UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

# FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

## ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS**

# ESTUDIO GEOFÍSICOS MEDIANTE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES CON FINES DE USO POBLACIONAL EN SECTORES DEL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, LAMBAYEQUE.2018

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**


**Autores:**

Bach. Alarcón Carrasco Deivis Carlos

Bach. Moreno Paredes Armando José

**Asesor:**

Mg. Patazca Rojas Pedro Ramón


**Línea de Investigación:**

Ingeniería de Procesos

Ingeniería Geotécnica

**Pimentel - Perú**

**2019**

**“ESTUDIO GEOFÍSICOS MEDIANTE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES CON FINES DE USO POBLACIONAL EN SECTORES DEL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, LAMBAYEQUE.2018”**

**Aprobación del Informe de Investigación**

**M. Sc. Ing. Sócrates Muñoz Pérez**
**Presidente de Jurado de Tesis**

**M. Sc. Ing. Jeremy Junior Reinoso Torres**
**Secretario de Jurado de Tesis**

**M. Sc. Ing. Guillermo Gustavo Arriola Carrasco**
**Vocal de Jurado de Tesis**

## DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso por darme la salud y la fuerza, para dedicarme a los estudios, a mis padres José Alarcón y Ada Carrasco, por su apoyo incondicional por ser mi fuerza. A mis hermanos Christian y Kevin, a mi ángel que me cuida desde el cielo mi abuelita Alicia Valladolid.

A una persona especial a María Joaquina Gutiérrez, por apoyarme en los momentos difíciles en la carrera, por ser mi empuje de seguir, dedicarles esto, por ser las personas más lindas e importantes en mi vida.

Alarcón Carrasco Deivis Carlos

A Dios por ser el creador y permitirme darme la vida, para poder así terminar esta meta, a mis padres que siempre confiaron en mí y nunca se rindieron cuando me pude haber equivocado, a mi Padre Armando Moreno Durand por darme su apoyo, a mi Madre Angélica Paredes García por incentivarme y enseñarme lo bueno y malo para poder ser un buen Profesional, mi hermana que soy su ejemplo para que ella termine con éxito su carrera profesional. a mis Abuelos que me guían desde el Cielo con el todopoderoso.

Moreno Paredes Armando José

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis en primer lugar nos gustaría agradecerle a Dios por bendecirnos a lo largo de la carrera, porque hizo realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Señor De Sipán por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

A nuestro director de Escuela, Mg.Socrates Muñoz Pérez por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado que podamos terminar nuestros estudios con éxito.

De igual manera agradecer a nuestra docente de Investigación y de Tesis de Grado, Dr. Guerrero Millones Ana María, por sus aportes, que ayudan a formarte como persona e investigador.

Alarcón Carrasco Deivis Carlos
Moreno Paredes Armando José

**ÍNDICE**


**I. INTRODUCCIÓN ..... 13**
**1.1. Realidad problemática ..... 13**
**1.1.1. Nivel Internacional ..... 13**
**1.1.2. Nivel nacional ..... 14**
**1.1.3. Nivel local ..... 15**
**1.2. Antecedentes de Estudio ..... 17**
**1.2.1. Nivel internacional ..... 17**
**1.2.2. Nivel nacional ..... 20**
**1.2.3. Nivel local ..... 22**
**1.3. Teorías relacionadas al tema ..... 24**
**1.3.1. Variable independiente: ..... 24**
**1.3.2. Variable dependiente: ..... 26**
**1.3.3. Impacto Ambiental ..... 28**
**1.3.4. Seguridad y salud ocupacional ..... 28**
**1.3.5. Gestión de Riesgos y prevención de desastres ..... 28**
**1.3.6. Gestión de Mantenimiento ..... 28**
**1.3.7. Estimación de Costos ..... 29**
**1.3.8. Normativa ..... 29**
**1.3.9. Estado de Arte ..... 30**
**1.3.10. Definición de Términos. ..... 30**
**1.4. Formulación del Problema. ..... 32**
**1.5. Justificación e importancia del estudio. ..... 33**
**1.6. Hipótesis ..... 33**
**1.7. Objetivos ..... 33**
**II. MÉTODO ..... 35**
**2.1. Tipo y Diseño de Investigación ..... 35**
**2.1.1. Tipo de Investigación ..... 35**
**2.1.2. Diseño de Investigación ..... 35**
**2.2. Población y muestra ..... 35**
**2.2.1. Población ..... 35**

**2.2.2. Muestra** ..... **35**
**2.3. Variables** ..... **36**
**2.3.1. Variable Independiente** ..... **36**
**2.3.2. Variable Dependiente** ..... **36**
**2.4. Operacionalización.** ..... **37**
**2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad** ..... **39**
**2.5.1. Técnicas de Recolección de datos.** ..... **39**
**2.5.2. Instrumentos** ..... **39**
**2.6. Procedimiento para la recolección de Datos** ..... **40**
**2.6.1. Diagrama de Flujo de Procesos.** ..... **40**
**2.6.2. Descripción de Procesos.** ..... **41**
**2.7. Aspectos Éticos** ..... **64**
**2.7.1. Ética de la Publicidad** ..... **64**
**2.7.2. Ética de la Aplicación** ..... **64**
**2.8. Criterios de Rigor Científico.** ..... **65**
**2.8.1. Generalidades** ..... **65**
**2.8.2. Fiabilidad** ..... **65**
**2.8.3. Replicabilidad** ..... **65**
**3. Análisis e Interpretación de Resultados** ..... **66**
**3.1. Definición de los espesores y características geoeléctricas de cada uno de los horizontes que conforman los sectores investigados** ..... **66**
**3.1.2. Características Geoeléctricas.** ..... **67**
**3.2. Diferenciación de las capas y horizontes del subsuelo según su litología para lo cual se utiliza las resistividades eléctricas obtenidas.** ..... **75**
**3.2.1. Horizontes del Subsuelo.** ..... **75**
**3.3. Realización de un inventario de fuentes de agua subterránea.** ..... **80**
**3.3.1. Inventario de fuentes de agua subterránea** ..... **80**
**3.3.2. Inventario de pozos** ..... **80**
**3.5. Cálculo de la demanda de agua para los sectores investigados.** ..... **106**
**3.5.1. Abastecimiento actual** ..... **106**
**3.5.2. Fuente para el diseño** ..... **106**
**3.5.3. Población de diseño** ..... **106**
**3.6. Ubicación de las zonas con las condiciones geofísicas favorables para la**

**perforación de obras de agua subterránea. ..... 109**

**3.6.1. ANTEPROYECTO DE LA OBRA DE CAPTACIÓN ..... 109**

**3.7. Estimación del Presupuesto de perforación de un Pozo tubular ..... 109**

**3.8. Discusión de resultados ..... 117**

**3.8.1. DEFINICIÓN DE LOS ESPESORES Y CARACTERÍSTICAS GEOELÉCTRICOS DE CADA UNO DE LOS HORIZONTES QUE CONFORMAN LOS SECTORES INVESTIGADOS. ..... 117**

**3.8.2. DIFERENCIACIÓN DE LAS CAPAS Y HORIZONTES DEL SUBSUELO SEGÚN SU LITOLOGÍA PARA LO CUAL SE UTILIZA LAS RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS OBTENIDAS. ..... 117**

**3.8.3. REALIZACIÓN DE UN INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEAS A TRAVÉS DE SUS RESISTIVIDADES. ..... 117**

**3.8.4. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA PRIMERA APROXIMACIÓN ..... 118**

**3.8.5. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA LOS SECTORES INVESTIGADOS ..... 119**

**3.8.6. UBICACIÓN DE LAS ZONAS CON LAS CONDICIONES GEOFÍSICAS FAVORABLES PARA LA PERFORACIÓN DE OBRAS DE AGUA SUBTERRÁNEA. ..... 119**

**3.8.7. ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE PERFORACIÓN DE UN POZO TUBULAR. ..... 119**

**3.9. Aporte práctico ..... 120**

**IV. Conclusiones y Recomendaciones ..... 121**

**4.1. Conclusiones ..... 121**

**4.2. Recomendaciones ..... 123**

**REFERENCIAS ..... 124**

**ANEXOS ..... 127**

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1: Presupuesto de Proyección de Pozo** ..... 29
**Tabla 2: Variable Dependiente, Tabla de Operacionalización.** ..... 37
**Tabla 3: Variable Independiente, Tabla de Operacionalización.** ..... 38
**Tabla 4: Normas de Proyecto** ..... 39
**Tabla 5: Tipos de Resistividades** ..... 45
**Tabla 6: Inventario de Pozos por Sector** ..... 47
**Tabla 7: RECURSOS HUMANOS SECTOR 1** ..... 58
**Tabla 8: RECURSOS HUMANOS SECTOR 2** ..... 59
**Tabla 9: RECURSOS HUMANOS SECTOR 3** ..... 60
**Tabla 10: RECURSOS HUMANOS SECTOR 4** ..... 61
**Tabla 11: RECURSOS HUMANOS SECTOR 5** ..... 62
**Tabla 12: TABLA RESUMEN DE COSTO POR SECTOR** ..... 63
**Tabla 13: INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS SEVS.** ..... 66
**Tabla 14: Medición de Caudal** ..... 106
**Tabla 15: Dotación por Sector** ..... 107
**Tabla 16: Oferta de Agua Potable Subterránea por Sector** ..... 107
**Tabla 17: Oferta de agua subterránea en litros por segundo** ..... 108
**Tabla 18: Ubicación de Pozo para Captación** ..... 109
**Tabla 19: Presupuesto de Pozo Sector 1** ..... 111
**Tabla 20: Presupuesto Pozo Sector 2** ..... 112
**Tabla 21: Presupuesto de Pozo Sector 3** ..... 113
**Tabla 22: Presupuesto de Pozo Sector 4** ..... 114
**Tabla 23: Presupuesto de Pozo Sector 5** ..... 115
**Tabla 24: Inventario de Fuente de Agua** ..... 118
**Tabla 25: Elaboración de inventario propio por sector** ..... 118

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura N° 1: Ubicación donde se Desarrollaron los Sondeos Eléctricos Verticales** .... 16
**Figura N° 2: Dispositivo Schlumberger** ..... 31
**Figura N° 3: Diagrama de Flujo de Procesos** ..... 40
**Figura N° 4: Configuración Sculumberger.** ..... 43
**Figura N° 5: Espesor del Suelo** ..... 44
**Figura N° 6: Distribución de las Resistividades** ..... 46
**Figura N° 7: Estratos del Terreno.** ..... 47
**Figura N° 8: Diagrama de Portabilidad del Agua.** ..... 48
**Figura N° 9: Diseño Preliminar del Pozo Proyectado** ..... 53
**Figura N° 10: Distribución porcentual de pozos en JLO:** ..... 81
**Figura N° 11: Cortes Geoeléctricos Sector 1 Corte A-A´** ..... 82
**Figura N° 12: Cortes Geoeléctricos Sector 1 Corte B-B´** ..... 84
**Figura N° 13: Cortes Geoeléctricos Sector 2 Corte A-A´** ..... 85
**Figura N° 14: Cortes Geoeléctricos Sector 2 Corte B-B´** ..... 86
**Figura N° 15: Cortes Geoeléctricos Sector 3 Corte A-A´** ..... 87
**Figura N° 16: Cortes Geoeléctricos Sector 3 Corte B-B´** ..... 88

**Figura N° 17: Cortes Geoeléctricos Sector 4 Corte A-A´** ..... 89
**Figura N° 18: Cortes Geoeléctricos Sector 4 Corte B-B"** ..... 90
**Figura N° 19: Cortes Geoeléctricos Sector 5 Corte A-A´** ..... 91
**Figura N° 20: Cortes Geoeléctricos Sector 5 Corte B-B´** ..... 92
**Figura N° 21: SECTOR 1, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 01** ..... 93
**Figura N° 22: SECTOR 1, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 02** ..... 93
**Figura N° 23: SECTOR 1, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 03** ..... 94
**Figura N° 24: SECTOR 1, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 04** ..... 94
**Figura N° 25: SECTOR 1, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 05** ..... 95
**Figura N° 26: SECTOR 2, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 06** ..... 95
**Figura N° 27: SECTOR 2, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 07** ..... 96
**Figura N° 28: SECTOR 2, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 08** ..... 96
**Figura N° 29: SECTOR 2, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 09** ..... 97
**Figura N° 30: SECTOR 2, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 10** ..... 97
**Figura N° 31: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 11** ..... 98
**Figura N° 32: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 12** ..... 98
**Figura N° 33: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 13** ..... 99
**Figura N° 34: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 14** ..... 99
**Figura N° 35: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 15** ..... 100
**Figura N° 36: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 16** ..... 100
**Figura N° 37: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 17** ..... 101
**Figura N° 38: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 18** ..... 101
**Figura N° 39: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 19** ..... 102
**Figura N° 40: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 20** ..... 102
**Figura N° 41: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 21** ..... 103
**Figura N° 42: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 22** ..... 103
**Figura N° 43: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 23** ..... 104
**Figura N° 44: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 24** ..... 104
**Figura N° 45: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 25** ..... 105
**Figura N° 46: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 26** ..... 105
**Figura N° 47: Condiciones favorables de explotación** ..... 109

## ANEXOS

**ANEXOS 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA** ..... 127
**ANEXOS 2: FICHA TÉCNICA/ FICHA LEY DE PRODUCTOS** ..... 128
**ANEXOS 3: PARÁMETROS NORMATIVOS** ..... 132
**ANEXOS 4: PANEL FOTOGRÁFICO.** ..... 133
**ANEXOS 5: PLANOS** ..... 133

**PLANO 1: PLANO DE UBICACIÓN** ..... 133
**PLANO 2: MAPA GENERAL DE SECTORES** ..... 133
**PLANO 3: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 1** ..... 133
**PLANO 4: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 2** ..... 133
**PLANO 5: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 3** ..... 133
**PLANO 6: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 4** ..... 133
**PLANO 7: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 5** ..... 133
**PLANO 8: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 1** ..... 133

**PLANO 9: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 2**..... 133
**PLANO 10: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 3** ..... 133
**PLANO 11: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 4** ..... 133
**PLANO 12: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 5** ..... 133
**PLANO 13: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 1**..... 133
**PLANO 14: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 2**..... 133
**PLANO 15: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 3**..... 133
**PLANO 16: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 4**..... 133
**PLANO 17: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 5**..... 133
**PLANO 18: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 1** ..... 133
**PLANO 19: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 2** ..... 133
**PLANO 20: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 3** ..... 133
**PLANO 21: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 4** ..... 133
**PLANO 22: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 5** ..... 133
**PLANO 23: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 1** ..... 133
**PLANO 24: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 2** ..... 133
**PLANO 25: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 3** ..... 133
**PLANO 26: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 4** ..... 133
**PLANO 27: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 5** ..... 133
**PLANO 28: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 1** ..... 133
**PLANO 29: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 2** ..... 133
**PLANO 30: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 3** ..... 133
**PLANO 31: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 4** ..... 133
**PLANO 32: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 5** ..... 133
**PLANO 33: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 1**..... 133
**PLANO 34: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 2**..... 133
**PLANO 35: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 3**..... 133
**PLANO 36: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 4**..... 133
**PLANO 37: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 5**..... 133

# “ESTUDIO GEOFÍSICOS MEDIANTE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES CON FINES DE USO POBLACIONAL EN SECTORES DEL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, LAMBAYEQUE.2018”

# "GEOPHYSICAL STUDY THROUGH VERTICAL ELECTRIC POLLINATION FOR THE PURPOSES OF POPULATION USE IN SECTORS OF THE DISTRICT OF JOSÉ LEONARDO ORTIZ, LAMBAYEQUE.2018"

**Alarcón Carrasco Deivis Carlos**
**Moreno Paredes Armando José**

## RESUMEN

El distrito de José Leonardo Ortiz por más de 20 años ha sido relegado con el abastecimiento de agua potable sobre todo para la zona norte de la población, ubicados después de la avenida Chiclayo, la empresa prestadora de saneamiento de Lambayeque (EPSEL); tiene déficit del más del 20% de la población leonardina que no cuenta con el servicio básico.

