | 497    | NO    | 1004     | NO    | 464    | NO    | 760      | SI    | 391    | SI    | 721      | SI    | 317    | NO    |
|                             | L2      | 1021     | NO    | 530    | SI    | 1003     | SI    | 460    | SI    | 764      | SI    | 390    | SI    | 722      | SI    | 332    | SI    |
|                             | L3      | 1018     | SI    | 529    | SI    | 1002     | SI    | 459    | SI    | 766      | SI    | 386    | SI    | 726      | NO    | 328    | SI    |
|                             | L4      | 1017     | NO    | 528    | SI    | 1000     | NO    | 459    | SI    | 769      | NO    | 382    | NO    | 717      | NO    | 333    | SI    |
|                             | L5      | 1018     | SI    | 525    | SI    | 1003     | SI    | 458    | SI    | 757      | NO    | 392    | NO    | 725      | SI    | 331    | SI    |
|                             | L6      |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|                             | L7      |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
| HORA                        |         | 11:13:00 |       |        |       | 11:41:00 |       |        |       | 12:10:00 |       |        |       | 12:35:00 |       |        |       |
| MEDIA                       |         | 1019.00  |       | 521.00 |       | 1002.40  |       | 460.00 |       | 763.20   |       | 387.25 |       | 722.20   |       | 328.20 |       |
| DESVIACIÓN                  |         | 1.87     |       | 16.02  |       | 1.52     |       | 2.35   |       | 4.76     |       | 4.11   |       | 3.56     |       | 6.53   |       |
| MAX                         |         | 1020.87  |       | 537.02 |       | 1003.92  |       | 462.35 |       | 767.96   |       | 391.36 |       | 725.76   |       | 334.73 |       |
| MIN                         |         | 1017.13  |       | 504.98 |       | 1000.88  |       | 457.65 |       | 758.44   |       | 383.14 |       | 718.64   |       | 321.67 |       |
| RESULTADO                   |         | 1018.00  |       | 528.00 |       | 1002.67  |       | 459.00 |       | 763.33   |       | 389.00 |       | 722.67   |       | 331.00 |       |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXXXVIII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #2

| P2                          | DIEZ DE AGOSTO |          | 2/5/2022 |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|----------------|----------|----------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |                | 54.40%   |          |        |       | 58.18%   |       |        |       | 62.04%   |       |        |       | 68.09%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |                | 0        |          |        |       | 250      |       |        |       | 500      |       |        |       | 750      |       |        |       |  |
| SENSOR                      |                | R        | RANGO    | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1             | 907      | SI       | 418    | NO    | 914      | NO    | 328    | NO    | 802      | NO    | 297    | SI    | 816      | SI    | 305    | SI    |  |
|                             | L2             | 909      | SI       | 411    | SI    | 876      | SI    | 326    | SI    | 796      | SI    | 288    | NO    | 810      | SI    | 295    | SI    |  |
|                             | L3             | 911      | SI       | 398    | NO    | 871      | SI    | 323    | SI    | 787      | SI    | 301    | SI    | 819      | NO    | 318    | NO    |  |
|                             | L4             | 907      | SI       | 405    | SI    | 891      | SI    | 322    | NO    | 786      | NO    | 302    | SI    | 804      | NO    | 300    | SI    |  |
|                             | L5             | 913      | NO       | 410    | SI    | 850      | NO    | 324    | SI    | 793      | SI    | 305    | NO    | 805      | SI    | 298    | SI    |  |
|                             | L6             |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7             |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |                | 909.40   |          | 408.40 |       | 888.00   |       | 324.60 |       | 792.80   |       | 297.00 |       | 810.80   |       | 303.20 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |                | 2.61     |          | 7.44   |       | 19.30    |       | 2.41   |       | 6.61     |       | 6.38   |       | 6.61     |       | 9.04   |       |  |
| MAX                         |                | 912.01   |          | 415.84 |       | 907.30   |       | 327.01 |       | 799.41   |       | 303.38 |       | 817.41   |       | 312.24 |       |  |
| MIN                         |                | 906.79   |          | 400.96 |       | 868.70   |       | 322.19 |       | 786.19   |       | 290.62 |       | 804.19   |       | 294.16 |       |  |
| RESULTADO                   |                | 908.50   |          | 408.67 |       | 879.33   |       | 324.33 |       | 792.00   |       | 300.00 |       | 810.33   |       | 299.50 |       |  |
| ABAJO                       | L1             | 907      | NO       | 363    | NO    | 854      | SI    | 338    | SI    | 809      | NO    | 313    | NO    | 802      | NO    | 318    | NO    |  |
|                             | L2             | 894      | SI       | 364    | SI    | 873      | NO    | 334    | NO    | 782      | SI    | 329    | NO    | 805      | SI    | 306    | SI    |  |
|                             | L3             | 892      | SI       | 375    | NO    | 856      | SI    | 341    | SI    | 784      | SI    | 319    | SI    | 807      | NO    | 308    | SI    |  |
|                             | L4             | 890      | SI       | 373    | SI    | 842      | NO    | 340    | SI    | 777      | SI    | 324    | SI    | 803      | SI    | 307    | SI    |  |
|                             | L5             | 889      | SI       | 368    | SI    | 858      | SI    | 339    | SI    | 780      | SI    | 321    | SI    | 805      | SI    | 305    | SI    |  |
|                             | L6             |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7             |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |                | 14:01:00 |          |        |       | 14:19:00 |       |        |       | 14:36:00 |       |        |       | 15:03:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |                | 894.40   |          | 368.60 |       | 856.60   |       | 338.40 |       | 786.40   |       | 321.20 |       | 804.40   |       | 308.80 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |                | 7.30     |          | 5.32   |       | 11.08    |       | 2.70   |       | 12.90    |       | 5.93   |       | 1.95     |       | 5.26   |       |  |
| MAX                         |                | 901.70   |          | 373.92 |       | 867.68   |       | 341.10 |       | 799.30   |       | 327.13 |       | 806.35   |       | 314.06 |       |  |
| MIN                         |                | 887.10   |          | 363.28 |       | 845.52   |       | 335.70 |       | 773.50   |       | 315.27 |       | 802.45   |       | 303.54 |       |  |
| RESULTADO                   |                | 891.25   |          | 368.33 |       | 856.00   |       | 339.50 |       | 780.75   |       | 321.33 |       | 804.33   |       | 306.50 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla CXXXIX Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #3

| P3                          | VERACRUZ | 2/5/2022 |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|----------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |          | 36.82%   |       |        |       | 47.74%   |       |        |       | 60.77%   |       |        |       | 74.10%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |          | 0        |       |        |       | 250      |       |        |       | 500      |       |        |       | 750      |       |        |       |  |
| SENSOR                      |          | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1       | 1010     | SI    | 523    | NO    | 966      | SI    | 471    | SI    | 882      | NO    | 318    | SI    | 801      | SI    | 301    | NO    |  |
|                             | L2       | 1009     | SI    | 530    | NO    | 968      | SI    | 470    | SI    | 902      | SI    | 316    | SI    | 798      | SI    | 302    | SI    |  |
|                             | L3       | 1007     | SI    | 526    | SI    | 970      | NO    | 468    | SI    | 904      | SI    | 320    | SI    | 796      | SI    | 302    | SI    |  |
|                             | L4       | 1005     | SI    | 525    | SI    | 965      | SI    | 465    | NO    | 889      | SI    | 324    | NO    | 791      | NO    | 303    | NO    |  |
|                             | L5       | 999      | NO    | 528    | SI    | 960      | NO    | 473    | NO    | 885      | SI    | 315    | NO    | 803      | NO    | 305    | NO    |  |
|                             | L6       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |          | 1006.00  |       | 526.00 |       | 965.80   |       | 469.40 |       | 894.25   |       | 318.60 |       | 797.80   |       | 302.00 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |          | 4.36     |       | 2.94   |       | 3.77     |       | 3.05   |       | 10.53    |       | 3.58   |       | 4.66     |       | 0.82   |       |  |
| MAX                         |          | 1010.36  |       | 528.94 |       | 969.57   |       | 472.45 |       | 904.78   |       | 322.18 |       | 802.46   |       | 302.82 |       |  |
| MIN                         |          | 1001.64  |       | 523.06 |       | 962.03   |       | 466.35 |       | 883.72   |       | 315.02 |       | 793.14   |       | 301.18 |       |  |
| RESULTADO                   |          | 1007.75  |       | 526.33 |       | 966.33   |       | 469.67 |       | 895.00   |       | 318.00 |       | 798.33   |       | 302.00 |       |  |
| ABAJO                       | L1       | 1009     | NO    | 523    | NO    | 960      | NO    | 460    | NO    | 862      | NO    | 335    | NO    | 798      | SI    | 301    | SI    |  |
|                             | L2       | 1004     | SI    | 514    | SI    | 958      | SI    | 450    | SI    | 864      | SI    | 315    | SI    | 801      | NO    | 299    | SI    |  |
|                             | L3       | 995      | SI    | 513    | SI    | 955      | SI    | 455    | SI    | 866      | SI    | 310    | SI    | 794      | NO    | 297    | NO    |  |
|                             | L4       | 989      | NO    | 513    | SI    | 949      | SI    | 456    | SI    | 870      | SI    | 309    | SI    | 796      | SI    | 300    | SI    |  |
|                             | L5       | 993      | SI    | 519    | SI    | 948      | NO    | 449    | NO    | 871      | NO    | 310    | SI    | 800      | SI    | 302    | NO    |  |
|                             | L6       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |          | 9:57:00  |       |        |       | 10:23:00 |       |        |       | 12:44:00 |       |        |       | 13:05:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |          | 998.00   |       | 516.40 |       | 954.00   |       | 454.00 |       | 866.60   |       | 317.25 |       | 797.25   |       | 299.80 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |          | 8.25     |       | 4.45   |       | 5.34     |       | 4.53   |       | 3.85     |       | 12.12  |       | 2.99     |       | 1.92   |       |  |
| MAX                         |          | 1006.25  |       | 520.85 |       | 959.34   |       | 458.53 |       | 870.45   |       | 329.37 |       | 800.24   |       | 301.72 |       |  |
| MIN                         |          | 989.75   |       | 511.95 |       | 948.66   |       | 449.47 |       | 862.75   |       | 305.13 |       | 794.26   |       | 297.88 |       |  |
| RESULTADO                   |          | 997.33   |       | 514.75 |       | 954.00   |       | 453.67 |       | 866.67   |       | 311.00 |       | 798.00   |       | 300.00 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXL Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #4