La esperanza para una población olvidada son las fuentes de agua subterránea que no han sido explotadas en la mayor parte de la región, una de la prioridades de la investigación será determinar las características de las diferentes capas del subsuelo, desde el punto de vista hidrogeológico, con el fin de determinar la mejor ubicación para la perforación de un pozo tubular con fines de consumo poblacional en los sectores el Distrito José Leonardo Ortiz.

Para tal fin se usó un Georesistivimetro por lo que la investigación es de tipo cuantitativa - experimental, el cual emitirá corriente el subsuelo obteniendo cortes geoeléctricos, capas y horizontes mediante sus resistividades, las cuales se realizó para determinar la cantidad y calidad del agua subterránea que sirva para abastecer a la población, el cual obtuvo resultados positivos en los 26 sondeos los cuales se zonificaron lugares aptos para la explotación del recurso subterráneo en los SEV 3, 6, 14, 20 y 22.

Por tal fin las aguas subterráneas con fines de consumo poblacional si es factible su explotación en una primera aproximación mediante los sondeos eléctricos verticales realizados.

**Palabras clave:** Agua subterránea, resistividades y sondeos eléctricos verticales

## ABSTRACT

The district of José Leonardo Ortiz for more than 20 years has been relegated with the supply of drinking water especially for the northern area of the population, located after Avenida Chiclayo, the company that provides sanitation in Lambayeque (EPSEL); It has a deficit of more than 20% of the Leonardina population that does not have the basic service.

The hope for a forgotten population are the groundwater sources that have not been exploited in most parts of the region, one of the priorities of the research will be to determine the characteristics of the different layers of the subsoil, from the point of view Hydrogeological, in order to determine the best location for the perforation of a tubular well for population consumption in the sectors of the José Leonardo Ortiz district.

For this purpose a georesistivimetro will be used, which will emit current the subsoil obtaining geoelectric cuts, layers and horizons through its resistivities, which was evaluated to determine the quantity and quality of the groundwater that serves to supply to The population, which obtained positive results with which were zoned places suitable for the exploitation of the underground resource.

For this purpose, groundwater for the purpose of population consumption will be feasible for its exploitation in a first approximation by means of the vertical electrical surveys carried out.



**Key words:** groundwater, resistivities and vertical electrical soundings



Adscrito a Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, acarrascod@hotmail.com

[2] Adscrito a Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, paredesaj@crece.uss.edu.com

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática

### 1.1.1. Nivel Internacional

(El Espectador, 2018), El cambio climático ha llevado al mundo a la pérdida de muchas reservas de agua, en el caso de los acuíferos son explotados a ritmos alarmantes, y a su vez son contaminados por la sal y el arsénico, lo cual hace a esta agua no apta para el agro y para el uso poblacional, la mayoría de la población de mundo vive explotando las aguas subterráneas no renovables como le ocurre a países como México y Japón. Se piensa que para el 2030, el mundo enfrentará con un problema del 40% de agua y esto se sumará a la mayor demanda de agua que será en un 55%, estos problemas inmediatos que asumirá el mundo debido al cambio climático.

(Levante el mercantil valenciano, 2017), Las sequias en España y la sobreexplotación de las aguas subterráneas han llevado que los tres entes de dedicados a los estudios de las mimas, vean a través del plano político soluciones a estos temas, debido a que según esta noticia los políticos tienen olvidado el tema de las aguas subterráneas y su uso en la agricultura y población, la contaminación también es otro de los problemas que siempre lidian las aguas subterráneas sea por uso de fertilizantes como por el mezclado con el agua de mar, esta preocupación la hace saber María Josep Picó.

(Abc Sociedad, 2015), En España uno de los principales problemas para el abastecimiento de agua potable mediante acuíferos es la contaminación de nitrato a través de abonos que se usan en la parte agrícola, muchos de estos abonos están perjudicando el consumo del agua subterránea, otros de los problemas es la intrusión del agua del océano a los acuíferos de su costa, lo que hace que se mezcle el agua salada y el agua dulce, lo que impide su uso agrícola y poblacional.

### 1.1.2. Nivel nacional

(Diario Gestiòn, 2018), El agua subterránea de la región de la cuenca del Amazonas, muy utilizada como agua potable y para otros fines por los seres humanos, está contaminada con "concentraciones demasiado altas de arsénico, aluminio y manganeso", advierte una investigación internacional presentada hoy en Viena., al ser analizadas más de 250 muestras de agua se detectó 70 veces más que lo permito por la Organización Mundial de la Salud(OMS), teniendo de esta manera que el acuífero de esta población seria no apta para ello mismo teniendo en riesgo su salud, ya que el saneamiento en esta zona es casi nulo y el único ingreso de agua para su uso serian estos acuíferos.

(Diario Gestiòn, 2017)**,** Un total de 7131 pozos ubicados en el Norte y Sierra del Perú, pese a la declaratoria de emergencia de recursos hídricos por la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos, dictada por la Autoridad Nacional del Agua(ANA), se ha dispuesto de uso preferente del Agua subterránea para atender el abastecimiento de las necesidades primarias de la población, haciendo que las empresas prestadoras de servicios de los recursos del agua pidan permiso al ANA para el uso de estos Pozos, primero realizando una fiscalización correspondiente para poder garantizar el agua como uso poblacional.

(Pinto, 2016)**,** En el sector del Agustino actualmente se encuentra un túnel que se encuentra sellado y en este túnel antiguamente el agua que brindaba era para uso humano, el problema es que el tipo de terreno es de zona húmeda y roca, haciendo que esta agua se vaya disminuyendo cada vez más y sea un poco difícil la perforación de este túnel, algunos de los pobladores sin darse cuenta de este túnel se han asentado encima de este túnel viéndose contaminadas el agua con algunos minerales, es necesario realizar algunas técnicas adecuadas para el aprovechamiento y cuidado de estas aguas, estas aguas subterráneas son aprovechadas por el Sector IV Y V del Agustino.

### 1.1.3. Nivel local

El distrito de José Leonardo Ortiz cuenta con más de 300 mil habitantes según el último censo 2017, uno de los grandes problemas para distritos emergentes como este son los servicios básicos, en la presente investigación nos enfocaremos en esencial en el agua potable.

Epsel como empresa prestadora de saneamiento de Lambayeque ha tenido a lo largo del tiempo muchas dificultades en la prestación de servicios en cantidad y calidad adecuadas a la población, hoy por hoy José Leonardo Ortiz sufre un crecimiento demográfico desordenado, las redes de agua y desagüe colapsadas, la matriz principal ya no abastece a los pueblos jóvenes y asentamientos humanos que se hayan ubicados en la zona norte del distrito pasando la gran av. Chiclayo, es allí donde nuestra investigación se está enfocado, en aquellos lugares que por más de 30 años no cuenta con el servicio de agua potable es por ello que la prioridad de nuestra investigación se basa en estudios de prospección geofísica para agua subterránea con fines de consumo poblacional.

Los pueblos jóvenes y asentamientos humanos trabajos has sido divididos en 5 sectores los cuales son:

a) **Sector 1:** Comprende los pueblos jóvenes de San Juan de Dios, Sagrado Corazón de Jesús.
b) **Sector 2:** Comprende el centro rural de Chilape.
c) **Sector 3:** Comprende los asentamientos humanos culpon y nuevo culpon.
d) **Sector 4:** Comprende el asentamiento humano María Cruz, fundo el abuelo.
e) **Sector 5:** Comprende los pueblos jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja.

El agua subterránea por mucho tiempo fue utilizada para fines de riego, cambiando esa perspectiva nuestra investigación de fundamenta en el consumo poblacional, debido a que se ha comprobado este líquido elemento extraído del subsuelo tiene la calidad suficiente para este fin.

Con ello lograríamos cubrir ese 18.40 % de déficit de agua, José Leonardo Ortiz según censo del 2007 tiene 32610 viviendas, de las cuales cuentan con agua potable 26622 viviendas y 5988 viviendas no cuenta con el vital servicio; cabe precisar que estos datos ya son desfasados puesto en que en 10 años hoy hay un déficit de más del 20% de

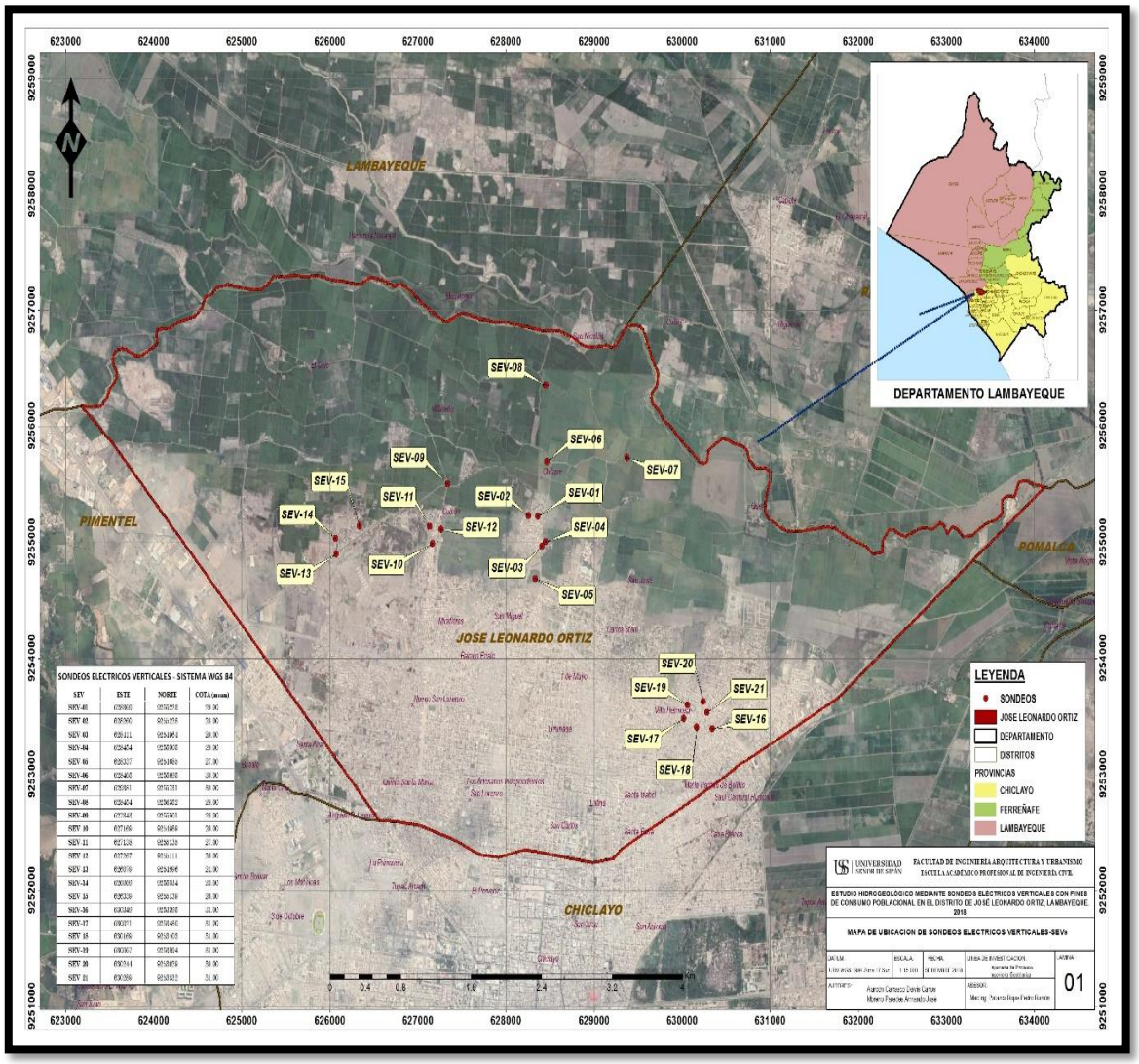



**Figura N° 1: Ubicación donde se Desarrollaron los Sondeos Eléctricos Verticales**

agua potable.

***FUENTE: PROPIA***

## 1.2. Antecedentes de Estudio

### 1.2.1. Nivel internacional

**(Asencio, 2018),**para obtener el Título de Ingeniera Geóloga, de la Universidad de Guayaquil del año 2018, en su tesis "Aplicación de método geoeléctrico (sondeo eléctrico vertical SEV) para la determinación de los espesores del aluvial del río manta, cantón manta, provincia de Manabí, Ecuador, se tuvo como **problema** que el material del subsuelo es menos consolidado y esté conectado a una falla y este produzca efectos de resonancia haciendo que este sea un gran espesor del aluvial del Rio, teniendo como **objetivo** que los espesores del aluvial del Rio Manta se darán a conocer mediante los SEV y así poder determinar la geología más certera y cercana a la ciudad de Manta, a su vez sabe la estratigrafía y la máxima transgresión holocena, se tuvo como **resultados** que mediante la resistividad de los sondeos eléctricos verticales se encontró la base del aluvial realizados en la desembocadura del Rio Manta haciendo que se empleen los SEV por lo menos unos 10 km aguas arriba **recomendó** realizar SEV a lo largo de todo el aluvial a fin de calibrar toda la zona y a su vez hacer un punto con mayor exactitud para saber la máxima transgresión Holocena, siendo de **relevancia** esta tesis por que abarca estudios de SEV, y determinando espesores a ciertas profundidades, haciendo que sus objetivos nos brinden información para el desarrollo de nuestra investigación.

**(Hernandez G. X., 2016),** para obtener el Título de Maestra en Gestión de Recursos Hidrogeológicos, de la Universidad de el Salvador del año 2016, en su tesis "Estudio de la salinidad del acuífero costero de la cuenca hidrográfica cara sucia, Ahuachapán, se tuvo como **problema** que en el acuífero costero tiene un alto grado de contaminación y hace cada vez más difícil el abastecimiento de agua teniendo el **objetivo** fue la caracterización del acuífero costero de la cuenca hidrográfica cara sucia, Ahuachapán, para su estudio de la salinidad, mediante estudios geofísicos e información hidrogeoquímica extrayendo muestras de agua de dicha Cuenca, se tuvo como **resultados** que mediante los sondeos eléctricos verticales se encontró un estrato conductivo haciendo que este introduzca salinidades a dicho acuífero y se **recomendó** que los recursos hídricos estén

pertinente establecidos y controlados, teniendo un monitoreo periódico de los caudales de los ríos y así obtener detalles químicos más establecidos, siendo de **relevancia** esta tesis por que abarca el estudios de acuíferos y agua subterráneas mediante diferentes tipos de prospección geofísica siendo el Principal el SEV el cual usaremos en nuestra Tesis ya que se tratan de temas similares y se podrá obtener información para poder realizar nuestro trabajo de investigación.

**(Paredes, 2015)**, para obtener el Título de Ingeniero Geólogo, de la Universidad de Guayaquil, del Año 2015, en su tesis "Prospección geofísica para la determinación de agua subterránea en el campus universitario Mapasingue, Cantón Guayaquil, provincia de Guayas, Ecuador", se tuvo como **problema** que las condiciones Hidrogeológicas del terreno en esta zona, dando como **objetivo** de determinar la existencia de agua subterránea dentro del Campus Universitario Mapasingue mediante una campaña de prospección geofísica, y a su vez describir la geología del sitio de estudio, realizando un análisis climatológico local en base a los datos de las diferentes precipitaciones y temperatura registrados por el INAMHI, y la ejecución de sondeos eléctricos verticales y sondeos electro cinéticos en lugares previamente seleccionados, teniendo como **resultados** que a los 16 m de profundidad se estableció agua subterránea según los estudios realizados y que en los meses de verano habrá déficit por la evapotranspiración de la zona, se **recomendó** que una vez perforado los pozos es importante el cumplimiento del registro eléctrico dentro del pozo para poder determinar con mayor exactitud la profundidad y ver mejor las condiciones hidrogeológicas, siendo de **relevancia** esta tesis la prospección geofísica para la determinación de aguas subterráneas para cierta población siendo en este caso un campus universitario, y de gran apoyo nos serviría ya que nos estamos basando el presente estudio para poblaciones del Distrito de José Leonardo Ortiz.

**(Hernandez F. A., 2012),** para obtener el Título de Ingeniero Geofísico, de la Universidad de Concepción del año 2012, En su tesis "Método Geoeléctricos aplicados a la exploración de aguas subterráneas y termales", se tuvo como **problema** que la geología del terreno era demasiado variable haciendo dificultoso la diferencia del tipo de agua para una futura explotación, teniendo el **objetivo** de

estudiar aguas subterráneas y termales en Chillán a través de métodos Geoeléctricos en corriente continua y potencial espontáneo, para así poder determinar el flujo y caudal del agua, teniendo como **resultados** que los estudios realizados en la localidad de chillan mediante los sondeos pudieron determinar en qué zonas se encuentra el acuífero con más caudal de aguas subterráneas y si no se controla podría contaminarse con el agua de la agricultura por el fenómeno llamado infiltración, se **recomendó** enlazar información meteorológica y geológica para poder estudiar bien detallado la vulnerabilidad de los diferentes acuíferos tanto para las aguas subterráneas como las termales, siendo **relevancia** esta tesis nos permitirá complementar con términos de referencia y como se trabajaron los resultados referentes al estudio de las aguas subterráneas.

**(Gonzales, 2013),** para obtener el Título de Ingeniero Geofísico, de la Universidad Nacional Autónoma de México del año 2013, en su tesis "Exploración geofísica e hidrogeológica de un acuífero localizado en depósitos aluviales de duna estado de Veracruz", se tuvo como **problema** que la mayor superficie presenta una topografía plana así como partes bajas en donde llega aflorar el agua, teniendo el **objetivo** de determinar realizar una correlación estratigráfica entre sondeos eléctricos verticales y sondeos de penetración realizados en un predio de aproximadamente 480 ha, y así poder determinar el subsuelo sus características, mediante exploración geofísica y determinar su comportamiento hidrogeológico en la zona de dicho estudio, teniendo como **resultados** que los datos resultados por la prospección geofísica se describe la distribución a partir de 2 unidades litológicas teniendo su principal componente el material arcilloso y arenoso, **concluyendo** de este estudio que la mayor cantidad de acuíferos se encuentra en la zona norte del terreno pero con una gran cantidad de arcillas y se puede verificar en la red de flujo, siendo de **relevancia** ya que esta tesis su estudio se basa en exploración geofísica de un acuífero determinado en cierta población para su aprovechamiento, siendo de gran apoyo para la realización de nuestra tesis.

### 1.2.2. Nivel nacional

**(Valencia, 2017),** para obtener el Título profesional de Ingeniero Geofísico, de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, del Año 2017, en su tesis "Estudio geofísico para la exploración de agua subterránea en el fundo Buselcat Asia-Cañete, Lima", se tuvo como **problemática** se tiene que debido en que los últimos años no se han presentado precipitaciones se busca fuentes hídricas para el abastecimiento humano y agrícola ,determinando el **objetivo** de realizar estudios de prospección geofísica en la zona de ASIA para poder determinar una posible acumulación de acuíferos, realizando un modelo 3D de la susceptibilidad Magnética, determinando así las resistividades y espesores de las estructuras del subsuelo, adquiriéndose datos magnéticos, y evaluar mineralización en la zona mediante la prospección magnética, dando como **resultados** al tener resistividades bajas esto representa que capa arcilla-arenosa, haciendo que la capa de humedad se encuentre a partir de los 24 a 28 metros de profundidad, por eso se **recomendó** que las fechas de los estudios se realizan en épocas de sequias y no en épocas de lluvia ya que en estas épocas aumenta la napa freática haciendo que varíen los datos del estudio, siendo de **relevancia** que para esta tesis se realizaron estudios Geofísicos para la exploración de agua subterránea, asemejándose esta tesis a nuestra tesis a realizar.

**(Condori, 2017),** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Geofísico, de la Universidad Nacional de San Agustín Arequipa del Año 2017, en su tesis "Aplicación de los métodos de resistividad Multielectrodo- Georadar y su modelización 2d para caracterizar el subsuelo en la ampliación del terminal portuario general San Martin región Ica", como **problemática** se tuvo que son pocos los estudios que se han realizado en zonas marítimas con aguas de 10 a 14 metros de profundidad, dando como **Objetivo** de desarrollar el método de resistividad Multielectrodo y Georadar para la caracterización del subsuelo en investigaciones geotécnicas en la Ampliación del Terminal Portuario General San Martin Región Ica, teniendo en cuenta el subsuelo para poder así aplicar el método de resistividad pero en zonas marítimas. Dando como **resultado** que la resistividad

del subsuelo en zonas marítimas se pudo diferenciar anomalías a diversas profundidades y se **recomendó** que se tomaran en cuenta las condiciones marítimas en las cuales el tipo de oleaje, tiempo y clima sean las adecuadas y en aguas pocos profundos, siendo de **relevancia** que se realizaron estudios de prospección geofísica para verificar las condiciones geográficas, asemejándose a los estudios que se realizaran en nuestra tesis a realizar.

**(Villalva, 2017),** para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, de la Universidad Nacional Agraria la Molina del año 2017, en su tesis "Estudio Hidrogeológico para sustentar la disponibilidad Hídrica Subterránea para pozo tubular de reemplazo-Monsanto Perú- Villa curí-Ica", se tuvo como **problemática** que el pozo actual de estudio no cuenta con un correcto funcionamiento, tendiendo como **objetivo principal** evaluar las condiciones hídricas del pozo en estudio mediante un estudio hidrogeológico con fines de explotación para la construcción de un pozo de reemplazo al actual, también poder determinar la calidad de agua subterránea de la zona y si es apto o no para consumo agrícola, tener la ubicación del pozo para su correcto funcionamiento, dando como **resultados** que las condiciones hidrogeológicas en la zona evaluada son favorables para la explotación del agua subterránea, teniendo un caudal considerable para el abastecimiento humano y agrícola, por eso se **recomendó** que al ejecutar la obra de captación de las aguas subterráneas se haga un estudio hidrodinámico para poder determinar los parámetros hidráulicos del acuífero a explotar, llevar un control de la calidad del agua para poder evitar contaminaciones del pozo y un registro diario del caudal explotado, siendo de **relevancia** esta tesis porque sus objetivos tanto general como especifico son relevantes para nuestra investigación dando su resultados un gran aporte.

**(David & Lopez Reyna, 2016),** para obtener el Título profesional de Ingeniero de Minas, de la Universidad Privada del Norte del año 2016, en su tesis "Método Zahorí, alternativa de precisión y bajo costo en la búsqueda de aguas subterráneas comparado con el método SEV, aplicado a la pequeña minería", se tuvo como **problemática** que con bajos costos y pocos implementos se determine agua para las minas, agricultura y pequeñas poblaciones que no tienes agua, teniendo como

**objetivo** principal de que el método ZAHORI a comparación del método SEV, es de un bajo costo y ambos tienen la misma alternativa de precisión con respeto a la búsqueda de aguas subterráneas para el Uso de la Minería, según los resultados se obtuvo que es más económico en comparación del SEV, que los **resultados** nos permite tener la ubicación del pozo, flujo y caudal, se recomendó que para poder hacer una comparación de estos métodos tener conocimiento sobre geología y que también estos métodos no se realicen en épocas que puedan producirse tormentas eléctricas ya que variarían los resultados por ambos métodos, siendo de **relevancia** que se aplica el mismo método que utilizaremos en nuestra tesis siendo el método SEV para la búsqueda de aguas subterráneas pero en esta tesis es para uso de minería y poblacional siendo la de nosotros solo de uso poblacional asemejándose ambas tesis.

### 1.2.3. Nivel local

**(Cobeñas, 2017),** para obtener el Título de Licenciado en Físico de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo del Año 2017, en su tesis "Aplicación del método geofísico-prospección eléctrica activo para determinar la profundidad de acuíferos subterráneos en la localidad el Virrey Olmos- Lambayeque", se tuvo de **problemática** la falta de precipitaciones y su factor la sequía influyen mucho en estos centro poblados haciendo que estos migren a otros centros poblados, se tiene el **objetivo** de determinar el acuífero en la localidad mencionada, para el cual se determinó a que profundidad se encuentra el acuífero, en qué condiciones se encuentra el agua de ese acuífero si es para el consumo humano y analizar las resistividades aparentes dependiendo el tipo de terreno que se encuentre en esta localidad. Teniéndose como **resultados** que de los diferentes sondeos eléctricos verticales realizados la altura de los acuíferos está en un promedio de los 50 a 70 metros de alturas y se **recomendó** realizar un estudio de Diagrafia para precisar con exactitud los límites de los diferentes estratos de las capas del Subsuelo, también realizar de nuevos los estudios de sondeos eléctricos verticales después de las precipitaciones en las temporadas de lluvias para ver si la altura de los acuíferos han variado con los actuales y ver en que varía las características del subsuelo, siendo de **relevancia** que se aplicó en el estudio de esta tesis el método de

prospección geofísica para poder determinar a ciertas profundidades donde se encuentran los acuíferos para consumo poblacional asemejándose a lo que se realizara en nuestra tesis.

**(Suarez & Ramos Arevalo, 2016),** para Obtener el Título de Ingeniero Químico, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo del Año 2016, en sus tesis Caracterización Físico-Química y Microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las juntas del distrito Pacora-Lambayeque, y propuesta de Tratamiento, se tuvo como **problemática** la contaminación del agua del consumo población de la zona teniendo como **obejtivo** de analizar e investigar que el agua que se usa tiene que estar clasificada entre los parámetros para que sea de uso población y en el caso de ser necesaria se le sometio a diferentes tratamientos para que esta agua pueda ser distribuida, de los **resultados** que despues de haberse echo los estudios necesario de el agua de estos sectores se encuentra dentro de los limites de consumo poblacional,tambien se verifico que no cuenta con la cloración adecuada del agua y una debida desinfección, **recomendando** mejorar las condiciones físicas de las intalaciones de los pozos y monitorear la calidad del agua de estos poblados, siendo de **relevancia** que esta tesis investigo el tipo de agua para consumo humano de cierta población, y la tesis se basa que mediante los sondeos ver si el agua es para consumo poblacional mediante parametros siendo similares ambas tesis para poder citarla.

**(Alcantara & Mendoza, 2013),** para Obtener el Título de Licenciado en Física, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo del año 2013, en su tesis "Modelización geoelectrica del subsuelo con medidas de resistividad aparente", se tuvo como **problema** la alta resistidad de los diferentes suelos en las zonas a trabajar y se tiene como **objetivo** de determinar diferentes tipos de suelos, modelandolos con las medidas de resistividad que nos brinda el ensayo de Sondeos Electricos Verticales, dando como **resultado** las diferentes capas del subsuelo con el que se va a trabajar, y asi poder determinar los diferentes tipos de estratos de este mismo, **recomendandose** que la extension de este metodo a casos de PSDs se pueden incluir mas de 2 modos pero seria de mas estudio ya que involucrarian mas

estudios, siendo de **relevancia** el estudio geofisico del subsuelo con diferentes resistividades aplicando el SEV, asemejandonse a nuestra investigacion ya que aplicaremos los mismos estudios geofisicos para poder obtener nuestros resultados.

## 1.3. Teorías relacionadas al tema

### 1.3.1. Variable independiente:

#### a) Estudio Geofísicos con sondeos eléctricos verticales.

(Vargas, 2012), **Estudios**, es el proceso donde se localiza el problema de investigación, mientras que **Estudio Geofísico,** es el estudio que tiene por objetivo principal poder determinar un conocimiento adecuado sobre un acuífero determinado mediante la geofísica, teniendo en cuenta sus condiciones geológicas que condicionarían que el acuífero pueda ser útil o no y que por este mismo puedan ejercer el flujo de las aguas subterráneas en dicho acuífero. **(Ministerio De Obras Publicas, 2016).**

**(Ministerio de ganaderia agricultura y pesca, 2012),** el estudio Geofísico debe contener: La ubicación del lugar, su acceso y coordenadas el pozo; la parte geológica del acuífero, si es posible con sistema satelital de fotografía, la hidrogeología del lugar o zona de explotación, verificar si hay antecedentes de pozos, anteproyecto de construcción de pozo y costo del mismo.

**Método de sondeos eléctricos verticales**, se define como el conjunto de determinaciones de la resistividad aparente, desarrolladas con un similar dispositivo lineal, están separadas por electrodos de emisión y recepción.

La prospección es la búsqueda de acuíferos mediante la hidrogeología la cual serán aprovechadas según el fin y uso que quiera dársele al agua subterránea encontrada.

Entre los métodos de prospección o exploración se hallan los directos e indirectos; pero por fines de nuestra investigación nos

enmarcaremos en los métodos indirectos los cuales son: imágenes y fotografías aéreas, relevamientos geofísicos, perforaciones; como motivo de nuestra investigación nos enmarcaremos en los relevamientos geofísicos, esencialmente en los métodos eléctricos. La geoeléctrica parte de la geofísica que grafica el comportamiento de las rocas mediante la corriente eléctrica, uno de los métodos más empleados es el SEV (Sondeos verticales eléctricos), el cual se basa en la inyección artificial de corriente. Uno de los puntos importantes de nuestro tema es conocer acerca de la resistividad, la cual es una propiedad inversa a la conductividad eléctrica, la cual puede hallarse en laboratorio o in situ mediante perforaciones, mediante estas resistividades la presente investigación definirá en un primer momento la calidad y cantidad de agua.

El sondeo vertical eléctrico se basara en la configuración del método de Schlumberger, el objetivo del SEV será obtener un modelamiento de resistividades vs profundidad, a partir de la inyección de corriente eléctrica al suelo.

La medición en campo del SEV, se hará con cables de 200 a 500 metros de longitud, a mayor longitud mayor profundidad la cual tendrá una relación de 1:3, para ello el operador instalara el equipo y necesitara de 3 a 4 ayudantes que serán los que moverán los electrodos según distancias requeridas, el equipo inyectara corriente eléctrica al suelo, este a su vez dará respuestas mediante un campo magnético que serán anotadas en una hija semilogaritmica para su posterior procesamiento e interpretación. **(Auge, 2008).**

**b) Suelo**

El suelo como objeto de estudio hidrogeológico será la principal fuente de investigación, mediante la emisión de corriente eléctrica obtendremos resistividades las cuales nos permitirán caracterizar el subsuelo y su composición.

Mediante los sondeos eléctricos verticales el suelo se fragmentara en espesores y resistividades, lo que ayudará a saber si el suelo contiene

gravas, limos o arcillas, esto es muy importante porque debido a ello permitirá proyectar el futuro pozo.