| P4                          | TARQUI | 2/5/2022 |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|-----------------------------|--------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|
| Cont. Humedad promedio (w%) |        | 11.89%   |       |        |       | 22.97%   |       |        |       | 32.91%   |       |        |       | 43.17%   |       |        |       |
| AGUA (ml)                   |        | 0        |       |        |       | 500      |       |        |       | 1000     |       |        |       | 1500     |       |        |       |
| SENSOR                      |        | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |
| ARRIBA                      | L1     | 1008     | NO    | 486    | SI    | 976      | SI    | 482    | NO    | 838      | SI    | 465    | SI    | 488      | NO    | 258    | SI    |
|                             | L2     | 1006     | SI    | 485    | SI    | 970      | NO    | 480    | SI    | 839      | SI    | 468    | SI    | 479      | SI    | 257    | NO    |
|                             | L3     | 1005     | SI    | 485    | SI    | 977      | SI    | 475    | NO    | 840      | SI    | 469    | NO    | 474      | SI    | 261    | SI    |
|                             | L4     | 1001     | NO    | 482    | NO    | 974      | SI    | 478    | SI    | 842      | NO    | 464    | NO    | 477      | SI    | 260    | SI    |
|                             | L5     | 1002     | SI    | 486    | SI    | 981      | NO    | 476    | SI    | 836      | NO    | 466    | SI    | 464      | NO    | 261    | SI    |
|                             | L6     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|                             | L7     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
| MEDIA                       |        | 1004.40  |       | 484.50 |       | 975.60   |       | 478.20 |       | 839.00   |       | 466.40 |       | 476.40   |       | 259.40 |       |
| DESVIACIÓN                  |        | 2.88     |       | 1.73   |       | 4.04     |       | 2.86   |       | 2.24     |       | 2.07   |       | 8.68     |       | 1.82   |       |
| MAX                         |        | 1007.28  |       | 486.23 |       | 979.64   |       | 481.06 |       | 841.24   |       | 468.47 |       | 485.08   |       | 261.22 |       |
| MIN                         |        | 1001.52  |       | 482.77 |       | 971.56   |       | 475.34 |       | 836.76   |       | 464.33 |       | 467.72   |       | 257.58 |       |
| RESULTADO                   |        | 1004.33  |       | 485.50 |       | 975.67   |       | 478.00 |       | 839.00   |       | 466.33 |       | 476.67   |       | 260.00 |       |
| ABAJO                       | L1     | 1005     | NO    | 480    | NO    | 968      | SI    | 456    | NO    | 836      | NO    | 450    | NO    | 475      | NO    | 263    | SI    |
|                             | L2     | 1001     | SI    | 478    | SI    | 968      | SI    | 458    | SI    | 828      | SI    | 445    | SI    | 460      | SI    | 528    | NO    |
|                             | L3     | 995      | SI    | 475    | SI    | 965      | SI    | 460    | SI    | 824      | SI    | 444    | SI    | 441      | NO    | 257    | SI    |
|                             | L4     | 996      | SI    | 476    | SI    | 959      | NO    | 461    | NO    | 820      | NO    | 443    | SI    | 445      | SI    | 245    | SI    |
|                             | L5     | 998      | SI    | 474    | NO    | 960      | SI    | 459    | SI    | 823      | SI    | 440    | NO    | 458      | SI    | 262    | SI    |
|                             | L6     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|                             | L7     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
| HORA                        |        | 15:13:00 |       |        |       | 15:47:00 |       |        |       | 16:21:00 |       |        |       | 16:51:00 |       |        |       |
| MEDIA                       |        | 999.00   |       | 476.60 |       | 964.00   |       | 458.75 |       | 826.20   |       | 444.40 |       | 455.80   |       | 311.00 |       |
| DESVIACIÓN                  |        | 4.06     |       | 2.41   |       | 4.30     |       | 2.22   |       | 6.18     |       | 3.65   |       | 13.48    |       | 121.52 |       |
| MAX                         |        | 1003.06  |       | 479.01 |       | 968.30   |       | 460.97 |       | 832.38   |       | 448.05 |       | 469.28   |       | 432.52 |       |
| MIN                         |        | 994.94   |       | 474.19 |       | 959.70   |       | 456.53 |       | 820.02   |       | 440.75 |       | 442.32   |       | 189.48 |       |
| RESULTADO                   |        | 997.50   |       | 476.33 |       | 965.25   |       | 459.00 |       | 825.00   |       | 444.00 |       | 454.33   |       | 256.75 |       |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXLI Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #5

| P5                          | PUYO |          | 2/5/2022 |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|-----------------------------|------|----------|----------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|
| Cont. Humedad promedio (w%) |      | 38.53%   |          |        |       | 44.79%   |       |        |       | 51.52%   |       |        |       | 57.08%   |       |        |       |
| AGUA (ml)                   |      | 0        |          |        |       | 500      |       |        |       | 1000     |       |        |       | 1500     |       |        |       |
| SENSOR                      |      | R        | RANGO    | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |
| ARRIBA                      | L1   | 852      | SI       | 374    | NO    | 804      | SI    | 364    | NO    | 732      | NO    | 340    | NO    | 698      | SI    | 315    | SI    |
|                             | L2   | 860      | SI       | 380    | NO    | 799      | NO    | 358    | SI    | 729      | SI    | 339    | SI    | 697      | SI    | 314    | SI    |
|                             | L3   | 849      | NO       | 378    | SI    | 810      | SI    | 359    | SI    | 728      | SI    | 338    | SI    | 701      | SI    | 320    | NO    |
|                             | L4   | 861      | NO       | 375    | SI    | 808      | SI    | 352    | NO    | 722      | NO    | 335    | NO    | 702      | NO    | 312    | SI    |
|                             | L5   | 853      | SI       | 377    | SI    | 811      | SI    | 355    | SI    | 729      | SI    | 336    | SI    | 694      | NO    | 313    | SI    |
|                             | L6   |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|                             | L7   |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
| MEDIA                       |      | 855.00   |          | 376.80 |       | 806.40   |       | 358.25 |       | 728.00   |       | 337.60 |       | 698.40   |       | 315.25 |       |
| DESVIACIÓN                  |      | 5.24     |          | 2.39   |       | 4.93     |       | 4.92   |       | 3.67     |       | 2.07   |       | 3.21     |       | 3.40   |       |
| MAX                         |      | 860.24   |          | 379.19 |       | 811.33   |       | 363.17 |       | 731.67   |       | 339.67 |       | 701.61   |       | 318.65 |       |
| MIN                         |      | 849.76   |          | 374.41 |       | 801.47   |       | 353.33 |       | 724.33   |       | 335.53 |       | 695.19   |       | 311.85 |       |
| RESULTADO                   |      | 855.00   |          | 376.67 |       | 808.25   |       | 357.33 |       | 728.67   |       | 337.67 |       | 698.67   |       | 313.50 |       |
| ABAJO                       | L1   | 950      | SI       | 460    | NO    | 770      | NO    | 348    | NO    | 741      | SI    | 320    | SI    | 700      | NO    | 309    | NO    |
|                             | L2   | 953      | NO       | 471    | SI    | 775      | SI    | 345    | SI    | 727      | SI    | 318    | NO    | 689      | SI    | 306    | SI    |
|                             | L3   | 949      | SI       | 473    | SI    | 780      | SI    | 342    | SI    | 729      | SI    | 319    | SI    | 687      | SI    | 303    | SI    |
|                             | L4   | 948      | SI       | 475    | SI    | 789      | NO    | 340    | SI    | 730      | SI    | 322    | SI    | 690      | SI    | 302    | SI    |
|                             | L5   | 950      | SI       | 476    | SI    | 782      | SI    | 341    | SI    | 744      | NO    | 324    | NO    | 692      | SI    | 301    | SI    |
|                             | L6   |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
|                             | L7   |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |
| HORA                        |      | 14:32:00 |          |        |       | 14:57:00 |       |        |       | 15:25:00 |       |        |       | 15:45:00 |       |        |       |
| MEDIA                       |      | 950.00   |          | 471.00 |       | 778.50   |       | 343.20 |       | 734.20   |       | 320.60 |       | 691.60   |       | 304.20 |       |
| DESVIACIÓN                  |      | 2.16     |          | 6.44   |       | 8.10     |       | 3.27   |       | 7.73     |       | 2.41   |       | 5.03     |       | 3.27   |       |
| MAX                         |      | 952.16   |          | 477.44 |       | 786.60   |       | 346.47 |       | 741.93   |       | 323.01 |       | 696.63   |       | 307.47 |       |
| MIN                         |      | 947.84   |          | 464.56 |       | 770.40   |       | 339.93 |       | 726.47   |       | 318.19 |       | 686.57   |       | 300.93 |       |
| RESULTADO                   |      | 949.25   |          | 473.75 |       | 779.00   |       | 342.00 |       | 731.75   |       | 320.33 |       | 689.50   |       | 303.00 |       |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXLII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #6