### 1.3.2. Variable dependiente:

#### a) Uso Poblacional

**Agua subterránea** es la que se encuentra en el subsuelo conformando los llamados acuíferos, la mayor fuente de abastecimiento es la lluvia también existen otras, podríamos decir que el agua subterránea es también la que se encuentra debajo del nivel freático y es llamado el suelo saturado, podríamos decir que existen dos zonas una saturado o no saturado. Las ventajas que tienen las aguas subterráneas es su fácil acceso, esto sumando a su bajo costo de extracción y en general su buena calidad, y esencialmente su ubicación in situ en un recurso aprovechable para el consumo humano. **Acuífero,** es la formación rocosa en el subsuelo donde se almacena el agua, cual es explotada a través de pozos; entre sus propiedades físicas podríamos mencionar a la porosidad la cual se calcula dividiendo volumen de vacíos y volumen de sólidos, otra de sus propiedades es la transmisividad, que viene a hacer la cantidad de agua que puede ser transmitida, también tenemos a la permeabilidad, que es la capacidad del acuífero de pasar el agua y finalmente el coeficiente de almacenamiento que es el volumen liberado por el acuífero. La calidad del agua subterránea desde el parámetro hidrogeológico es de suma importancia, así como la cantidad que se va a explotar, la cual está definida por su composición y la cual será medida con patrones para ver su uso, el agua subterránea destinada para el consumo humano deben cumplir con todos los estándares de calidad de la organización mundial de la salud (OMS) y en nuestro país con todos los reglamentos de salubridad que exige en ministerio de salud. La captación de agua subterránea se hace mediante pozos verticales y horizontales según su

uso, el objetivo es extraer el agua para un determinado consumo, entre los pozos podemos decir que hay abiertos o excavados y perforados o tubulares, estos últimos son las más utilizados en la actualidad. Otro punto importante son los métodos de perforación, los cuales solo nombraremos debido a que no es tema de nuestra investigación, entre las cuales están el método rotativo, de roto percusión y finalmente el de percusión con cable. **(Ministerio de ganaderia agricultura y pesca, 2012).**

**Población**, es la información proporcionada que nos brinda los censos en el caso del libro esta información es proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el caso del Perú es el instituto nacional de estadística e informática (INEI), también podemos definir a **Uso poblacional,** la cantidad o dotación se utiliza en las casas domésticas, el cual depende del clima y la clase socioeconómica de la población. El consumo poblacional de una determinada zona puede diferenciarse por distintos ítems como la presión del agua, la interrupción del servicio, el precio, etc. **(Secretaria de medio ambiente y recursos naturales., 2012)**

**b) Cantidad y Calidad de Agua.**

El agua subterránea es un recurso vital proporciona la cuarta parte de toda el agua dulce destinada para la industria, agricultura y consumo humano, pero no toda esta agua es de buena calidad; debido a que existe infinidad de problemas de contaminación.

Por ejemplo el agua subterránea que se encuentra en formaciones sin consolidar como grava, arcilla, arena se puede considerar que esta menos contaminada, mientras que la que proviene de las rocas consolidadas como caliza, lava son más contaminadas.

La calidad se suele alterar en la parte física: color, turbidez, temperatura, sabor y olor; es por ello que se necesitan hacer estudios químicos, físicos y biológicos que nos permitan aceptar su uso.

### 1.3.3. Impacto Ambiental

La construcción de un pozo tubular demanda un cambio en la estructura del suelo, esto ocasionando en algunos casos contaminación a través de pozos ciegos o letrinas usadas por la población del distrito de José Leonardo Ortiz, (percolación) por ende contaminación en el acuífero. El diseño del pozo con fines de uso poblacional debe ser lo mejor diseñado o de la forma adecuada, cumpliendo con los estándares que exige la normativa vigente de aguas subterráneas.

### 1.3.4. Seguridad y Salud Ocupacional

Según la ley ocupacional 29783 en el artículo 17 menciona que, El empleador debe adoptar un enfoque de sistema de gestión en el área de seguridad y salud en el trabajo, de conformidad con los instrumentos y directrices internacionales y la legislación vigente. (Ley 29783, 2016).

### 1.3.5. Gestión de Riesgos y prevención de desastres

La gestión de riesgos y prevención de desastres de esta tesis abarcó un plan estratégico, antes y después del estudio desarrollado, desde la zona en que se trabajara para evitar problema con la población (charla antes de empezar a realizar los trabajos), contar con apoyo de la población por ser una zona de alto riesgo, para no exponer a los tesistas y los especialistas, asimismo salvaguardar los equipos que se utilizaran en los ensayos.

### 1.3.6. Gestión de Mantenimiento

a. Mantenimiento de la limpieza alrededor del pozo tubular.
b. Control de la calidad del agua subterránea.

c. Mantenimiento de los sistemas de bombeo del Agua subterránea.

d. Mantenimiento de toda la estructura del pozo tubular.

### 1.3.7. Estimación de Costos

**Tabla 1: Presupuesto de Proyección de Pozo**

| PRESUPUESTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | P.Unitario | P.Total |
| 5,00 | CAPTACIÓN | | | | 10,384.10 |
| 5,001 | Replanteo, trazado | hora | 24.00 | 16.44 | 394.56 |
| 5,002 | Perforación pozo exploratorio 40m | Glb | 1.00 | 5,904.92 | 5,904.92 |
| 5,003 | Perforación pozo profundo definitivo H=35m, D=8", PVC | m | 1.00 | 4,084.62 | 4,084.62 |
| 5,001 | ESTACIÓN DE BOMBEO | | | | 5,938.80 |
| 5,001,001 | Bomba Sumergible HTD: 82m, Q: 2 l/s, HP: 4 (datos calc | u | 1.00 | 3,563.28 | 3,563.28 |
| 5,001,002 | Proyecto eléctrico para tener energía en el sitio de bomb | Global | 1.00 | 2,375.52 | 2,375.52 |
| 5,001,001 | CASETA DE BOMBEO | | | | 2,691.54 |
| 5,001,001,001 | Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máqu | m3 | 1.00 | 4.82 | 4.82 |
| 5,001,001,002 | Replanteo, trazado y nivelación para edificaciones | hora | 16.00 | 16.44 | 263.04 |
| 5,001,001,003 | Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m | m3 | 1.26 | 8.53 | 10.75 |
| 5,001,001,004 | Replantillo de piedra h=15 cm | m2 | 6.38 | 9.95 | 63.48 |
| 5,001,001,005 | Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas de 8 a 16 r | global | 1.00 | 799.38 | 799.38 |
| 5,001,001,006 | Mampostería de bloque de hormigón de 10 cm, mortero 1 | m2 | 23.00 | 16.50 | 379.50 |
| 5,001,001,007 | Enlucido recto manual con mortero 1:4, e=1.5 cm, superf | m2 | 46.00 | 10.59 | 487.14 |
| 5,001,001,008 | HºSº f'c=180 kg/cm² | m3 | 1.80 | 153.45 | 276.21 |
| 5,001,001,009 | Encofrado recto general con tabla | m2 | 17.48 | 9.40 | 164.31 |
| 5,001,001,010 | Suministro instalación de puerta de tubo HG y malla | u | 1.00 | 86.05 | 86.05 |
| 5,001,001,011 | Pintura de paredes enlucidas | m2 | 46.00 | 3.41 | 156.86 |
| 5,002 | LÍNEA DE IMPULSIÓN | | | | 3,287.68 |
| 5,002,001 | Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m | m3 | 128.00 | 8.53 | 1,091.84 |
| 5,002,002 | Relleno compactado manualmente, material de sitio | m3 | 128.00 | 7.38 | 944.64 |
| 5,002,003 | Suministro. Instalación Tubería PVC D=63mm 1.25 MP, | m | 460.00 | 2.72 | 1,251.20 |
| | | | | | |
| SUBTOTAL: | | | | S/ | 44,604.24 |
| IGV: | | | | 18% S/ | 8,028.76 |
| TOTAL | | | | S/ | 52,633.01 |

**ursos hídricos y su reglamento ley 29338, Título 3 Artículo 34.** Condiciones generales para el uso de los recursos hídricos dice: el uso de los recursos hídricos se encuentra condicionado a su disponibilidad. El uso del agua debe realizarse en forma eficiente y con respeto a los derechos de terceros, de acuerdo con lo establecido en la ley, promoviendo que se mantengan o mejoren las características físico-químicas del agua, el régimen hidrológico en beneficio del ambiente, la salud pública y la seguridad nacional.

En la ley de recurso Hídricos, **Articulo N°39** menciona que el consumo poblacional consiste en la captación del agua o una red pública para

satisfacer las necesidades humanas básicas y esta se ejerce mediante la Autoridad Nacional del Agua.

Reglamento de procedimientos administrativos para el otorgamiento de derechos de agua y de autorización de ejecución de obras en fuentes naturales de agua. Formato anexo 8 ítem 2.2.

### 1.3.9. Estado de Arte

Durante los últimos años los métodos geofísicos aplicados al estudio de aguas subterráneas han experimentado avances notorios. Algunos de estos avances corresponden a las mejoras instrumentales o de disponibilidad de técnicas de tratamiento. Entre ellos se tiene a:

**Resonancia Magnética Protónica (RMP)**

La principal característica de este método consiste en que es el único capaz de detectar agua subterránea de manera directa en el subsuelo.
El principio operativo del método consiste en la excitación de los protones del agua subterránea en presencia del campo magnético terrestre, donde necesitamos una unidad emisora y receptora.
El transmisor genera una corriente alterna a la frecuencia de resonancia a través de una bobina situada sobre la superficie del terreno.

### 1.3.10. Definición de Términos.

**Prospección geofísica**

Es un procedimiento para la detección o ubicación de agua subterránea para su posterior aprovechamiento.

**Geoeléctrica**

Rama de la geofísica que estudia el comportamiento de las rocas y

sedimentos con respecto a la corriente eléctrica.

**Resistividad**

Es la propiedad inversa a la conductividad eléctrica y casi siempre se expresa en ohm por metro.

**Dispositivo Schlumberger**

Es un dispositivo simétrico que debe cumplir con la condición de que la distancia que separa a AB debe ser mayor o igual que 5MN.

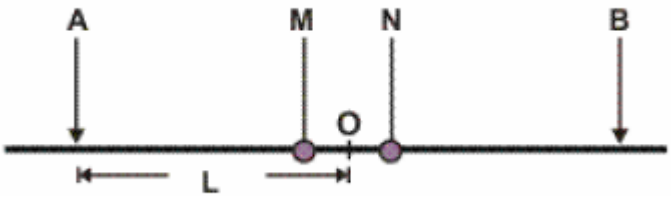



**Figura N° 2: Dispositivo Schlumberger**

**uente: Libro de Aguas Subterráneas**

**Sondeo eléctrico vertical**

Es un método que consiste en un conjunto de determinaciones de la resistividad aparente efectuadas por un equipo llamado Georesistivimetro.

**Estudios hidrogeológicos**

Los estudios hidrogeológicos permiten determinar las variables hidráulicas del manto de agua, definir su rendimiento y calidad y los caudales óptimos de captación. Por medio de los estudios hidrogeológicos pueden definirse también la dirección del flujo subterráneo, las áreas de mayor aptitud para la captación, el adecuado distanciamiento entre pozos y se establecen las situaciones anómalas que podrían interferir sobre el recurso hídrico. De ese modo se asegura la sustentabilidad del acuífero, tanto en rendimiento como en calidad.

**Acuífero**

Son estructuras geológicas subterráneas que al estar totalmente saturadas, son aptas para el almacenaje y transmisión de agua en abundancia. Se caracteriza por presentar una importante permeabilidad, extensión y espesor. Estas formaciones geológicas, al permitir el desplazamiento de agua por sus grietas, le permite al ser humano poder aprovecharla para la satisfacción de sus necesidades.

**Dotación de agua**

Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/ habitante-día.

**Agua potable**

Es el agua que podemos consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. Esta agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud.

Por eso, antes de que el agua llegue a nuestras casas, es necesario que sea tratado en una planta potabilizadora. En estos lugares se limpia el agua y se trata hasta que está en condiciones adecuadas para el consumo humano.

**Agua subterránea**

El agua subterránea es la que se encuentra bajo la superficie terrestre y ocupa los poros y las fisuras de las rocas más sólidas.

## 1.4. Formulación del Problema.

¿Qué consideraciones se tendrán para el Estudio Geofísicos Mediante Sondeos Eléctricos Verticales con fines de uso poblacional en sectores de distrito de José Leonardo Ortiz?

## 1.5. Justificación e importancia del estudio.

**Justificación Científica**, la presente tesis si cumple con los parámetros de investigación, debido que ha tiene estudios que nos brindaran datos que serán evaluados para su posterior procesamiento. (Universidad Señor de Sipán, 2017)**.**

**Justificación Social**, según información de la población el agua consumida es de mala calidad, esta investigación tiene como finalidad extraer agua subterránea en cantidad y calidad con los estándares internacionales. (Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, 2018).

**Justificación Económica**, la presente tesis tiene como base las proyecciones de demanda de agua según EPSEL, y la disponibilidad de recursos hídricos en la región., la investigación que se realizara tiene como fundamento económico el uso adecuado y correcto para el muestreo de los pozos y verificar su correcto uso. (Ministerio de economia y finanzas, 2012)**.**

**Justificación Ambiental**, sustentada en el manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados, muestreo de aguas subterráneas, donde nuestra investigación cumple con los requerimientos ambientales de nuestro país. (Ministerio del ambiente, 2016)**.**

## 1.6. Hipótesis

El estudio geofísico mediante sondeos eléctricos verticales determinará si el agua subterránea es apta para el uso de la población del distrito de José Leonardo Ortiz.

## 1.7. Objetivos

### Objetivo General

Determinar las características de las diferentes capas del subsuelo, desde el punto de vista Geofísico, con el fin de determinar la mejor ubicación para la perforación de un pozo tubular con fines de uso poblacional en los sectores del Distrito José Leonardo Ortiz.

**Objetivos Específicos**

1. Definir los espesores y características Geoeléctricos de cada uno de los horizontes que conforman los sectores investigados.
2. Diferenciar las capas y horizontes del subsuelo según su litología para lo cual se utiliza las resistividades eléctricas obtenidas.
3. Realizar un inventario de fuentes de Agua Subterráneas a través de sus resistividades.
4. Determinar la calidad del agua subterránea en una primera aproximación.
5. Calcular la demanda de Agua para los sectores Investigados.
6. Ubicar las zonas con las condiciones geofísicas favorables para la perforación de obras de agua subterránea.
7. Estimar Presupuesto de perforación de un Pozo tubular.

# II. MÉTODO

## 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

### 2.1.1. Tipo de Investigación

Cuantitativa- Tecnológica, porque se enfocó y se guío la exploración de Agua Subterránea para así poder determinar si es apta para consumo de una población y a su vez se utiliza el software para poder determinar diferentes resistividades

### 2.1.2. Diseño de Investigación

Experimental (**Cuasi Experimental)**, porque es una investigación que posee trabajo de Campo y Gabinete. El primero que se enfoca directamente en los estudios de prospección geofísica y el segundo basado en el manejo de los diferentes programas para la obtención de resultados.

## 2.2. Población y muestra

### 2.2.1. Población

Las aguas subterráneas de la región Lambayeque, están sujetas a una situación adversa, sobre todo en el distrito de José Leonardo Ortiz; no cuentan con agua potable debido a que la entidad prestadora de servicios de saneamiento de Lambayeque (EPSEL), la presión no abastece, debido al desnivel que existe entre las zonas y la tubería matriz.

### 2.2.2. Muestra

El agua subterránea en el distrito de José Leonardo Ortiz, la situación de estas aguas no ha sido estudiada; por lo cual se identificó las zonas dentro de su jurisdicción, con la finalidad de elaborar mapas de ubicación con condiciones favorables para la explotación de agua subterránea; se realizaron 26 sondeos eléctricos verticales se La Resolución Jefatura N° 007-2015-ANA, con la ayuda de la empresa privada Geofama Consultores se realizaron estos Sondeos.

## 2.3. Variables

### 2.3.1. Variable Independiente

Estudio Geofísicos con sondeos eléctricos verticales y suelo.

### 2.3.2. Variable Dependiente

Uso Poblacional, cantidad y calidad del Agua.

## 2.4. Operacionalización.

**Tabla 2: Variable Dependiente, Tabla de Operacionalización.**

| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES | SUBINDICADORES | ÍNDICE | TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS | METODOS DE ÁNALISIS DE DATOS | ESCALA DE MEDICION |
| USO POBLACIONAL | Uso por Sector | Caudal del Acuífero | Tipo de Estratos ( Saturados o no saturados) | HA | Observación | SEV- HOJA LOGARITMICA | Schlumberger | INTERVALO |
| | | | | | Entrevista | SEV- HOJA LOGARITMICA | Schlumberger | INTERVALO |
| | | | | | Análisis de Documentos | SEV- HOJA LOGARITMICA | Schlumberger | INTERVALO |
| | Censo Poblacional | Muestra Censal | Población Actual | Habitante | Observación | Guía de Observación | Encuestas | RAZON |
| | | | | | Entrevista | Cuestionario | Tablas | RAZON |
| | | | | | Análisis de Documentos | Guía de Análisis de Documentos | Tasa de Población | NOMINAL |
| | Análisis Demográfico | Tasa de Crecimiento | Población Futura | Habitante | Observación | Guía de Observación | Encuestas | RAZON |
| | | | | | Entrevista | Cuestionario | Tablas | RAZON |
| | | | | | Análisis de Documentos | Guía de Análisis de Documentos | Tasa de Población | NOMINAL |
| CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA | Parámetros para la calidad del Agua | Teórico | Consumo Sectorizado | m3/s | Entrevista | Cuestionario | Tablas | RAZON |
| | | | | | Análisis de Documentos | Guía de Análisis de Documentos | | |

**(Fuente: Elaboración Propia)**

**Tabla 3: Variable Independiente, Tabla de Operacionalización.**

| VARIABLE | DIMENSIONES | COMPONENTES | SUBINDICADORES | ÍNDICE | TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS | INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estudios Geofísicos con sondeos eléctricos verticales | Estudio Geofísicos | Análisis Geofísicos del Acuífero | Capas de Explotación del Acuífero | m3/s | Observación | Guía de Observación | Schlumberger | RAZON |
| | | | | | Entrevista | Cuestionario | Schlumberger | RAZON |
| | | | | | Análisis de Documentos | Guía de Análisis de Documentos | Schlumberger | RAZON |
| | Caudal del Acuífero | Calidad del Acuífero | Área del Acuífero | m3/s | Observación | Guía de Observación | Schlumberger | INTERVALO |
| | | | | | Entrevista | Cuestionario | Schlumberger | INTERVALO |
| | | | | | Análisis de Documentos | Guía de Análisis de Documentos | Schlumberger | INTERVALO |
| | Calidad de Agua | Captación del Acuífero | Tipo de Captación | m3/s | Observación | Guía de Observación | Tablas | INTERVALO |
| | | | | | Entrevista | Cuestionario | Parámetros | INTERVALO |
| | | | | | Análisis de Documentos | Guía de Análisis de Documentos | Encuestas | INTERVALO |
| | Resistividad | Sondeos Eléctricos Verticales | Resistividad del suelo | Ohm | Observación | Guía de Observación | Schlumberger | INTERVALO |
| | | | | | Entrevista | Cuestionario | Schlumberger | INTERVALO |
| | | | | | Análisis de Documentos | Guía de Análisis de Documentos | Schlumberger | INTERVALO |
| SUELO | Área de Estudio | Tipo de Suelo Obtenido | Respuesta del Suelo a la resistividades | Ha | Observación | Análisis de Documentos | Schlumberger | INTERVALO |
| | | | | | Entrevista | | | |
| | | | | | Análisis de Documentos | | | |

**(Fuente: Elaboración Propia)**

## 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.5.1. Técnicas de Recolección de datos.

a) **Observación:** Se estudió los componentes del suelo mediante de la prospección geofísica, verificando sus diferentes estratos.

b) **Análisis de documentos:** Se recopiló, analizó y seleccionó información relacionada con el tema de investigación, como data estadística (INEI), tesis, revistas, libros, artículos científicos.

### 2.5.2. Instrumentos

a) **Guía de Observación**

Se empleó una HOJA SEV LOGARITMICA para la recopilación de datos, a fin de registrar los resultados obtenidos por el Georesistivimetro. **Ver Anexo N 2**

b) **Guía de Documentos.**

Se empleó como guía de documentos la ley de recursos hídricos y su reglamento, las cuales rigen los estudios hidrogeológicos y sus componentes.

**Tabla 4: Normas de Proyecto**

| NORMA | DESCRIPCIÓN | APLICACIÓN |
|---|---|---|
| Ley de Recursos Hídricos | Ley dada por la Autoridad Nacional del Agua para el uso de las aguas superficiales y subterráneas | Tipo y consumo de Agua Subterráneas |
| Reglamento de Procedimientos administrativos para el otorgamiento de derechos de uso de agua y de autorización de ejecución de obras en fuentes naturales de agua.(Resolución Jefatural N°007-2015-ANA) | Estudio Hidrogeológico para la acreditación de la disponibilidad hídrica subterránea para pozos tubulares | Formato N°8,Capitulo II Estudios Basicos,item 2.2 prospección geofísica, dando a conocer la cantidad de secciones para la perforación de un pozo |
| Reglamento Nacional de Edificaciones | Reglamento Vigente para determinar el caudal mediante parámetros establecidos | Nos brinda el Coeficiente para el cálculo de Dotación por Vivienda |

## 2.6. Procedimiento para la recolección de Datos

### 2.6.1. Diagrama de Flujo de Procesos.

**Figura N° 3: Diagrama de Flujo de Procesos**

**(Fuente: Elaboración Propia)**

### 2.6.2. Descripción de Procesos.

## A. DEFINICIÓN DE LOS ESPESORES Y CARACTERÍSTICAS GEOELÉCTRICAS DE CADA UNO DE LOS HORIZONTES QUE CONFORMAN LOS SECTORES INVESTIGADOS.

### A.1. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

En el distrito de José Leonardo Ortiz, correspondiente a la jurisdicción de la provincia de Chiclayo, se ha realizado estudios que se centra en la caracterización geoeléctrica del subsuelo, mediante Sondeos Eléctricos Verticales–SEVs, conteniendo las interpretaciones de los resultados obtenidos.

Los datos fueron adquiridos por un equipo de exploración geofísica. La metodología consistió en el procesamiento e interpretación de las curvas de campo con la ayuda del Software IPI2win para generar cortes geoeléctricas donde se aprecia la distribución de las resistividades verdaderas en profundidad.

Se integraron las descripciones de las asociaciones de depósitos acumulados por los cursos de agua a lo largo de los lechos por donde discurren los sedimentos finos y gruesos que se encuentran en la zona investigada, las cuales fueron observadas durante el reconocimiento de campo, con la finalidad de establecer criterios para definir asociaciones de los rangos de resistividad.

### A.2. DESARROLLO DEL MÉTODO

Determinados las zonas de estudio y las áreas donde se realizó la investigación se procederá con los sondeos verticales eléctricos los cuales se harán mediante el Georesistivimetro.

El sondeo eléctrico vertical (SEV), permite conocer a partir de la superficie del terreno, la distribución de las distintas capas geo eléctricas en profundidad, es decir permite determinar los valores de resistividad de cada capa y su espesor correspondiente.

En el SEV, se introduce corriente continua al terreno mediante dos electrodos llamados de emisión o de corriente A y B, y se mide la diferencia

del potencial producido por el campo eléctrico así formado, entre otros dos electrodos llamados de recepción o de potencial M y N.

Es posible calcular la resistividad del medio según:

$\delta = K.\blacktriangle V/I$

$\delta$ = Resistividad en el medio, en ohm-m.

$\blacktriangle V$ = Diferencia de potencial, en mV, medida en los electrodos M y N.

I = Intensidad de corriente en mA, medida en los electrodos A y B.

K = Constante geométrica que depende de la distribución de los electrodos, en m.

**A.3. CONFIGURACIÓN SCULUMBERGER**

En el SEV, con configuración Schlumberger, los electrodos están alineados y conservan simetría con respecto al punto central o punto SEV, debiendo cumplirse que MN sea menor que 1/3 AB.

Al aumentar la distancia entre los electrodos de emisión de corriente, aumenta su profundidad de penetración y también va cambiando sus resistividades aparentes. Estos valores son ploteados en papel bilogaritmico obteniéndose como resultado una curva, a partir de la cual, mediante diversas técnicas, es posible determinar las resistividades verdaderas y los espesores que las diferentes capas tienen bajo el punto de investigación. De esta manera, se llega a conocer el corte geoeléctrico del subsuelo.

En el SEV, con configuración Schlumberger, los electrodos M y N permanecen fijos mientras A y B se alejan hasta el valor $\blacktriangle V$ sea tan pequeño que obligue a aumentar MN. Estos cambios de M y N resultan en un salto de resistividad aparente para la misma distancia AB, cuando se presentan heterogeneidades laterales.

Estos saltos se corrigen para la interpretación, así como también, a veces hay necesidad de suavizar la curva de resistividades aparentes obtenida en campo.

El método ha sido ideado para estructuras constituidas por capas homogéneas paralelas con extensión lateral muy grande, lo cual no se cumple en realidad, presentándose adelgazamientos o desapariciones de las capas, así como también se presenta variaciones laterales de resistividad. Por ello y debido a otras limitaciones del método los resultados obtenidos presentan un margen de error que podría llegar normalmente a más o menos 10% del valor determinado en la

interpretación.

Si la estructura es compleja este error aumenta y podría ser tan grande que se aleja mucho de lo real. Por ello, es necesario que los resultados obtenidos sean correlacionados con las investigaciones geológicas y datos de perforaciones para establecer con mayor precisión la estructura del subsuelo en el área de estudio.

Algunas circunstancias favorables para la aplicación son las irregularidades del relieve tanto superficial como del subsuelo, la presencia de una capa superficial de muy alta resistividad que dificulta la penetración de la corriente eléctrica, el relativo pequeño espesor de las capas de profundidad, heterogeneidades laterales marcadas y otras.

Las resistividades de las capas pueden ser relacionadas con la naturaleza de las mismas, particularmente, en lo que corresponde al contenido de agua en sus poros o fracturas, al contenido de sal en el agua y al tamaño de los granos de los depósitos, en caso se trate de sedimentos no consolidados.

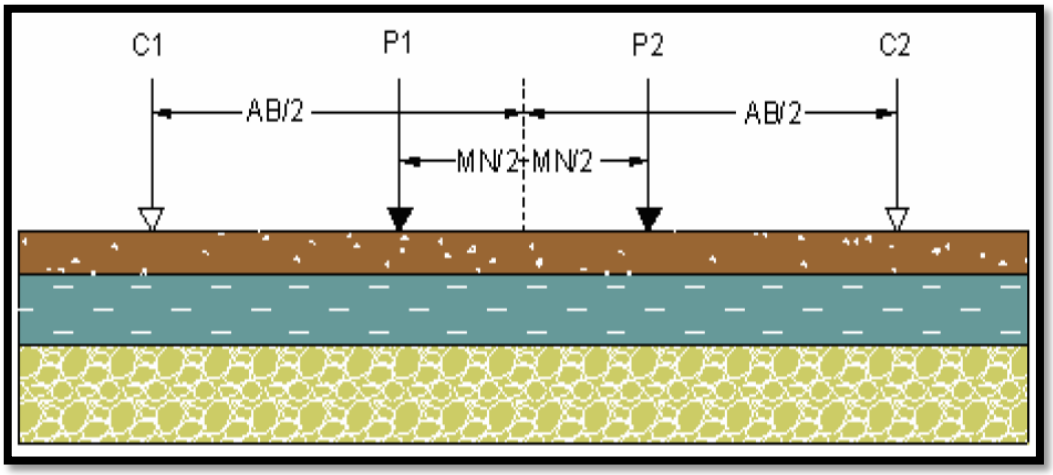



**Figura N° 4: Configuración Sculumberger**.

**Fuente: Libro de Aguas Subterráneas**

A través de la ejecución de los Sondeos Eléctricos Verticales_SEVs, se llega a determinar los espesores de cada uno de los puntos definidos en la zona de investigación. Para ello, se requiere de contar en el equipo principal (Georesistivimetro)

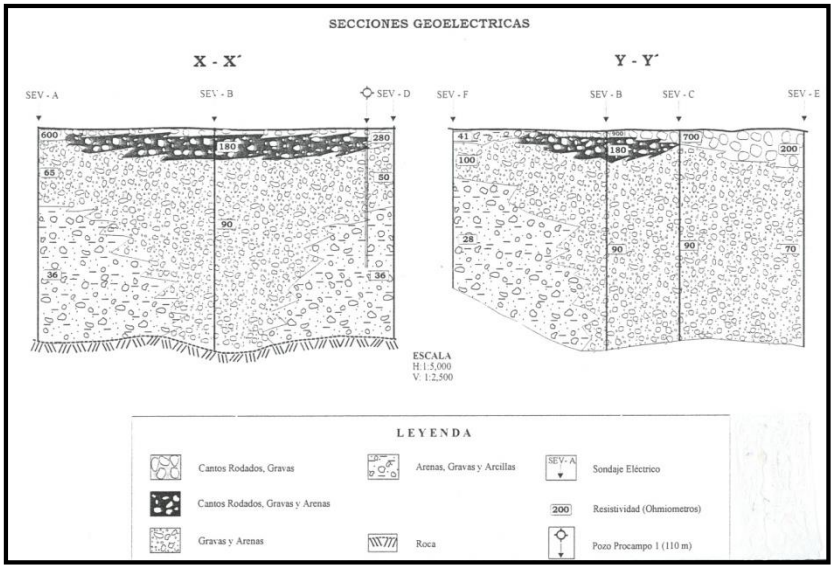



**Figura N° 5: Espesor del Suelo**

**Fuente: Libro de Aguas Subterráneas**

## B. DIFERENCIACIÓN DE LAS CAPAS Y HORIZONTES DEL SUBSUELO SEGÚN SU LITOLOGÍA PARA LO CUAL SE UTILIZA LAS RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS OBTENIDAS.

Para diferenciar dichas capas el sondeo eléctrico vertical nos permite obtener ciertas resistividades ver tabla N° 5, mientras más bajas son estas podemos determinar su litología

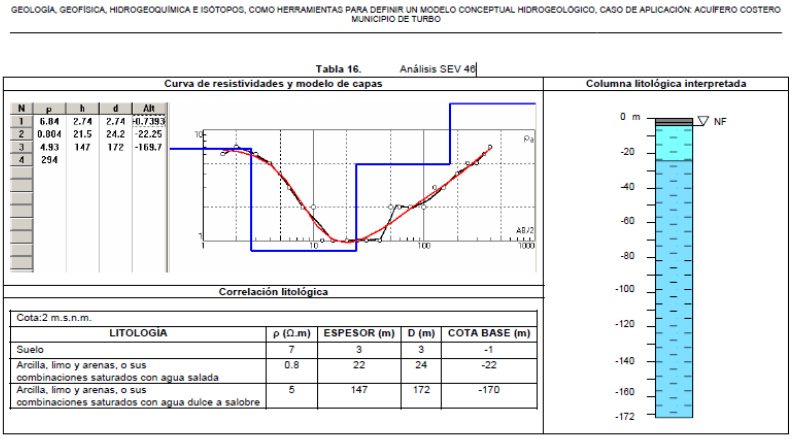
El siguiente cuadro adjunto se muestra las resistividades de algunos medios.