| P6                          | POMONA | 2/5/2022 |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|--------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |        | 35.98%   |       |        |       | 38.99%   |       |        |       | 42.31%   |       |        |       | 47.21%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |        | 0        |       |        |       | 250      |       |        |       | 500      |       |        |       | 750      |       |        |       |  |
| SENSOR                      |        | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1     | 1006     | NO    | 504    | SI    | 895      | SI    | 364    | SI    | 679      | SI    | 318    | SI    | 598      | NO    | 289    | NO    |  |
|                             | L2     | 1005     | SI    | 503    | SI    | 896      | SI    | 365    | SI    | 688      | SI    | 317    | SI    | 592      | SI    | 287    | SI    |  |
|                             | L3     | 998      | SI    | 500    | NO    | 897      | NO    | 363    | SI    | 673      | NO    | 316    | SI    | 582      | SI    | 276    | SI    |  |
|                             | L4     | 997      | SI    | 505    | NO    | 894      | SI    | 368    | NO    | 678      | SI    | 315    | SI    | 586      | SI    | 275    | SI    |  |
|                             | L5     | 995      | NO    | 501    | SI    | 891      | NO    | 361    | NO    | 693      | NO    | 304    | NO    | 581      | SI    | 271    | NO    |  |
|                             | L6     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |        | 1000.20  |       | 502.60 |       | 894.60   |       | 364.20 |       | 682.20   |       | 314.00 |       | 587.80   |       | 279.60 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |        | 4.97     |       | 2.07   |       | 2.30     |       | 2.59   |       | 8.11     |       | 5.70   |       | 7.16     |       | 7.92   |       |  |
| MAX                         |        | 1005.17  |       | 504.67 |       | 896.90   |       | 366.79 |       | 690.31   |       | 319.70 |       | 594.96   |       | 287.52 |       |  |
| MIN                         |        | 995.23   |       | 500.53 |       | 892.30   |       | 361.61 |       | 674.09   |       | 308.30 |       | 580.64   |       | 271.68 |       |  |
| RESULTADO                   |        | 1000.00  |       | 502.67 |       | 895.00   |       | 364.00 |       | 681.67   |       | 316.50 |       | 585.25   |       | 279.33 |       |  |
| ABAJO                       | L1     | 956      | SI    | 435    | NO    | 880      | NO    | 363    | NO    | 679      | NO    | 304    | SI    | 641      | NO    | 284    | SI    |  |
|                             | L2     | 955      | SI    | 436    | SI    | 885      | SI    | 358    | SI    | 670      | NO    | 302    | NO    | 639      | SI    | 283    | SI    |  |
|                             | L3     | 956      | SI    | 438    | SI    | 886      | SI    | 357    | SI    | 676      | SI    | 305    | SI    | 634      | NO    | 281    | SI    |  |
|                             | L4     | 950      | NO    | 440    | NO    | 887      | NO    | 355    | NO    | 674      | SI    | 306    | SI    | 635      | SI    | 279    | SI    |  |
|                             | L5     | 954      | SI    | 437    | SI    | 882      | SI    | 363    | NO    | 675      | SI    | 310    | NO    | 640      | SI    | 274    | NO    |  |
|                             | L6     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |        | 9:47:00  |       |        |       | 10:10:00 |       |        |       | 10:32:00 |       |        |       | 10:52:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |        | 954.20   |       | 437.20 |       | 884.00   |       | 359.20 |       | 674.80   |       | 305.40 |       | 637.80   |       | 280.20 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |        | 2.49     |       | 1.92   |       | 2.92     |       | 3.63   |       | 3.27     |       | 2.97   |       | 3.11     |       | 3.96   |       |  |
| MAX                         |        | 956.69   |       | 439.12 |       | 886.92   |       | 362.83 |       | 678.07   |       | 308.37 |       | 640.91   |       | 284.16 |       |  |
| MIN                         |        | 951.71   |       | 435.28 |       | 881.08   |       | 355.57 |       | 671.53   |       | 302.43 |       | 634.69   |       | 276.24 |       |  |
| RESULTADO                   |        | 955.25   |       | 437.00 |       | 884.33   |       | 357.50 |       | 675.00   |       | 305.00 |       | 638.00   |       | 281.75 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXLIII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #7

| P7                          | MONTALVO |          | 3/5/2022 |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|----------|----------|----------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |          | 51.28%   |          |        |       | 57.51%   |       |        |       | 62.58%   |       |        |       | 67.43%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |          | 0        |          |        |       | 500      |       |        |       | 1000     |       |        |       | 1500     |       |        |       |  |
| SENSOR                      |          | R        | RANGO    | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1       | 913      | SI       | 546    | SI    | 869      | SI    | 485    | SI    | 726      | SI    | 431    | NO    | 598      | SI    | 351    | NO    |  |
|                             | L2       | 914      | SI       | 548    | SI    | 854      | SI    | 487    | SI    | 724      | SI    | 427    | SI    | 601      | SI    | 340    | SI    |  |
|                             | L3       | 916      | NO       | 546    | SI    | 851      | SI    | 486    | SI    | 715      | NO    | 426    | SI    | 605      | NO    | 326    | NO    |  |
|                             | L4       | 910      | SI       | 547    | SI    | 564      | NO    | 463    | NO    | 724      | SI    | 421    | SI    | 587      | NO    | 337    | SI    |  |
|                             | L5       | 905      | NO       | 542    | NO    | 846      | SI    | 461    | NO    | 716      | SI    | 420    | NO    | 589      | SI    | 346    | SI    |  |
|                             | L6       |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7       |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |          | 911.60   |          | 545.80 |       | 796.80   |       | 476.40 |       | 721.00   |       | 425.00 |       | 596.00   |       | 340.00 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |          | 4.28     |          | 2.28   |       | 130.42   |       | 13.18  |       | 5.10     |       | 4.53   |       | 7.75     |       | 9.51   |       |  |
| MAX                         |          | 915.88   |          | 548.08 |       | 927.22   |       | 489.58 |       | 726.10   |       | 429.53 |       | 603.75   |       | 349.51 |       |  |
| MIN                         |          | 907.32   |          | 543.52 |       | 666.38   |       | 463.22 |       | 715.90   |       | 420.47 |       | 588.25   |       | 330.49 |       |  |
| RESULTADO                   |          | 912.33   |          | 546.75 |       | 855.00   |       | 486.00 |       | 722.50   |       | 424.67 |       | 596.00   |       | 341.00 |       |  |
| ABAJO                       | L1       | 924      | SI       | 560    | SI    | 801      | NO    | 481    | SI    | 719      | NO    | 456    | NO    | 578      | NO    | 334    | NO    |  |
|                             | L2       | 934      | NO       | 561    | NO    | 789      | SI    | 473    | NO    | 728      | SI    | 425    | NO    | 574      | SI    | 331    | SI    |  |
|                             | L3       | 921      | SI       | 558    | SI    | 784      | SI    | 482    | SI    | 726      | SI    | 448    | SI    | 576      | SI    | 319    | SI    |  |
|                             | L4       | 915      | SI       | 553    | SI    | 779      | SI    | 479    | SI    | 724      | SI    | 435    | SI    | 567      | NO    | 325    | SI    |  |
|                             | L5       | 917      | SI       | 552    | NO    | 772      | NO    | 486    | NO    | 741      | NO    | 450    | SI    | 569      | SI    | 318    | NO    |  |
|                             | L6       |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7       |          |          |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |          | 11:30:00 |          |        |       | 11:51:00 |       |        |       | 12:12:00 |       |        |       | 12:35:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |          | 922.20   |          | 556.80 |       | 785.00   |       | 478.75 |       | 727.60   |       | 442.80 |       | 572.80   |       | 325.40 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |          | 7.46     |          | 4.09   |       | 10.93    |       | 4.03   |       | 8.20     |       | 12.56  |       | 4.66     |       | 7.09   |       |  |
| MAX                         |          | 929.66   |          | 560.89 |       | 795.93   |       | 482.78 |       | 735.80   |       | 455.36 |       | 577.46   |       | 332.49 |       |  |
| MIN                         |          | 914.74   |          | 552.71 |       | 774.07   |       | 474.72 |       | 719.40   |       | 430.24 |       | 568.14   |       | 318.31 |       |  |
| RESULTADO                   |          | 919.25   |          | 557.00 |       | 784.00   |       | 480.67 |       | 726.00   |       | 444.33 |       | 573.00   |       | 325.00 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXLIV Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #8