**Tabla 5: Tipos de Resistividades**

| TIPO DE AGUA Y ROCA | RESISTIVIDAD (Ohm-m) |
|---|---|
| Agua del mar | 0,20 |
| Agua de acuíferos aluviales | 10 – 30 |
| Agua de fuentes | 50-100 |
| Arenas y gravas secas | 1.000 - 10.000 |
| Arenas y gravas con agua dulce | 50 – 500 |
| Arenas y gravas con agua salada | 0,5 – 5 |
| Arcillas | 2 – 20 |
| Margas | 20 -100 |
| Calizas | 300 - 10,000 |
| Areniscas arcillosas | 50 – 300 |
| Areniscas cuarciticas | 300 - 10,000 |
| Cineritas, tobas volcánicas | 50 – 300 |
| Lavas | 300 - 10,000 |
| Esquitos grafitosos | 0,5 – 5 |
| Esquistos arcillosos o alterados | 100 – 300 |
| Esquistos sanos | 300 - 3,000 |
| Gneis, granito alterados | 100 - 1,000 |
| Gneis, granitos sanos | 1,000 - 10,000 |

**Fuente: Libro de Aguas Subterráneas**

En la siguiente curva podemos observar a través del método SEVS sus resistividades en cierto sondeo con ello podemos ver su litología y su composición.



GEOLOGÍA, GEOFÍSICA, HIDROGEOQUÍMICA E ISÓTOPOS, COMO HERRAMIENTAS PARA DEFINIR UN MODELO CONCEPTUAL HIDROGEOLÓGICO, CASO DE APLICACIÓN: ACUÍFERO COSTERO MUNICIPIO DE TURBO

**Tabla 16.** Análisis SEV 46

**Curva de resistividades y modelo de capas**

| N | ρ | h | d | Alt |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.84 | 2.74 | 2.74 | 10.7393 |
| 2 | 0.004 | 21.5 | 24.2 | -22.25 |
| 3 | 4.93 | 147 | 172 | -169.7 |
| 4 | 294 | | | |

**Columna litológica interpretada**

**Correlación litológica**

Cota:2 m.s.n.m.

| LITOLOGÍA | ρ (Ω.m) | ESPESOR (m) | D (m) | COTA BASE (m) |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | 7 | 3 | 3 | -1 |
| Arcilla, limo y arenas, o sus combinaciones saturados con agua salada | 0.8 | 22 | 24 | -22 |
| Arcilla, limo y arenas, o sus combinaciones saturados con agua dulce a salobre | 5 | 147 | 172 | -170 |

**Figura N° 6: Distribución de las Resistividades**

**Fuente: Libro de Aguas Subterráneas**

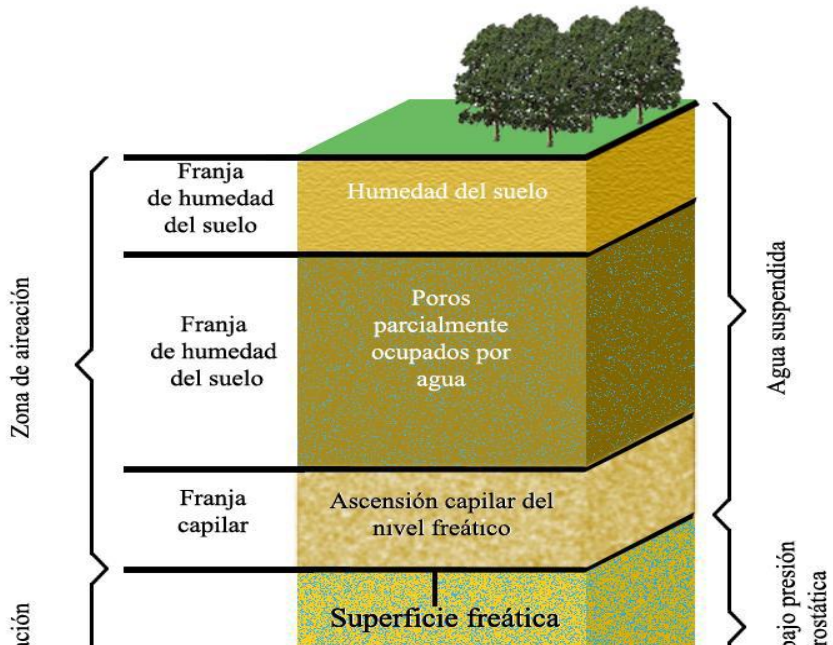


**Figura N° 7: Estratos del Terreno.**

**Fuente: Libro de Aguas Subterráneas**

## C. REALIZACIÓN DE UN INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA.

### C.1. RECOPILACIÓN DE DATA ANA 2015

Se comenzó el trabajo de análisis de data del 2015 para comenzar con la ubicación de pozos tubulares, sus tipos, forma y diseño para la posterior planificación de visita de campo y toma de fotografías.

| SECTOR | TIPO DE POZO | | |
|---|---|---|---|
| | TAJO ABIERTO | MIXTO | TUBULAR |
| 1 | 2 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | | 1 |
| 3 | | 1 | 2 |
| 4 | 1 | | 3 |
| 5 | 1 | | 3 |

### C.2 ANÁLISIS DE DATOS

La data encontrada en el ANA, ayuda en gran manera a la investigación solo se efectuó en las actualizaciones de algunos pozos que han sido construidos artesanalmente sin inspección técnica, ni autorización de la autoridad local del agua (ALA)

**Tabla 6: Inventario de Pozos por Sector**

**Fuente: Elaboración Propia**

## D. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA PRIMERA APROXIMACIÓN.

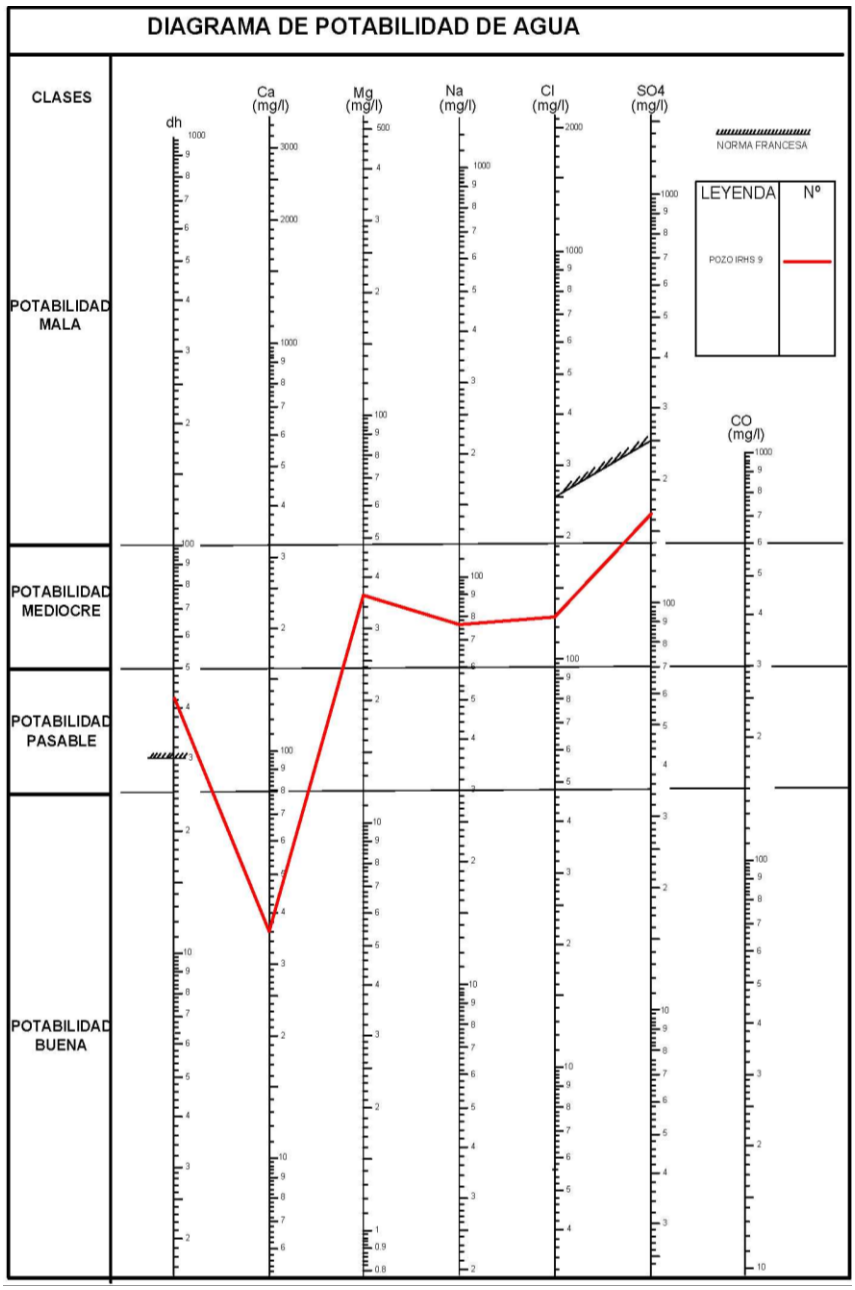



**Figura N° 8: Diagrama de Portabilidad del Agua.**

**Fuente: Libro de Aguas Subterráneas**

El diagrama muestra la potabilidad de la muestra de agua mediante sus resistividades, esto ayudara a determinar la calidad de la misma, que no cuente con microorganismos y a su vez detallara su color, sabor y cantidad.

## E. CALCULAR LA DEMANDA DE AGUA PARA LOS SECTORES INVESTIGADOS.

### E.1. PERÍODO DE DISEÑO

Es la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por ende el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente.

Factores para cada diseño:

Obras de captación: 20 años

Conducción: 10 a 20años

Reservorio: 20 años

Redes: 10 a 20 años

### E.2. METODOS DE CÁLCULO

Los métodos más utilizados para establecer población futura son:

**Método analítico**

Presuponen que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de la población censada, así como de los intervalos de tiempo en que estos se han medido.

**Métodos comparativos**

Son aquellos que mediante procedimientos gráficos estiman valores de población, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando datos de las poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

**Método racional**

En este método se realiza un estudio socioeconómico del lugar considerando el

crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.

La forma de crecimiento aritmético es:

$$\mathbf{Pf = Pa\ (1+rt/1000)}$$

**Donde:**

**Pf =** Población futura

**Pa =** Población actual

**r =** Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes

**t =** Tiempo en años

## E.3. DEMANDA DE AGUA

### E.3.1. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

Los principales factores que afectan el consumo de agua son:

a) Tipo de comunidad
b) Económicos sociales
c) Factores climáticos
d) Tamaño de la comunidad.

### E.3.2. DEMANDA DE DOTACIONES

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes localidades, se asignan las dotaciones en base al número de habitantes.

**Población –Dotación**

Hasta 500 – 60 lt/hab/día

500-1000 – 60-80 lt/hab/dia

1000-2000 – 80 -100 lt/hab/dia

### E.3.3. VARIACIONES PERIÓDICAS

**CONSUMO PROMEDIO DIARIO**

Es el consumo promedio anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresaba en litros/ segundo y se determina mediante la siguiente relación:

**Qm = Pf x dotación/86,400 seg/día**

Donde:

**Qm =** Consumo promedio diario (lt/s)

**Pf =** Población futura (hab)

**d =** Dotación (lt/hab/día)

**CONSUMO MAXIMO DIARIO**

El consumo máximo diario se define como el día máximo de consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año.

**E.4. CÁLCULO DE OFERTA DE AGUA**

Es el volumen disponible de agua para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas de la población.

La expresión para su cálculo en un acuífero es la siguiente:

R = (A x E x S)/T

Donde:

**R =** Oferta de agua (m3/h)

**A =** Área de estudio (m2)

**E =** Espesor de profundidad de acuífero (m)

**S =** Coeficiente de almacenamiento (adimensional)

**T =** Tiempo (h)

**COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO**

Es el volumen de agua liberada o captada por el acuífero, por unidad de área de la superficie del acuífero, para la investigación este valor es 0.02

## F. UBICACIÓN DE LAS ZONAS CON LAS CONDICIONES GEOFÍSICAS FAVORABLES PARA LA PERFORACIÓN DE OBRAS DE AGUA SUBTERRÁNEA.

### ANTEPROYECTO DE LA OBRA DE CAPTACIÓN

Considerando los resultados del estudio, las condiciones hidrogeológicas de la zona evaluada son favorables para obtener agua para el tipo de uso que se proyecta; en estas condiciones se debe considerar la perforación e implementación de un pozo tubular en los alrededores del SEV 3, 6, 14, 20 y 22.Como muestra se ha ubicado geográficamente en las coordenadas UTM (WGS 84) al SEV 22.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL POZO

En la localización seleccionada, es factible obtener del acuífero la cantidad de agua suficiente y de calidad apropiada para el fin requerido. Respecto a los pozos vecinos en funcionamiento, el pozo proyectado para los Sectores estudiados se encuentra suficientemente alejado de éstos, garantizándose que no se producirán problemas de interferencia.

### DISEÑO DEL POZO PROYECTADO

En la figura N° 9, se presenta el diseño preliminar del pozo proyectado, para cuya elaboración se ha tenido en cuenta las características hidrogeológicas del acuífero, la profundidad actual de los niveles de la napa y su posible descenso en el futuro; así como también el abatimiento del nivel del agua en el pozo por efecto del bombeo. Este diseño es preliminar y deberá ser ajustado a otro definitivo basado en los resultados que se obtengan durante la etapa de perforación.

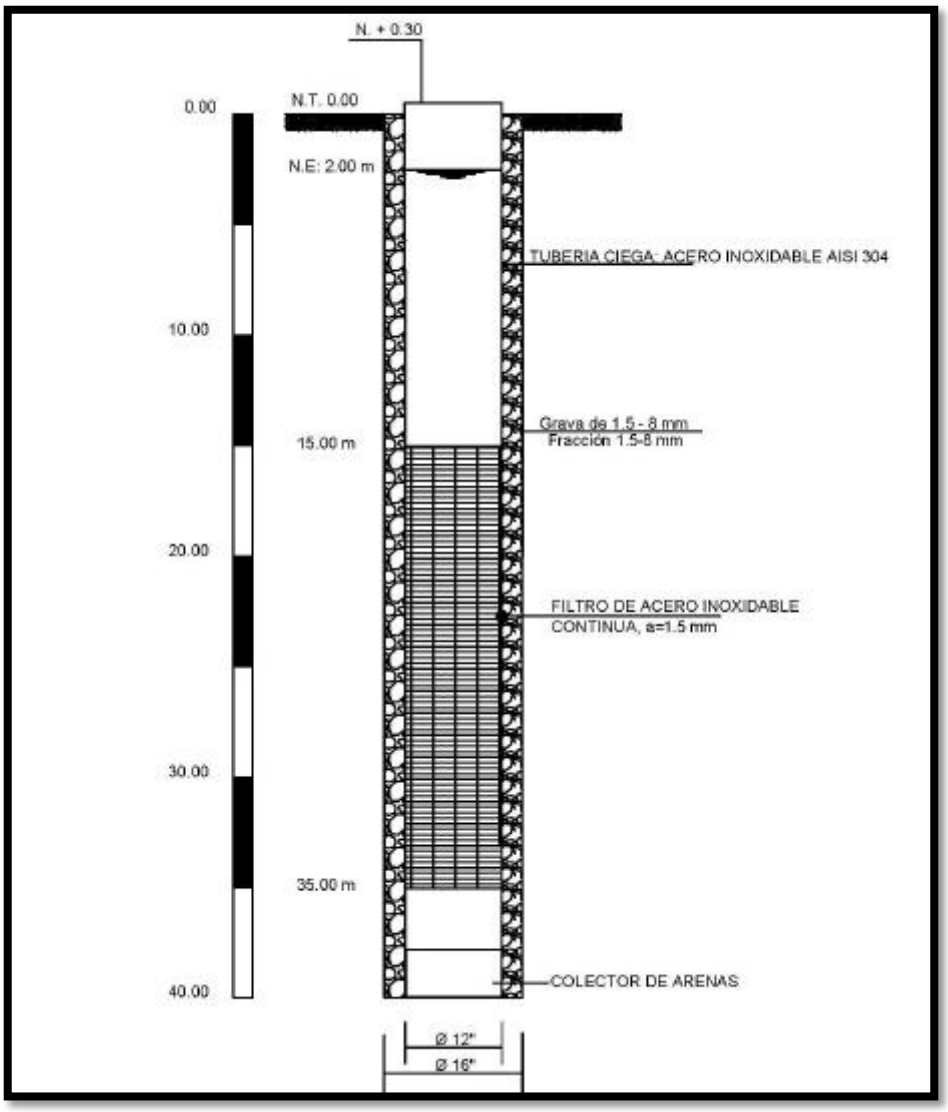



**Figura N° 9: Diseño Preliminar del Pozo Proyectado**

**Fuente: propia**

La descripción del diseño propuesto es como sigue:

**Entubado ciego definitivo**

De 0.00 a 40.00 m. entubado de acero inoxidable de 12” de diámetro, e = ¼”, este entubado deberá sobresalir 0.30 m. de la superficie del suelo.