| P8                          |    | FÁTIMA   |       | 3/5/2022 |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|----|----------|-------|----------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |    | 52.59%   |       |          |       | 57.64%   |       |        |       | 64.48%   |       |        |       | 72.30%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |    | 0        |       |          |       | 500      |       |        |       | 1000     |       |        |       | 1500     |       |        |       |  |
| SENSOR                      |    | R        | RANGO | C        | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1 | 897      | NO    | 614      | SI    | 802      | NO    | 541    | SI    | 657      | SI    | 458    | SI    | 568      | SI    | 349    | SI    |  |
|                             | L2 | 888      | SI    | 615      | NO    | 799      | SI    | 543    | SI    | 658      | SI    | 457    | SI    | 557      | SI    | 357    | SI    |  |
|                             | L3 | 887      | SI    | 610      | SI    | 789      | NO    | 556    | NO    | 648      | NO    | 462    | NO    | 589      | NO    | 349    | SI    |  |
|                             | L4 | 885      | NO    | 609      | SI    | 798      | SI    | 538    | SI    | 671      | NO    | 458    | SI    | 548      | NO    | 358    | NO    |  |
|                             | L5 | 892      | SI    | 610      | SI    | 792      | SI    | 546    | SI    | 669      | SI    | 457    | SI    | 578      | SI    | 347    | SI    |  |
|                             | L6 |          |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7 |          |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |    | 889.80   |       | 611.60   |       | 796.00   |       | 544.80 |       | 660.60   |       | 458.40 |       | 568.00   |       | 352.00 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 4.76     |       | 2.70     |       | 5.34     |       | 6.91   |       | 9.45     |       | 2.07   |       | 16.29    |       | 5.10   |       |  |
| MAX                         |    | 894.56   |       | 614.30   |       | 801.34   |       | 551.71 |       | 670.05   |       | 460.47 |       | 584.29   |       | 357.10 |       |  |
| MIN                         |    | 885.04   |       | 608.90   |       | 790.66   |       | 537.89 |       | 651.15   |       | 456.33 |       | 551.71   |       | 346.90 |       |  |
| RESULTADO                   |    | 889.00   |       | 610.75   |       | 796.33   |       | 542.00 |       | 661.33   |       | 457.50 |       | 567.67   |       | 350.50 |       |  |
| ABAJO                       | L1 | 910      | SI    | 623      | NO    | 813      | NO    | 534    | SI    | 654      | SI    | 487    | SI    | 597      | NO    | 381    | NO    |  |
|                             | L2 | 912      | NO    | 604      | SI    | 810      | SI    | 535    | SI    | 650      | SI    | 478    | SI    | 578      | NO    | 374    | SI    |  |
|                             | L3 | 901      | NO    | 605      | SI    | 798      | SI    | 536    | NO    | 651      | SI    | 475    | SI    | 589      | SI    | 364    | NO    |  |
|                             | L4 | 905      | SI    | 613      | SI    | 789      | NO    | 531    | SI    | 652      | SI    | 487    | SI    | 586      | SI    | 378    | SI    |  |
|                             | L5 | 903      | SI    | 612      | SI    | 795      | SI    | 530    | NO    | 658      | NO    | 462    | NO    | 583      | SI    | 371    | SI    |  |
|                             | L6 |          |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7 |          |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |    | 14:39:00 |       |          |       | 15:03:00 |       |        |       | 15:30:00 |       |        |       | 15:53:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |    | 906.20   |       | 611.40   |       | 801.00   |       | 533.20 |       | 653.00   |       | 477.80 |       | 586.60   |       | 373.60 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 4.66     |       | 7.64     |       | 10.17    |       | 2.59   |       | 3.16     |       | 10.33  |       | 7.09     |       | 6.58   |       |  |
| MAX                         |    | 910.86   |       | 619.04   |       | 811.17   |       | 535.79 |       | 656.16   |       | 488.13 |       | 593.69   |       | 380.18 |       |  |
| MIN                         |    | 901.54   |       | 603.76   |       | 790.83   |       | 530.61 |       | 649.84   |       | 467.47 |       | 579.51   |       | 367.02 |       |  |
| RESULTADO                   |    | 906.00   |       | 608.50   |       | 801.00   |       | 533.33 |       | 651.75   |       | 481.75 |       | 586.00   |       | 374.33 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXLV Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #9

| P9                          |    | TENIENTE HUGO ORTIZ |       |          |       | 2/5/2022 |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |  |
|-----------------------------|----|---------------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |    | 61.51%              |       |          |       | 68.02%   |       |          |       | 73.71%   |       |          |       | 78.19%   |       |          |       |  |
| AGUA (ml)                   |    | 0                   |       |          |       | 500      |       |          |       | 1000     |       |          |       | 1500     |       |          |       |  |
| SENSOR                      |    | R                   | RANGO | C        | RANGO | R        | RANGO | C        | RANGO | R        | RANGO | C        | RANGO | R        | RANGO | C        | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1 | 833                 | NO    | 659      | NO    | 787      | NO    | 667      | SI    | 723      | SI    | 635      | SI    | 681      | SI    | 587      | NO    |  |
|                             | L2 | 845                 | SI    | 657      | NO    | 749      | SI    | 668      | SI    | 721      | SI    | 634      | SI    | 680      | SI    | 581      | SI    |  |
|                             | L3 | 848                 | SI    | 641      | SI    | 748      | SI    | 659      | SI    | 714      | SI    | 633      | SI    | 681      | SI    | 586      | SI    |  |
|                             | L4 | 850                 | SI    | 639      | SI    | 752      | SI    | 687      | NO    | 746      | NO    | 638      | NO    | 673      | NO    | 580      | SI    |  |
|                             | L5 | 856                 | NO    | 636      | SI    | 759      | SI    | 659      | SI    | 719      | SI    | 630      | NO    | 671      | NO    | 579      | NO    |  |
|                             | L6 |                     |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |  |
|                             | L7 |                     |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |  |
| MEDIA                       |    | 846.40              |       | 646.40   |       | 759.00   |       | 668.00   |       | 724.60   |       | 634.00   |       | 677.20   |       | 582.60   |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 8.50                | ↕     | 10.46    |       | 16.23    |       | 11.45    |       | 12.42    |       | 2.92     | ↕     | 3.86     |       | 3.51     |       |  |
| MAX                         |    | 854.90              |       | 656.86   |       | 775.23   |       | 679.45   |       | 737.02   |       | 636.92   |       | 681.06   |       | 586.11   |       |  |
| MIN                         |    | 837.90              |       | 635.94   |       | 742.77   |       | 656.55   |       | 712.18   |       | 631.08   |       | 673.34   |       | 579.09   |       |  |
| RESULTADO                   |    | ↕ 847.67            |       | ↕ 638.67 |       | ↕ 752.00 |       | ↕ 663.25 |       | ↕ 719.25 |       | ↕ 634.00 |       | ↕ 680.67 |       | ↕ 582.33 |       |  |
| ABAJO                       | L1 | 857                 | NO    | 652      | SI    | 798      | SI    | 654      | NO    | 731      | NO    | 627      | SI    | 678      | NO    | 571      | NO    |  |
|                             | L2 | 854                 | SI    | 658      | NO    | 795      | SI    | 651      | SI    | 732      | SI    | 628      | SI    | 675      | SI    | 578      | SI    |  |
|                             | L3 | 856                 | SI    | 650      | SI    | 794      | SI    | 652      | SI    | 735      | SI    | 630      | SI    | 671      | SI    | 586      | NO    |  |
|                             | L4 | 851                 | SI    | 657      | NO    | 780      | NO    | 650      | SI    | 741      | NO    | 641      | NO    | 662      | NO    | 581      | SI    |  |
|                             | L5 | 850                 | NO    | 648      | NO    | 781      | NO    | 649      | NO    | 736      | SI    | 637      | SI    | 668      | SI    | 574      | SI    |  |
|                             | L6 |                     |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |  |
|                             | L7 |                     |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |          |       |  |
| HORA                        |    | 10:36:00            |       |          |       | 11:00:00 |       |          |       | 11:27:00 |       |          |       | 11:54:00 |       |          |       |  |
| MEDIA                       |    | 853.60              |       | 653.00   |       | ↕ 789.60 |       | 651.20   |       | ↕ 735.00 |       | 632.60   |       | ↕ 670.80 |       | 578.00   |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 3.05                | ↕     | 3.86     |       | ↕ 8.44   |       | 1.92     |       | ↕ 3.94   |       | 6.11     | ↕     | 6.22     |       | 5.87     |       |  |
| MAX                         |    | 856.65              |       | 656.86   |       | 798.04   |       | 653.12   |       | 738.94   |       | 638.71   |       | 677.02   |       | 583.87   |       |  |
| MIN                         |    | 850.55              |       | 649.14   |       | 781.16   |       | 649.28   |       | 731.06   |       | 626.49   |       | 664.58   |       | 572.13   |       |  |
| RESULTADO                   |    | ↕ 853.67            |       | ↕ 651.00 |       | ↕ 795.67 |       | ↕ 651.00 |       | ↕ 734.33 |       | ↕ 630.50 |       | ↕ 671.33 |       | ↕ 577.67 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXLVI Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #10

| P10                         |    | SARAYACU |       | 3/5/2022 |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|----|----------|-------|----------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |    | 43.26%   |       |          |       | 48.16%   |       |        |       | 54.21%   |       |        |       | 60.99%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |    | 0        |       |          |       | 500      |       |        |       | 1000     |       |        |       | 1500     |       |        |       |  |
| SENSOR                      |    | R        | RANGO | C        | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1 | 960      | SI    | 564      | NO    | 871      | NO    | 426    | SI    | 785      | NO    | 357    | SI    | 650      | SI    | 311    | SI    |  |
|                             | L2 | 957      | SI    | 561      | SI    | 865      | SI    | 418    | SI    | 741      | NO    | 358    | SI    | 674      | NO    | 315    | NO    |  |
|                             | L3 | 960      | SI    | 542      | SI    | 863      | SI    | 437    | NO    | 755      | SI    | 351    | NO    | 654      | SI    | 309    | SI    |  |
|                             | L4 | 961      | SI    | 540      | SI    | 865      | SI    | 419    | SI    | 768      | SI    | 360    | NO    | 612      | NO    | 305    | NO    |  |
|                             | L5 | 942      | NO    | 538      | SI    | 860      | NO    | 418    | SI    | 769      | SI    | 354    | SI    | 634      | SI    | 314    | SI    |  |
|                             | L6 |          |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7 |          |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |    | 956.00   |       | 549.00   |       | 864.80   |       | 423.60 |       | 763.60   |       | 356.00 |       | 644.80   |       | 310.80 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 7.97     |       | 12.45    |       | 4.02     |       | 8.20   |       | 16.52    |       | 3.54   |       | 23.22    |       | 4.02   |       |  |
| MAX                         |    | 963.97   |       | 561.45   |       | 868.82   |       | 431.80 |       | 780.12   |       | 359.54 |       | 668.02   |       | 314.82 |       |  |
| MIN                         |    | 948.03   |       | 536.55   |       | 860.78   |       | 415.40 |       | 747.08   |       | 352.46 |       | 621.58   |       | 306.78 |       |  |
| RESULTADO                   |    | 959.50   |       | 545.25   |       | 864.33   |       | 420.25 |       | 764.00   |       | 356.33 |       | 646.00   |       | 311.33 |       |  |
| ABAJO                       | L1 | 942      | NO    | 541      | NO    | 857      | NO    | 418    | SI    | 730      | SI    | 345    | SI    | 641      | SI    | 298    | SI    |  |
|                             | L2 | 923      | SI    | 552      | SI    | 842      | SI    | 417    | SI    | 752      | NO    | 348    | NO    | 648      | NO    | 287    | NO    |  |
|                             | L3 | 922      | SI    | 549      | SI    | 840      | SI    | 430    | NO    | 731      | SI    | 341    | SI    | 618      | NO    | 301    | SI    |  |
|                             | L4 | 921      | SI    | 543      | SI    | 839      | SI    | 408    | SI    | 752      | NO    | 339    | SI    | 624      | SI    | 308    | NO    |  |
|                             | L5 | 928      | SI    | 555      | NO    | 858      | NO    | 410    | SI    | 732      | SI    | 338    | SI    | 635      | SI    | 296    | SI    |  |
|                             | L6 |          |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7 |          |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |    | 10:19:00 |       |          |       | 10:45:00 |       |        |       | 11:07:00 |       |        |       | 12:07:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |    | 927.20   |       | 548.00   |       | 847.20   |       | 416.60 |       | 739.40   |       | 342.20 |       | 633.20   |       | 298.00 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 8.70     |       | 5.92     |       | 9.47     |       | 8.65   |       | 11.52    |       | 4.21   |       | 12.24    |       | 7.65   |       |  |
| MAX                         |    | 935.90   |       | 553.92   |       | 856.67   |       | 425.25 |       | 750.92   |       | 346.41 |       | 645.44   |       | 305.65 |       |  |
| MIN                         |    | 918.50   |       | 542.08   |       | 837.73   |       | 407.95 |       | 727.88   |       | 337.99 |       | 620.96   |       | 290.35 |       |  |
| RESULTADO                   |    | 923.50   |       | 548.00   |       | 840.33   |       | 413.25 |       | 731.00   |       | 340.75 |       | 633.33   |       | 298.33 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez



Tabla CXLVII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #11

| P11                         | EL TRIUNFO | 3/5/2022 |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|------------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |            | 26.46%   |       |        |       | 33.76%   |       |        |       | 38.85%   |       |        |       | 45.78%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |            | 0        |       |        |       | 250      |       |        |       | 500      |       |        |       | 750      |       |        |       |  |
| SENSOR                      |            | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1         | 1010     | NO    | 542    | SI    | 985      | NO    | 551    | NO    | 975      | SI    | 521    | SI    | 841      | NO    | 487    | NO    |  |
|                             | L2         | 1008     | SI    | 531    | NO    | 974      | SI    | 554    | SI    | 971      | NO    | 512    | NO    | 847      | SI    | 501    | SI    |  |
|                             | L3         | 1007     | SI    | 548    | NO    | 976      | SI    | 556    | SI    | 973      | SI    | 542    | SI    | 843      | SI    | 498    | SI    |  |
|                             | L4         | 1005     | NO    | 543    | SI    | 972      | SI    | 558    | SI    | 976      | NO    | 535    | SI    | 852      | NO    | 496    | SI    |  |
|                             | L5         | 1009     | SI    | 539    | SI    | 973      | SI    | 560    | NO    | 972      | SI    | 562    | NO    | 849      | SI    | 497    | SI    |  |
|                             | L6         |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7         |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |            | 1007.80  |       | 540.60 |       | 976.00   |       | 555.80 |       | 973.40   |       | 534.40 |       | 846.40   |       | 495.80 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |            | 1.92     |       | 6.27   |       | 5.24     |       | 3.49   |       | 2.07     |       | 19.37  |       | 4.45     |       | 5.26   |       |  |
| MAX                         |            | 1009.72  |       | 546.87 |       | 981.24   |       | 559.29 |       | 975.47   |       | 553.77 |       | 850.85   |       | 501.06 |       |  |
| MIN                         |            | 1005.88  |       | 534.33 |       | 970.76   |       | 552.31 |       | 971.33   |       | 515.03 |       | 841.95   |       | 490.54 |       |  |
| RESULTADO                   |            | 1008.00  |       | 541.33 |       | 973.75   |       | 556.00 |       | 973.33   |       | 532.67 |       | 846.33   |       | 498.00 |       |  |
| ABAJO                       | L1         | 1011     | NO    | 589    | NO    | 976      | NO    | 563    | NO    | 958      | SI    | 489    | NO    | 842      | SI    | 467    | NO    |  |
|                             | L2         | 1018     | SI    | 587    | SI    | 975      | SI    | 580    | NO    | 957      | SI    | 496    | SI    | 843      | NO    | 462    | SI    |  |
|                             | L3         | 1020     | SI    | 584    | SI    | 968      | SI    | 568    | SI    | 956      | SI    | 497    | SI    | 836      | SI    | 427    | SI    |  |
|                             | L4         | 1014     | SI    | 575    | SI    | 962      | SI    | 573    | SI    | 948      | NO    | 497    | SI    | 834      | SI    | 429    | SI    |  |
|                             | L5         | 1019     | SI    | 573    | NO    | 957      | NO    | 579    | SI    | 949      | SI    | 493    | SI    | 830      | NO    | 437    | SI    |  |
|                             | L6         |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7         |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |            | 12:50:00 |       |        |       | 13:12:00 |       |        |       | 13:36:00 |       |        |       | 13:59:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |            | 1016.40  |       | 581.60 |       | 967.60   |       | 572.60 |       | 953.60   |       | 494.40 |       | 837.00   |       | 444.40 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |            | 3.78     |       | 7.20   |       | 8.20     |       | 7.23   |       | 4.72     |       | 3.44   |       | 5.48     |       | 18.81  |       |  |
| MAX                         |            | 1020.18  |       | 588.80 |       | 975.80   |       | 579.83 |       | 958.32   |       | 497.84 |       | 842.48   |       | 463.21 |       |  |
| MIN                         |            | 1012.62  |       | 574.40 |       | 959.40   |       | 565.37 |       | 948.88   |       | 490.96 |       | 831.52   |       | 425.59 |       |  |
| RESULTADO                   |            | 1017.75  |       | 582.00 |       | 968.33   |       | 573.33 |       | 955.00   |       | 495.75 |       | 837.33   |       | 438.75 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXLVIII Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #12