Entre 37.60 m. y 40.00 m. entubado de acero inoxidable de 12” de diámetro, e = ¼” como colector de arenas.

**a) Área filtrante**

Entre 15.00 a 35.00 m. se instalará 10.00 m. de filtro de acero inoxidable de 12“diámetro, espesor ¼” y aberturas de 1.5 mm.

**b) Pre filtro de Grava**

El espacio anular que queda entre la perforación (16”) y el entubado definitivo (12”), deberá ser rellenado con grava seleccionada, limpia y redondeada de 1.5 a 8 mm de diámetro.

**PROCESO CONSTRUCTIVO**

A continuación se indican las recomendaciones generales para la construcción del pozo proyectado:

- La perforación del pozo, debe ser realizada por el método de percusión o rotación, sin limitación alguna.
- Las muestras de terreno a extraerse durante los trabajos de perforación, deberán ser analizadas con el objeto de establecer el correspondiente perfil litológico y ajustar el diseño definitivo del pozo. Las muestras se extrajeron a cada 2 metros de profundidad y/o cada vez que ocurra un cambio aparente de litología. También se extraerá muestras de agua para controlar su calidad, y en caso de encontrarse acuíferos conteniendo agua de calidad indeseable, se procederá a sellarlos mediante una cementación adecuada.
- Al finalizar la perforación del pozo y antes de proceder al entubado definitivo, se debe efectuar una diagrafía geofísica de resistividad, potencial espontánea y gamma natural, para conocer de manera cualitativa y en forma cuantitativa las condiciones de la calidad de los horizontes atravesados y poder ubicar los filtros frente a las zonas de mejor permeabilidad aparente.
- Culminada la instalación de la columna de producción (tubería definitiva y filtros) de acuerdo al diseño aprobado por la inspección de la obra, se debe proceder al engravado, el que debe llegar hasta el nivel de la zapata de la tubería herramienta, rellenándose conforme se extrae dicha tubería hasta cuando menos de 5 m. por encima del nivel del agua.

- Mediante cualquier método de desarrollo (pistoneo– sondeo, aire comprimido, agua a presión, etc) aprobado por la inspección de la obra, el pozo deberá someterse a un proceso de limpieza con el objeto de remover el material fino de una zona inmediata y alrededor de los filtros, para mejorar su permeabilidad, estabilizar la formación y evitar el arrastre de materiales finos cuando el pozo sea puesto en producción; el tiempo mínimo neto acumulado de desarrollo debe ser de 72 horas.
- El pozo una vez limpio debe ser sometido a un bombeo de prueba, para lo cual el equipo a utilizar debe permitir extraer caudales variables; asimismo deberá acondicionarse una tubería de PVC por donde se pueda introducir la sonda eléctrica para tener una buena lectura, esta tubería debe quedar 01 metro por encima del cuerpo de impulsores de la bomba de prueba.
- En la tubería exterior de descarga de la bomba, se instalará un medidor de caudal, cuyas características deben permitir tener una buena medida del caudal extraído.
- El ensayo de bombeo del pozo debe tener una duración de 72 horas, tiempo que debe distribuirse de la siguiente manera: las primeras 24 horas desarrollo por bombeo iniciándose con el mínimo caudal e incrementándose progresivamente hasta llegar al máximo caudal al término de las 24 horas, cada régimen de bombeo se cambiará cuando salga agua limpia y libre de sedimentos finos; las siguientes 8 horas, prueba de bombeo escalonada a cuatro (04) regímenes de bombeo de 2 horas cada uno y las últimas 40 horas una prueba de acuífero a caudal constante, caudal que debe corresponder al caudal óptimo de explotación.

- Una vez concluida la prueba, se debe observar el comportamiento de la recuperación por un tiempo mínimo de 24 horas. El inicio de las pruebas de 8 y 40 horas se debe hacer después de 12 horas de recuperación del nivel estático.

    a. Los resultados de las pruebas de descenso y recuperación deberán presentarse en cuadros, gráficos con la determinación de los parámetros hidráulicos del acuífero
    b. Durante la prueba se extraerán muestras de agua para el respectivo

análisis físico– químico.

c. La prueba de bombeo debe ser minuciosamente controlada e interpretada, ya que en base a sus resultados se elige el caudal óptimo de explotación y se diseña el equipo de bombeo definitivo.
d. El pozo debe ser construido de tal manera que el entubado de la columna de producción sea perfectamente redondo, vertical y alineado. Para demostrar que el pozo ha sido construido en estas condiciones, se debe realizar pruebas de verticalidad y alineamiento cuyos resultados deben evidenciar que en el pozo es posible el ingreso libre de la bomba definitiva a instalarse y que la totalidad de su columna quede perfectamente vertical y alineada.
e. El ante pozo no debe ser rellenado hasta cuando se haya concluido con la prueba de bombeo, de tal manera que pueda permitir alimentar de grava si las circunstancias lo exigiera, sobre todo en la etapa de desarrollo y bombeo.
f. La tubería definitiva del pozo debe sobresalir 0.30 m. sobre el nivel del terreno y mientras no se instale e equipo de bombeo definitivo el orificio deberá quedar sellado; finalizada la construcción del pozo este debe ser limpiado de todo material extraño incluyendo herramientas, maderas, sogas, restos de cualquier clase ya sea cemento, aceite, etc.
g. El entubamiento debe ser enteramente repasado con un álcali para remover las grasas y aceites; después de esta operación el pozo será desinfectado con solución de cloro.

## G. ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE PERFORACIÓN DE UN POZO TUBULAR.

Para la estimación del presupuesto se procedió a analizar partidas que nos permitieron su elaboración y a su vez su monto a pagar dependiendo la unidad en la que se trabajara.

- ✓ Trabajos Preliminares
- ✓ Movilización
- ✓ Perforación con Equipo Alternos Bajo Agua.
- ✓ Desarrollo de Pozo
- ✓ Análisis y Prueba de Pozo
- ✓ Prueba de Aforo con Bomba de 8”
- ✓ Suministro con Tuberías ciegas de 18”
- ✓ Instalación de Filtros
- ✓ Instalación de Equipo de Bombeo
- ✓ Tubería de Colector

### 2.6.3. Recursos Humanos

**Tabla 7: RECURSOS HUMANOS SECTOR 1**

| SECTOR 1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| RECURSOS HUMANOS | | | | | |
| ITEM | UND | CANTIDAD | COSTO PARCIAL(S/) | COSTO TOTAL(s/) | |
| TESISTA 1 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| TESISTA 2 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| SEGURIDAD | HORA/HOMBRE | 4 | S/100.00 | S/400.00 | |
| INGENIERO ESPECIALISTA | HORA/HOMBRE | 1 | S/800.00 | S/800.00 | |
| | | | | TOTAL | S/1,600.00 |
| PRESUPUESTO: R MATERIALES(CANTIDAD DETALLADA) | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UND | CANTIDAD | COSTO PARCIAL(s/) | COSTO TOTAL(s/) |
| Equipo sondeo eléctricos verticales | Equipo para prospección geofísica | UND | S/1.00 | S/800.00 | S/800.00 |
| 1 GPS GARMIN | Equipo para ubicación | UND | S/2.00 | S/50.00 | S/100.00 |
| Radios Motorolas | Equipo de comunicación | UND | S/3.00 | S/40.00 | S/120.00 |
| | | | | TOTAL | S/1,020.00 |
| | | | COSTO POR 5 SONDEOS | TOTAL | S/2,620.00 |

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 8: RECURSOS HUMANOS SECTOR 2**

| SECTOR 2 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **RECURSOS HUMANOS** | | | | | |
| **ITEM** | **UND** | **CANTIDAD** | **COSTO PARCIAL(S/)** | **COSTO TOTAL(s/)** | |
| TESISTA 1 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| TESISTA 2 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| SEGURIDAD | HORA/HOMBRE | 4 | S/100.00 | S/400.00 | |
| INGENIERO ESPECIALISTA | HORA/HOMBRE | 1 | S/800.00 | S/800.00 | |
| | | | | TOTAL | S/1,600.00 |
| **PRESUPUESTO: R MATERIALES(CANTIDAD DETALLADA)** | | | | | |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UND** | **CANTIDAD** | **COSTO PARCIAL(s/)** | **COSTO TOTAL(s/)** |
| Equipo sondeo eléctricos verticales | Equipo para prospección geofísica | UND | S/1.00 | S/800.00 | S/800.00 |
| 1 GPS GARMIN | Equipo para ubicación | UND | S/2.00 | S/50.00 | S/100.00 |
| Radios Motorolas | Equipo de comunicación | UND | S/3.00 | S/40.00 | S/120.00 |
| | | | | TOTAL | S/1,020.00 |
| | | | **COSTO POR 5 SONDEOS** | **TOTAL** | **S/2,620.00** |

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 9: RECURSOS HUMANOS SECTOR 3**

| SECTOR 3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **RECURSOS HUMANOS** | | | | | |
| **ITEM** | **UND** | **CANTIDAD** | **COSTO PARCIAL(S/)** | **COSTO TOTAL(s/)** | |
| TESISTA 1 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| TESISTA 2 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| SEGURIDAD | HORA/HOMBRE | 4 | S/100.00 | S/400.00 | |
| INGENIERO ESPECIALISTA | HORA/HOMBRE | 1 | S/800.00 | S/800.00 | |
| | | | | TOTAL | S/1,600.00 |
| **PRESUPUESTO: R MATERIALES(CANTIDAD DETALLADA)** | | | | | |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UND** | **CANTIDAD** | **COSTO PARCIAL(s/)** | **COSTO TOTAL(s/)** |
| Equipo sondeo eléctricos verticales | Equipo para prospección geofísica | UND | S/1.00 | S/800.00 | S/800.00 |
| 1 GPS GARMIN | Equipo para ubicación | UND | S/2.00 | S/50.00 | S/100.00 |
| Radios Motorolas | Equipo de comunicación | UND | S/3.00 | S/40.00 | S/120.00 |
| | | | | TOTAL | S/1,020.00 |
| | | | **COSTO POR 5 SONDEOS** | **TOTAL** | **S/2,620.00** |

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 10: RECURSOS HUMANOS SECTOR 4**

| SECTOR 4 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **RECURSOS HUMANOS** | | | | | |
| **ITEM** | **UND** | **CANTIDAD** | **COSTO PARCIAL(S/)** | **COSTO TOTAL(s/)** | |
| TESISTA 1 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| TESISTA 2 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| SEGURIDAD | HORA/HOMBRE | 4 | S/100.00 | S/400.00 | |
| INGENIERO ESPECIALISTA | HORA/HOMBRE | 1 | S/800.00 | S/800.00 | |
| | | | | TOTAL | S/1,600.00 |
| **PRESUPUESTO: R MATERIALES(CANTIDAD DETALLADA)** | | | | | |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UND** | **CANTIDAD** | **COSTO PARCIAL(s/)** | **COSTO TOTAL(s/)** |
| Equipo sondeo eléctricos verticales | Equipo para prospección geofísica | UND | S/1.00 | S/800.00 | S/800.00 |
| 1 GPS GARMIN | Equipo para ubicación | UND | S/2.00 | S/50.00 | S/100.00 |
| Radios Motorolas | Equipo de comunicación | UND | S/3.00 | S/40.00 | S/120.00 |
| | | | | TOTAL | S/1,020.00 |
| | | | **COSTO POR 5 SONDEOS** | **TOTAL** | **S/2,620.00** |

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 11: RECURSOS HUMANOS SECTOR 5**

| SECTOR 5 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **RECURSOS HUMANOS** | | | | | |
| **ITEM** | **UND** | **CANTIDAD** | **COSTO PARCIAL(S/)** | **COSTO TOTAL(s/)** | |
| TESISTA 1 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| TESISTA 2 | HORA/HOMBRE | 1 | S/200.00 | S/200.00 | |
| SEGURIDAD | HORA/HOMBRE | 4 | S/150.00 | S/600.00 | |
| INGENIERO ESPECIALISTA | HORA/HOMBRE | 1 | S/1000.00 | S/1000.00 | |
| | | | | TOTAL | S/2,000.00 |
| **PRESUPUESTO: R MATERIALES(CANTIDAD DETALLADA)** | | | | | |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UND** | **CANTIDAD** | **COSTO PARCIAL(s/)** | **COSTO TOTAL(s/)** |
| Equipo sondeo eléctricos verticales | Equipo para prospección geofísica | UND | S/1.00 | S/800.00 | S/800.00 |
| 1 GPS GARMIN | Equipo para ubicación | UND | S/2.00 | S/50.00 | S/100.00 |
| Radios Motorolas | Equipo de comunicación | UND | S/3.00 | S/40.00 | S/120.00 |
| | | | | TOTAL | S/1,020.00 |
| | | | **COSTO POR 6 SONDEOS** | **TOTAL** | **S/3,020.00** |

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 12: TABLA RESUMEN DE COSTO POR SECTOR**

| COSTO POR SECTOR | S/ |
|---|---|
| SECTOR 1 | S/2,620.00 |
| SECTOR 2 | S/2,620.00 |
| SECTOR 3 | S/2,620.00 |
| SECTOR 4 | S/2,620.00 |
| SECTOR 5 | S/3,020.00 |
| TOTAL | S/13,500.00 |

**Fuente: Elaboración Propia**

**En el Sector N° 1: Se Obtuvo Un gasto de S/ 2620.00**

**En el Sector N° 2: Se Obtuvo Un gasto de S/ 2620.00**

**En el Sector N° 3: Se Obtuvo Un gasto de S/ 2620.00**

**En el Sector N° 4: Se Obtuvo Un gasto de S/ 2620.00**

**En el Sector N° 5: Se Obtuvo Un gasto de S/ 3020.00**

**Obteniendo un Total Invertido en la Investigación por un Monto de S/13.500**

## 2.7. Aspectos Éticos

### 2.7.1. Ética de la Publicidad

Está investigación la cual lleva por título, Estudio Geofísicos mediante sondeos eléctricos verticales con fines de uso poblacional en sectores del distrito de José Leonardo Ortiz-Lambayeque,2018, tiene la necesidad de realizar publicidades, ya que el objetivo de esta investigación es dar a conocer datos reales e importantes que se puedan tener en cuenta para la decisión del tipo de agua que está consumiendo la población de José Leonardo Ortiz, y dar a conocer las diferentes consecuencias si es que no se tomaran medidas, ya que involucra un tema de salud y riesgo poblacional haciendo que estén probables a una infección generalizada de la zonificación en la que se trabaja, y así obtener datos alarmantes, según datos obtenidos por diferentes INSTITUCIONES que realizaron encuestas y haber procesado esos datos, sé obtuvo que El agua no es apta para consumo, dato Alarmante. **(Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, 2018).**

### 2.7.2. Ética de la Aplicación

En la ley de recurso Hídricos, **Articulo N°39** menciona que el consumo poblacional consiste en la captación del agua o una red pública para satisfacer las necesidades humanas básicas y esta se ejerce mediante la Autoridad Nacional del Agua, en el **Artículo 44°** menciona que el uso del agua se requiere contar con un derecho que es otorgado solo por la Autoridad Nacional del Agua con la Participación del Consejo de la cuenca donde se encuentre.