| P12                         |    | SIMÓN BOLIVAR |       | 3/5/2022 |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|----|---------------|-------|----------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |    | 22.99%        |       |          |       | 28.68%   |       |        |       | 34.95%   |       |        |       | 41.23%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |    | 0             |       |          |       | 250      |       |        |       | 500      |       |        |       | 750      |       |        |       |  |
| SENSOR                      |    | R             | RANGO | C        | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1 | 1001          | SI    | 687      | SI    | 978      | NO    | 621    | SI    | 852      | SI    | 620    | SI    | 825      | NO    | 519    | NO    |  |
|                             | L2 | 1000          | SI    | 689      | NO    | 965      | SI    | 630    | NO    | 856      | NO    | 624    | SI    | 861      | NO    | 511    | SI    |  |
|                             | L3 | 998           | NO    | 674      | SI    | 962      | SI    | 625    | SI    | 843      | SI    | 627    | SI    | 856      | SI    | 518    | SI    |  |
|                             | L4 | 1003          | SI    | 672      | NO    | 961      | SI    | 618    | SI    | 852      | SI    | 630    | SI    | 842      | SI    | 513    | SI    |  |
|                             | L5 | 1004          | NO    | 680      | SI    | 963      | SI    | 619    | SI    | 841      | NO    | 319    | NO    | 831      | SI    | 507    | NO    |  |
|                             | L6 |               |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7 |               |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |    | 1001.20       |       | 680.40   |       | 965.80   |       | 622.60 |       | 848.80   |       | 564.00 |       | 843.00   |       | 513.60 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 2.39          |       | 7.57     |       | 6.98     |       | 4.93   |       | 6.46     |       | 137.01 |       | 15.51    |       | 4.98   |       |  |
| MAX                         |    | 1003.59       |       | 687.97   |       | 972.78   |       | 627.53 |       | 855.26   |       | 701.01 |       | 858.51   |       | 518.58 |       |  |
| MIN                         |    | 998.81        |       | 672.83   |       | 958.82   |       | 617.67 |       | 842.34   |       | 426.99 |       | 827.49   |       | 508.62 |       |  |
| RESULTADO                   |    | 1001.33       |       | 680.33   |       | 962.75   |       | 620.75 |       | 849.00   |       | 625.25 |       | 843.00   |       | 514.00 |       |  |
| ABAJO                       | L1 | 1004          | SI    | 701      | NO    | 964      | NO    | 642    | NO    | 826      | NO    | 637    | NO    | 816      | NO    | 510    | SI    |  |
|                             | L2 | 1006          | SI    | 702      | SI    | 961      | SI    | 635    | SI    | 836      | SI    | 632    | SI    | 814      | SI    | 514    | NO    |  |
|                             | L3 | 1010          | SI    | 703      | SI    | 958      | SI    | 637    | SI    | 834      | SI    | 628    | SI    | 810      | SI    | 509    | SI    |  |
|                             | L4 | 1015          | NO    | 704      | NO    | 953      | NO    | 633    | SI    | 837      | SI    | 630    | SI    | 805      | NO    | 501    | NO    |  |
|                             | L5 | 999           | NO    | 703      | SI    | 961      | SI    | 632    | SI    | 840      | NO    | 627    | SI    | 806      | SI    | 503    | SI    |  |
|                             | L6 |               |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7 |               |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |    | 10:39:00      |       |          |       | 11:02:00 |       |        |       | 11:23:00 |       |        |       | 11:45:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |    | 1006.80       |       | 702.60   |       | 959.40   |       | 635.80 |       | 834.60   |       | 630.80 |       | 810.20   |       | 507.40 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 6.06          |       | 1.14     |       | 4.16     |       | 3.96   |       | 5.27     |       | 3.96   |       | 4.82     |       | 5.32   |       |  |
| MAX                         |    | 1012.86       |       | 703.74   |       | 963.56   |       | 639.76 |       | 839.87   |       | 634.76 |       | 815.02   |       | 512.72 |       |  |
| MIN                         |    | 1000.74       |       | 701.46   |       | 955.24   |       | 631.84 |       | 829.33   |       | 626.84 |       | 805.38   |       | 502.08 |       |  |
| RESULTADO                   |    | 1006.67       |       | 702.67   |       | 960.00   |       | 634.25 |       | 835.67   |       | 629.25 |       | 810.00   |       | 507.33 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CXLIX Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #13

| P13                         |    | RÍO CORRIENTES |       | 2/5/2022 |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|----|----------------|-------|----------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |    | 50.26%         |       |          |       | 58.27%   |       |        |       | 67.58%   |       |        |       | 75.40%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |    | 0              |       |          |       | 250      |       |        |       | 500      |       |        |       | 750      |       |        |       |  |
| SENSOR                      |    | R              | RANGO | C        | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1 | 920            | NO    | 456      | NO    | 876      | NO    | 387    | SI    | 772      | NO    | 348    | NO    | 788      | NO    | 295    | SI    |  |
|                             | L2 | 918            | SI    | 416      | SI    | 859      | SI    | 381    | SI    | 777      | SI    | 298    | SI    | 750      | SI    | 318    | NO    |  |
|                             | L3 | 916            | SI    | 419      | SI    | 861      | SI    | 351    | SI    | 778      | SI    | 294    | SI    | 746      | SI    | 300    | SI    |  |
|                             | L4 | 910            | NO    | 389      | NO    | 847      | NO    | 337    | NO    | 781      | NO    | 284    | SI    | 731      | SI    | 298    | SI    |  |
|                             | L5 | 914            | SI    | 387      | NO    | 864      | SI    | 336    | NO    | 776      | SI    | 341    | SI    | 723      | SI    | 297    | SI    |  |
|                             | L6 |                |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7 |                |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |    | 915.60         | ↕     | 420.00   |       | 861.40   | ↕     | 364.00 |       | 777.00   |       | 313.00 |       | 747.60   |       | 301.60 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | 3.85           | ↕     | 27.53    |       | 10.41    | ↕     | 23.92  |       | 3.74     |       | 29.31  |       | 25.11    |       | 9.34   |       |  |
| MAX                         |    | 919.45         |       | 447.53   |       | 871.81   |       | 387.92 |       | 780.74   |       | 342.31 |       | 772.71   |       | 310.94 |       |  |
| MIN                         |    | 911.75         |       | 392.47   |       | 850.99   |       | 340.08 |       | 773.26   |       | 283.69 |       | 722.49   |       | 292.26 |       |  |
| RESULTADO                   |    | 913.33         | ↕     | 417.50   | ↕     | 855.50   | ↕     | 373.00 | ↕     | 777.50   | ↕     | 304.25 | ↕     | 753.75   | ↕     | 305.33 | ↕     |  |
| ABAJO                       | L1 | 894            | SI    | 475      | SI    | 854      | SI    | 333    | SI    | 780      | NO    | 312    | SI    | 798      | NO    | 305    | NO    |  |
|                             | L2 | 897            | NO    | 378      | NO    | 851      | SI    | 332    | SI    | 778      | SI    | 313    | SI    | 789      | SI    | 294    | SI    |  |
|                             | L3 | 891            | SI    | 462      | SI    | 853      | SI    | 329    | SI    | 764      | SI    | 314    | SI    | 784      | NO    | 301    | SI    |  |
|                             | L4 | 885            | NO    | 431      | SI    | 841      | NO    | 299    | SI    | 765      | SI    | 310    | NO    | 786      | SI    | 289    | NO    |  |
|                             | L5 | 887            | SI    | 361      | NO    | 849      | SI    | 291    | NO    | 769      | SI    | 319    | NO    | 791      | SI    | 297    | SI    |  |
|                             | L6 |                |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7 |                |       |          |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |    | 12:47:00       |       |          |       | 13:09:00 |       |        |       | 13:31:00 |       |        |       | 14:15:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |    | ↕ 891.75       | ↕     | 436.50   | ↕     | 849.60   |       | 316.80 |       | 771.20   |       | 313.60 |       | 789.60   |       | 297.20 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |    | ↕ 5.12         | ↕     | 43.15    | ↕     | 5.18     |       | 20.15  |       | 7.40     |       | 3.36   |       | 5.41     |       | 6.18   |       |  |
| MAX                         |    | 896.87         |       | 479.65   |       | 854.78   |       | 336.95 |       | 778.60   |       | 316.96 |       | 795.01   |       | 303.38 |       |  |
| MIN                         |    | 886.63         |       | 393.35   |       | 844.42   |       | 296.65 |       | 763.80   |       | 310.24 |       | 784.19   |       | 291.02 |       |  |
| RESULTADO                   |    | 890.67         | ↕     | 456.00   | ↕     | 851.75   | ↕     | 323.25 | ↕     | 769.00   | ↕     | 313.00 | ↕     | 788.67   | ↕     | 297.33 | ↕     |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CL Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #14

| P14                         | RÍO TIGRE | 3/5/2022 |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|-----------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |           | 54.87%   |       |        |       | 60.18%   |       |        |       | 69.29%   |       |        |       | 76.92%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |           | 500      |       |        |       | 1000     |       |        |       | 1500     |       |        |       | 2000     |       |        |       |  |
| SENSOR                      |           | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1        | 901      | SI    | 427    | SI    | 816      | SI    | 357    | SI    | 758      | SI    | 345    | SI    | 678      | NO    | 249    | NO    |  |
|                             | L2        | 889      | NO    | 428    | SI    | 812      | SI    | 359    | SI    | 754      | NO    | 316    | NO    | 674      | SI    | 274    | SI    |  |
|                             | L3        | 897      | SI    | 425    | SI    | 817      | NO    | 364    | NO    | 759      | SI    | 335    | SI    | 675      | SI    | 284    | NO    |  |
|                             | L4        | 895      | SI    | 421    | NO    | 809      | SI    | 361    | SI    | 768      | NO    | 348    | NO    | 673      | SI    | 259    | SI    |  |
|                             | L5        | 902      | SI    | 430    | NO    | 806      | NO    | 353    | NO    | 763      | SI    | 326    | SI    | 669      | NO    | 276    | SI    |  |
|                             | L6        |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7        |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |           | 896.80   |       | 426.20 |       | 812.00   |       | 358.80 |       | 760.40   |       | 334.00 |       | 673.80   |       | 268.40 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |           | 5.22     |       | 3.42   |       | 4.64     |       | 4.15   |       | 5.32     |       | 13.29  |       | 3.27     |       | 14.12  |       |  |
| MAX                         |           | 902.02   |       | 429.62 |       | 816.64   |       | 362.95 |       | 765.72   |       | 347.29 |       | 677.07   |       | 282.52 |       |  |
| MIN                         |           | 891.58   |       | 422.78 |       | 807.36   |       | 354.65 |       | 755.08   |       | 320.71 |       | 670.53   |       | 254.28 |       |  |
| RESULTADO                   |           | 898.75   |       | 426.67 |       | 812.33   |       | 359.00 |       | 760.00   |       | 335.33 |       | 674.00   |       | 269.67 |       |  |
| ABAJO                       | L1        | 897      | SI    | 410    | NO    | 803      | SI    | 348    | SI    | 752      | NO    | 323    | SI    | 668      | SI    | 278    | SI    |  |
|                             | L2        | 894      | SI    | 416    | SI    | 801      | SI    | 346    | SI    | 746      | SI    | 324    | NO    | 679      | NO    | 289    | NO    |  |
|                             | L3        | 878      | NO    | 418    | NO    | 800      | SI    | 341    | SI    | 741      | NO    | 315    | NO    | 652      | NO    | 274    | SI    |  |
|                             | L4        | 889      | SI    | 415    | SI    | 803      | SI    | 339    | NO    | 750      | SI    | 316    | SI    | 661      | SI    | 264    | NO    |  |
|                             | L5        | 896      | SI    | 411    | SI    | 795      | NO    | 347    | SI    | 743      | SI    | 318    | SI    | 658      | SI    | 267    | SI    |  |
|                             | L6        |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7        |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |           | 13:04:00 |       |        |       | 13:24:00 |       |        |       | 13:50:00 |       |        |       | 14:11:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |           | 890.80   |       | 414.00 |       | 800.40   |       | 344.20 |       | 746.40   |       | 319.20 |       | 663.60   |       | 274.40 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |           | 7.79     |       | 3.39   |       | 3.29     |       | 3.96   |       | 4.62     |       | 4.09   |       | 10.36    |       | 9.86   |       |  |
| MAX                         |           | 898.59   |       | 417.39 |       | 803.69   |       | 348.16 |       | 751.02   |       | 323.29 |       | 673.96   |       | 284.26 |       |  |
| MIN                         |           | 883.01   |       | 410.61 |       | 797.11   |       | 340.24 |       | 741.78   |       | 315.11 |       | 653.24   |       | 264.54 |       |  |
| RESULTADO                   |           | 894.00   |       | 414.00 |       | 801.75   |       | 345.50 |       | 746.33   |       | 319.00 |       | 662.33   |       | 273.00 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

Tabla CLI Humedad Promedio Proctor Modificado Tipo B Sensor Resistivo y Capacitivo – Pozo #15

| P15                         | PUYO 2 | 2/5/2022 |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|-----------------------------|--------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--|
| Cont. Humedad promedio (w%) |        | 22.39%   |       |        |       | 27.76%   |       |        |       | 33.50%   |       |        |       | 36.35%   |       |        |       |  |
| AGUA (ml)                   |        | 0        |       |        |       | 500      |       |        |       | 1000     |       |        |       | 1500     |       |        |       |  |
| SENSOR                      |        | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO | R        | RANGO | C      | RANGO |  |
| ARRIBA                      | L1     | 1020     | NO    | 536    | NO    | 921      | NO    | 420    | NO    | 663      | NO    | 345    | NO    | 584      | SI    | 284    | NO    |  |
|                             | L2     | 1019     | SI    | 534    | SI    | 918      | SI    | 441    | NO    | 662      | SI    | 342    | SI    | 576      | SI    | 274    | NO    |  |
|                             | L3     | 1018     | SI    | 533    | SI    | 916      | SI    | 426    | SI    | 661      | SI    | 340    | SI    | 566      | NO    | 278    | SI    |  |
|                             | L4     | 1016     | NO    | 530    | NO    | 912      | NO    | 431    | SI    | 660      | NO    | 339    | NO    | 586      | SI    | 276    | SI    |  |
|                             | L5     | 1017     | SI    | 531    | SI    | 914      | SI    | 429    | SI    | 658      | NO    | 341    | SI    | 580      | SI    | 277    | SI    |  |
|                             | L6     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| MEDIA                       |        | 1018.25  |       | 533.25 |       | 916.20   |       | 429.50 |       | 661.50   |       | 341.40 |       | 578.00   |       | 277.80 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |        | 1.71     |       | 2.50   |       | 3.49     |       | 8.89   |       | 1.29     |       | 2.30   |       | 9.09     |       | 3.77   |       |  |
| MAX                         |        | 1019.96  |       | 535.75 |       | 919.69   |       | 438.39 |       | 662.79   |       | 343.70 |       | 587.09   |       | 281.57 |       |  |
| MIN                         |        | 1016.54  |       | 530.75 |       | 912.71   |       | 420.61 |       | 660.21   |       | 339.10 |       | 568.91   |       | 274.03 |       |  |
| RESULTADO                   |        | 1018.00  |       | 532.67 |       | 916.00   |       | 428.67 |       | 661.50   |       | 341.00 |       | 581.50   |       | 277.00 |       |  |
| ABAJO                       | L1     | 1005     | SI    | 518    | SI    | 906      | SI    | 390    | NO    | 631      | NO    | 312    | NO    | 532      | NO    | 243    | SI    |  |
|                             | L2     | 1006     | NO    | 516    | SI    | 905      | SI    | 395    | SI    | 621      | NO    | 310    | SI    | 524      | SI    | 246    | NO    |  |
|                             | L3     | 1002     | SI    | 512    | NO    | 904      | SI    | 396    | SI    | 625      | SI    | 309    | SI    | 519      | SI    | 243    | SI    |  |
|                             | L4     | 1001     | NO    | 519    | NO    | 903      | SI    | 397    | SI    | 624      | SI    | 305    | NO    | 518      | SI    | 241    | NO    |  |
|                             | L5     | 1002     | SI    | 514    | SI    | 899      | NO    | 398    | NO    | 627      | SI    | 307    | SI    | 523      | SI    | 240    | NO    |  |
|                             | L6     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
|                             | L7     |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |          |       |        |       |  |
| HORA                        |        | 10:24:00 |       |        |       | 10:52:00 |       |        |       | 11:21:00 |       |        |       | 11:46:00 |       |        |       |  |
| MEDIA                       |        | 1003.50  |       | 515.80 |       | 903.40   |       | 394.50 |       | 625.60   |       | 308.60 |       | 523.20   |       | 243.25 |       |  |
| DESVIACIÓN                  |        | 2.38     |       | 2.86   |       | 2.70     |       | 3.11   |       | 3.71     |       | 2.70   |       | 5.54     |       | 2.06   |       |  |
| MAX                         |        | 1005.88  |       | 518.66 |       | 906.10   |       | 397.61 |       | 629.31   |       | 311.30 |       | 528.74   |       | 245.31 |       |  |
| MIN                         |        | 1001.12  |       | 512.94 |       | 900.70   |       | 391.39 |       | 621.89   |       | 305.90 |       | 517.66   |       | 241.19 |       |  |
| RESULTADO                   |        | 1003.00  |       | 516.00 |       | 904.50   |       | 396.00 |       | 625.33   |       | 308.67 |       | 521.00   |       | 243.00 |       |  |

Realizado: R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLII** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #01

P1 Canelos

| Sensor Resistivo       |         |         |         |         |        |        |        |        |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1       |         | 2       |         | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 1017.33 | 1018.00 | 1008.75 | 1002.67 | 792.00 | 763.33 | 714.00 | 722.67 |
| Cont. Humedad promedio | 1017.67 |         | 1005.71 |         | 777.67 |        | 718.33 |        |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 451.50 | 528.00 | 479.50 | 459.00 | 410.00 | 389.00 | 320.00 | 331.00 |
| Cont. Humedad promedio | 489.75 |        | 469.25 |        | 399.50 |        | 325.50 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLIII** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #02

P2 Diez de Agosto

| Sensor Resistivo       |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 908.50 | 891.25 | 879.33 | 856.00 | 792.00 | 780.75 | 810.33 | 804.33 |
| Cont. Humedad promedio | 899.88 |        | 867.67 |        | 786.38 |        | 807.33 |        |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 408.67 | 368.33 | 324.33 | 339.50 | 300.00 | 321.33 | 299.50 | 306.50 |
| Cont. Humedad promedio | 388.50 |        | 331.92 |        | 310.67 |        | 303.00 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLIV** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #03

P3 Vera Cruz

| Sensor Resistivo       |         |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1       |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 1007.75 | 997.33 | 966.33 | 954.00 | 895.00 | 866.67 | 798.33 | 798.00 |
| Cont. Humedad promedio | 1002.54 |        | 960.17 |        | 880.83 |        | 798.17 |        |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 526.33 | 514.75 | 469.67 | 453.67 | 318.00 | 311.00 | 302.00 | 300.00 |
| Cont. Humedad promedio | 520.54 |        | 461.67 |        | 314.50 |        | 301.00 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLV** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #04

P4 Tarqui

| Sensor Resistivo       |         |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1       |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 1004.33 | 997.50 | 975.67 | 965.25 | 839.00 | 825.00 | 476.67 | 454.33 |
| Cont. Humedad promedio | 1000.92 |        | 970.46 |        | 832.00 |        | 465.50 |        |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 485.50 | 476.33 | 478.00 | 459.00 | 466.33 | 444.00 | 260.00 | 256.75 |
| Cont. Humedad promedio | 480.92 |        | 468.50 |        | 455.17 |        | 258.38 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLVI** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #05

P5 Puyo

| Sensor Resistivo       |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 855.00 | 949.25 | 808.25 | 779.00 | 728.67 | 731.75 | 698.67 | 689.50 |
| Cont. Humedad promedio | 902.13 |        | 793.63 |        | 730.21 |        | 694.08 |        |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 376.67 | 473.75 | 357.33 | 342.00 | 337.67 | 320.33 | 313.50 | 303.00 |
| Cont. Humedad promedio | 425.21 |        | 349.67 |        | 329.00 |        | 308.25 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLVII** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #06

P6 Pomona

| Sensor Resistivo       |         |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1       |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 1000.00 | 955.25 | 895.00 | 884.33 | 681.67 | 675.00 | 585.25 | 638.00 |
| Cont. Humedad promedio | 977.63  |        | 889.67 |        | 678.33 |        | 611.63 |        |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad          | 502.67 | 437.00 | 364.00 | 357.50 | 316.50 | 305.00 | 279.33 | 281.75 |
| Cont. Humedad promedio | 469.83 |        | 360.75 |        | 310.75 |        | 280.54 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLVIII** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #07

|                         |                 |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>P7</b>               | <b>Montalvo</b> |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Sensor Resistivo</b> |                 |        |        |        |        |        |        |        |
| Ensayo Número           | 1               |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad           | 912.33          | 919.25 | 855.00 | 784.00 | 722.50 | 726.00 | 596.00 | 573.00 |
| Cont. Humedad promedio  | 915.79          |        | 819.50 |        | 724.25 |        | 584.50 |        |

|                          |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Sensor Capacitivo</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Ensayo Número            | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad            | 546.75 | 557.00 | 486.00 | 480.67 | 424.67 | 444.33 | 341.00 | 325.00 |
| Cont. Humedad promedio   | 551.88 |        | 483.33 |        | 434.50 |        | 333.00 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLIX** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #08

|                         |               |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>P8</b>               | <b>Fátima</b> |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Sensor Resistivo</b> |               |        |        |        |        |        |        |        |
| Ensayo Número           | 1             |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad           | 889.00        | 906.00 | 796.33 | 801.00 | 661.33 | 651.75 | 567.67 | 586.00 |
| Cont. Humedad promedio  | 897.50        |        | 798.67 |        | 656.54 |        | 576.83 |        |

|                          |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Sensor Capacitivo</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Ensayo Número            | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad            | 610.75 | 608.50 | 542.00 | 533.33 | 457.50 | 481.75 | 350.50 | 374.33 |
| Cont. Humedad promedio   | 609.63 |        | 537.67 |        | 469.63 |        | 362.42 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLX** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #09

|                         |                            |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>P9</b>               | <b>Teniente Hugo Ortíz</b> |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Sensor Resistivo</b> |                            |        |        |        |        |        |        |        |
| Ensayo Número           | 1                          |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad           | 847.67                     | 853.67 | 752.00 | 795.67 | 719.25 | 734.33 | 680.67 | 671.33 |
| Cont. Humedad promedio  | 850.67                     |        | 773.83 |        | 726.79 |        | 676.00 |        |

|                          |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Sensor Capacitivo</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Ensayo Número            | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |
| Cont. Humedad            | 638.67 | 651.00 | 663.25 | 651.00 | 634.00 | 630.50 | 582.33 | 577.67 |
| Cont. Humedad promedio   | 644.83 |        | 657.13 |        | 632.25 |        | 580.00 |        |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez



**Tabla CLXI** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #10

| P10 Sarayacu           |        | Sensor Resistivo |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1      |                  | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 959.50 | 923.50           | 864.33 | 840.33 | 764.00 | 731.00 | 646.00 | 633.33 |  |
| Cont. Humedad promedio | 941.50 |                  | 852.33 |        | 747.50 |        | 639.67 |        |  |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 545.25 | 548.00 | 420.25 | 413.25 | 356.33 | 340.75 | 311.33 | 298.33 |  |
| Cont. Humedad promedio | 546.63 |        | 416.75 |        | 348.54 |        | 304.83 |        |  |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLXII** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #11

| P11 El Triunfo         |         | Sensor Resistivo |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|---------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1       |                  | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 1008.00 | 1017.75          | 973.75 | 968.33 | 973.33 | 955.00 | 846.33 | 837.33 |  |
| Cont. Humedad promedio | 1012.88 |                  | 971.04 |        | 964.17 |        | 841.83 |        |  |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 541.33 | 582.00 | 556.00 | 573.33 | 532.67 | 495.75 | 498.00 | 438.75 |  |
| Cont. Humedad promedio | 561.67 |        | 564.67 |        | 514.21 |        | 468.38 |        |  |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLXIII** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #12

| P12 Simón Bolívar      |         | Sensor Resistivo |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|---------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1       |                  | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 1001.33 | 1006.67          | 962.75 | 960.00 | 849.00 | 835.67 | 843.00 | 810.00 |  |
| Cont. Humedad promedio | 1004.00 |                  | 961.38 |        | 842.33 |        | 826.50 |        |  |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 680.33 | 702.67 | 620.75 | 634.25 | 625.25 | 629.25 | 514.00 | 507.33 |  |
| Cont. Humedad promedio | 691.50 |        | 627.50 |        | 627.25 |        | 510.67 |        |  |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLXIV** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #13

| P13                    |        | Río Corrientes |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Sensor Resistivo       |        |                |        |        |        |        |        |        |  |
| Ensayo Número          | 1      |                | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 913.33 | 890.67         | 855.50 | 851.75 | 777.50 | 769.00 | 753.75 | 788.67 |  |
| Cont. Humedad promedio | 902.00 |                | 853.63 |        | 773.25 |        | 771.21 |        |  |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 417.50 | 456.00 | 373.00 | 323.25 | 304.25 | 313.00 | 305.33 | 297.33 |  |
| Cont. Humedad promedio | 436.75 |        | 348.13 |        | 308.63 |        | 301.33 |        |  |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLXV** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #14

| P14                    |        | Río Tigres |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Sensor Resistivo       |        |            |        |        |        |        |        |        |  |
| Ensayo Número          | 1      |            | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 898.75 | 894.00     | 812.33 | 801.75 | 760.00 | 746.33 | 674.00 | 662.33 |  |
| Cont. Humedad promedio | 896.38 |            | 807.04 |        | 753.17 |        | 668.17 |        |  |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 426.67 | 414.00 | 359.00 | 345.50 | 335.33 | 319.00 | 269.67 | 273.00 |  |
| Cont. Humedad promedio | 420.33 |        | 352.25 |        | 327.17 |        | 271.33 |        |  |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez

**Tabla CLXVI** Humedad Promedio Sensor Resistivo y Capacitivo (Resumen) Pozo #15

| P15                    |         | Puyo 2  |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Sensor Resistivo       |         |         |        |        |        |        |        |        |  |
| Ensayo Número          | 1       |         | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 1018.00 | 1003.00 | 916.00 | 904.50 | 661.50 | 625.33 | 581.50 | 521.00 |  |
| Cont. Humedad promedio | 1010.50 |         | 910.25 |        | 643.42 |        | 551.25 |        |  |

| Sensor Capacitivo      |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Ensayo Número          | 1      |        | 2      |        | 3      |        | 4      |        |  |
| Cont. Humedad          | 532.67 | 516.00 | 428.67 | 396.00 | 341.00 | 308.67 | 277.00 | 243.00 |  |
| Cont. Humedad promedio | 524.33 |        | 412.33 |        | 324.83 |        | 260.00 |        |  |

**Realizado:** R. D. Villacrés Chérrez