La Resolución Jefatura N° 007-2015-ANA, en el **Artículo 37°** que lleva por nombre Pozos de explotación o investigación, dictamina que para poder tener la autorización de la ejecución pozos de explotación o investigación el administrado debe presentar los documentos para que puedan ser aprobados y así tener la autorización para la ejecución de los estudios de los aprovechamientos hídrica. (Autoridad Nacional del Agua, 2015)**.**

## 2.8.Criterios de Rigor Científico.

Este diseño emergente de investigación, ha develado el rol fundamental que tiene el investigador ya que, entre múltiples aspectos que debe manejar, se destaca la forma de contacto con el fenómeno estudiado y la perspectiva interpretativa que desarrolla sobre lo que ve, oye y comprende en el contexto de la realidad que afecta al objeto de estudio.

### 2.8.1. Generalidades

Mediante la realización de los sondeos electicos verticales se obtuvo la información requerida, para así poder verificarlas con fuentes teóricas y el software.

### 2.8.2. Fiabilidad

Todos los estudios realizados en esta investigación son confiables, ya que se ejecutaron según los parámetros brindados por la ley de recursos hídricos y La Resolución Jefatura N° 007-2015-ANA y se contó con un equipo especializado para el objetivo principal de esta investigación, brindando así datos veraces en los resultados.

### 2.8.3. Replicabilidad

Los resultados obtenidos de los Sondeos Eléctricos Verticales de la presente investigación, permanecerán constantes en el tiempo mientras que sean trabajados por un ingeniero especialista y apruebe la veracidad de los resultados obtenidos en campo.

## CAPÍTULO III

## 3. Análisis e Interpretación de Resultados

### 3.1. Definición de los espesores y características geoeléctricas de cada uno de los horizontes que conforman los sectores investigados

#### 3.1.1. Definición de Espesores.

Toda la información de campo fue procesada y posteriormente interpretada, para lo cual se utilizó el software IPI 2WIN.

El resultado de la interpretación cuantitativa de los sondeos SEVs, se muestra en la tabla Nº 06, donde se observa los valores de las resistividades y espesores verdaderos de las diferentes capas que conforman el relleno suelto en el área de estudio.

Las curvas de campo y su interpretación se muestran en los Anexos adjuntos.

**Tabla 13: INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS SEVS.**

| SEV | HORIZONTES O CAPAS GEOELÉCTRICAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | R1<br>h1 | R2<br>h2 | R3<br>h3 | R4<br>h4 | R5<br>h5 | R6<br>h6 | |
| 1 | 0.5279 | 2.588 | 13.87 | 24.75 | 10.00 | 7.768 | |
| | 0.9707 | 1.775 | 6.134 | 27.54 | 33.60 | | |
| 2 | 1.245 | 3.039 | 5.246 | 16.26 | 11.04 | 3.492 | |
| | 2.774 | 2.906 | 6.638 | 21.58 | 44.13 | | |
| 3 | 2.467 | 8.039 | 10.72 | 19.83 | 9.237 | 6.996 | |
| | 1.869 | 3.223 | 5.628 | 24.20 | 45.46 | | |
| 4 | 2.064 | 3.356 | 6.927 | 20.43 | 11.04 | 5.351 | |
| | 1.16 | 2.51 | 5.12 | 24.77 | 37.80 | | |
| 5 | 1.487 | 3.009 | 12.69 | 17.61 | 8.703 | 6.335 | |
| | 1.594 | 1.185 | 5.668 | 27.53 | 29.28 | | |
| 6 | 1.548 | 8.364 | 13.60 | 19.83 | 6.335 | 4.894 | |
| | 2.064 | 2.153 | 6.188 | 24.17 | 50.74 | | |

***Fuente: Propia***

La **tabla N° 10** muestra los espesores geoeléctricos de cada uno de los sondeos eléctricos verticales mediante uso del equipo estos espesores también están definidos por su resistividad, con el podremos determinar cuáles son los espesores que influyen en las diferentes capas del subsuelo.

### 3.1.2. Características Geoeléctricas.

**SECTOR 1**

**Corte geoeléctrico A–A'**

Conformado por los Sondeos Eléctricos Verticales Nºs 1, 2,3, 4 y 5. Se encuentran ubicados en los Pueblos Jóvenes de San Juan de Dios y Sagrado Corazón de Jesús. Presenta orientación Este a Noroeste, siendo la distancia de 335 m.

Este corte del subsuelo está conformado por tres (03) horizontes o capas geoeléctricas, cuyas características y condiciones se describen a continuación:

**Horizonte H–I**

Primer horizonte determinado en la zona de estudio, el cual presenta mayor potencia. Presenta espesores de 35 hasta 169 m. y resistividades entre 11 hasta 84 Ohm.m.

Esta primera estructura geoeléctrica se relaciona con materiales superficiales del cuaternario reciente, constituido por arcillas finas, arenas gruesas, cantos y gravas. Se encuentra en estado saturado a partir de 5.00 m. en promedio.

**Horizonte H–II**

Se aprecia solamente en el SEV Nº 02. Su resistividad es 8 Ohm.m; siendo sus espesores de 11 a 134 m. Esta estructura geológicamente se relaciona con sedimentos finos, de permeabilidad nula; sin embargo su estructura se encuentra en estado saturado. Las aguas subterráneas contenidas se encuentran salinizadas y/o mineralizadas.

**Horizonte H–III**

Último horizonte determinado en la zona de estudio, el cual no ha sido determinado. Las resistividades oscilan entre 34 a 68 Ohm.m. Los espesores no han sido definidos.

Desde el punto de vista litológico, se encuentra conformado por arena, grava y contenido de arcilla en menor proporción. Se encuentra en estado saturado y presenta regulares condiciones hidrogeológicas.

## Corte geoeléctrico B–B’

Este corte geoeléctrico se encuentra conformado por los Sondeos Eléctricos Verticales Nºs 04, 02, 05 y 06. Se ubica en los pueblos jóvenes antes indicado, correspondiente al distrito de José Leonardo Ortiz. Presenta orientación Noroeste a Suroeste y cuenta con una distancia de 595 m.

Como el anterior corte, está conformado por tres (03) horizontes o capas geoeléctricas, cuyas características y condiciones se detallan a continuación:

**Horizonte H–I**

En el corte referido se ha determinado en la parte superficial y se distribuye en casi todo el corte. Presenta espesores de 35 hasta 180 m. y resistividades de 13 hasta 118 Ohm.m.

Esta primera estructura la conforman materiales superficiales del cuaternario reciente, además de arcillas finas, arenas gruesas, cantos rodados de diámetro diverso y gravas. El nivel estático se encuentra en promedio a partir de los 5.00 m. de profundidad.

**Horizonte H–II**

Como el anterior corte, se aprecia solo en el SEV Nº 02; siendo su resistividad de 8 Ohm.m y espesores de 11 a 134 m. Desde el punto de vista litológico, se relaciona con sedimentos finos, de permeabilidad nula; estando en estado saturado y las aguas subterráneas contenidas se encuentran salinizadas y/o mineralizadas

**Horizonte H–III**

Determinado a partir de las profundidades de 138 hasta 180 m., presentando resistividades de 58 hasta 177 Ohm.m. Sus espesores no han sido definidos.

Desde el punto de vista litológico, se encuentra conformado por arena, grava y contenido de arcilla en menor proporción. Se encuentra en estado saturado y presenta buenas condiciones hidrogeológicas.

## SECTOR 2

### Sección geoeléctrica A–A’

Constituida por los SEVs Nºs 06, 09 y 10, los cuales comprende el centro rural de Chilape y presenta una orientación Noreste a Sur con una distancia de 257.00 m.

Este corte del subsuelo está conformado por tres (03) horizontes o capas geoeléctricas, cuyas características y condiciones se describen a continuación:

**Horizonte H–I**

Se ubica en la parte superficial de la sección, presentando espesores de 4 a 19 m. y resistividades entre 11 a 103 Ohm.m.

Esta primera estructura geoeléctrica se relaciona con materiales superficiales del cuaternario reciente, constituido por sedimentos finos y gruesos (arcillas y arenas).

Los SEVs Nºs 07 y 08, presentan contenido de humedad a partir de los 10 m. de profundidad.

**Horizonte H–II**

Se aprecia en toda la estructura del corte y presenta espesores entre 120 a 135 m., apreciándose el mayor espesor en el SEV Nº 08, disminuyendo en el SEV Nº 09. Los valores de resistividad varían entre 72 a 103 Ohm.m.

Sus componentes son sedimentos medios a gruesos (arenas y cantos rodados de diverso diámetro) de buena permeabilidad. Este horizonte se encuentra en estado saturado, siendo factible su explotación mediante el diseño de pozos.

**Horizonte H–III**

Último horizonte determinado en la zona de investigación, cuya estructura presenta valores de resistividades eléctricas entre 181 a 453 Ohm.m y espesor no definido.

Geológicamente se relaciona con sedimentos que representan al basamento rocoso impermeable.

**Sección geoeléctrica B–B'**

Se inicia en la parte Sureste, haciendo su recorrido hacia el Noroeste, presentando una distancia de 274 m.

Este corte del subsuelo está constituido por tres (03) horizontes o capas geoeléctricas, siendo sus características y condiciones las que a continuación se describen:

**Horizonte H–I**

Se aprecia en toda la estructura del corte geoeléctrico, presentando valores reducidos de espesor (1 a 2 m.) y resistividades de 11 a 19 Ohm.m.

Litológicamente está constituida por sedimentos finos (arcillas) y se encuentra en estado no saturado.

**Horizonte H–II**

De mayor potencia en la estructura del corte geoeléctrico, siendo sus espesores de

129 a 139 m. y sus resistividades varían entre 46 a 94 Ohm.m.
Desde el punto de vista litológico lo constituyen sedimentos medios (arenas gruesas y cantos rodados de diámetro variable).

Las condiciones hidrogeológicas que presenta son factibles para su explotación a través de la confección de fuentes de aguas subterráneas.

**Horizonte H–III**

Último horizonte determinado, cuya estructura presenta valores de resistividades entre 181 a 453 Ohm.m y espesor no definido.

Geológicamente se relaciona con sedimentos que representan al basamento rocoso impermeable.

**SECTOR 3**

**Sección geoeléctrica A–A'**

Constituida por los SEVs Nºs 11, 13,15, los cuales recorren los asentamientos humanos culpon y nuevo culpon presenta orientación Noroeste a Sur con una distancia de 156.00 m.

Este corte del subsuelo está conformado por tres (03) horizontes o capas geoeléctricas, cuyas características y condiciones se describen a continuación:

**Horizonte H–I**

Se aprecia en los SEVs Nºs 11 y 12 de la parte superficial de la sección y presenta espesores de 1 a 2 m. y resistividades entre 6 a 11 Ohm.m.

Esta primera estructura geoeléctrica se relaciona con materiales superficiales del cuaternario reciente y está constituido por sedimentos finos (arcillas), estando en estado no saturado.

**Horizonte H–II**

De mayor potencia en la sección geoeléctrica, en la cual se aprecian espesores entre 107 a 124 m. y resistividades de 15 a 97 Ohm.m.

Sus componentes son sedimentos finos a gruesos (arcillas, arenas y cantos rodados de diámetro variable) de buena permeabilidad. Este horizonte se encuentra en estado saturado, siendo factible su explotación mediante el diseño de pozos a partir de 20 m. de profundidad de la superficie.

**Horizonte H–III**

Último horizonte determinado en la zona de investigación, cuya estructura presenta valores de resistividades eléctricas entre 693 a 1,398 Ohm.m y espesor no definido.

Geológicamente se relaciona con sedimentos que representan al basamento rocoso impermeable.

**Sección geoeléctrica B–B'**

Esta estructura se encuentra compuesta por los SEVs Nºs 11, 12,14 y 15, haciendo su recorrido de Norte a Sureste, presentando una distancia de 241 m.

Este corte del subsuelo está constituido por tres (03) horizontes o capas geoeléctricas, siendo sus características y condiciones las que a continuación se describen:

**Horizonte H–I**

Se aprecia en toda la parte superficial del corte geoeléctrico, presentando valores reducidos de espesor (3 a 5 m.) y resistividades de 3 a 10 Ohm.m.

Litológicamente está constituida por sedimentos finos (arcillas) y se encuentra en estado no saturado.

**Horizonte H–II**

Este horizonte presenta mayor potencia en la estructura del corte geoeléctrico, siendo sus espesores de 114 a 124 m. y sus resistividades varían entre 24 a 88 Ohm.m.

Desde el punto de vista litológico lo constituyen sedimentos finos a medios (arcillas, arenas y cantos rodados de diámetro variable).

Las condiciones hidrogeológicas que presenta son factibles para su explotación a través de la confección de fuentes de aguas subterráneas. Se encuentra en estado saturado a partir de los 20 m. de profundidad aproximadamente.

**Horizonte H–III**

Último horizonte determinado, cuya estructura presenta valores de resistividades entre 209 a 321 Ohm.m y espesor no definido.

Geológicamente se relaciona con sedimentos que representan al basamento rocoso impermeable.

**SECTOR 4**

**Sección geoeléctrica A–A'**

Conformado por los SEVs Nºs 16, 17,19, presenta varios horizontes geoeléctricos. A continuación se describe cada uno de ellos:

**Primer horizonte (H–I)**

Horizonte de espesor reducido (2 a 8 m.), el cual presenta resistividades variables (46 a 5,605 Ohm.m) y se encuentra en estado no saturado.

Litológicamente está conformado por sedimentos finos con presencia de gruesos, de poca permeabilidad. Este horizonte representa los materiales sueltos del cuaternario reciente.

**Segundo horizonte (H–II)**

En este horizonte predominan resistividades que oscilan entre 17 hasta 93 Ohm

m.; existiendo un valor puntual de 161 Ohm.m y espesores entre 65 hasta 211 m. Litológicamente está representado por sedimentos finos a gruesos (arena gruesa, limo y cantos rodados de diferentes diámetros), de buena permeabilidad y en estado saturado.

Este horizonte es factible para la explotación de aguas subterráneas mediante el diseño de fuentes de aguas subterráneas (pozos).

**Tercer horizonte (H–III)**

Horizonte que se aprecia en el SEV Nº 16 y se encuentra a partir de los 73 m. de profundidad; presentando resistividad de 220 Ohm.m.

Desde el punto de vista litológico, está conformado por sedimentos gruesos (piedra de diverso diámetro) y se encuentra en estado saturado.

**Cuarto horizonte (H–IV)**

Presente en la parte final del corte geoeléctrico. Lo conforman resistividades altas (213 a 4,537 Ohm.m.) y espesor sin definir, lo cual corresponde al basamento rocoso impermeable.

**Sección geoeléctrica B–B'**

Se encuentra constituida por los SEVs Nºs, 17, 18, 20. Tiene una secuencia de cuatro (04) horizontes geoeléctricos.
A continuación se describe cada uno de ellos:

**Primer horizonte (H–I)**

Se ubica en la parte superior del corte y la conforma una capa que presenta resistividades variables (169 a 53,917 Ohm.m) y espesor reducido (2 a 8 m.), pero todo en estado no saturado.

Este horizonte corresponde a depósitos sueltos cuaternarios que rellenan el sector estudiado.

**Segundo horizonte (H–II)**

Se ubica a continuación del anterior horizonte. Sus resistividades de 13 a 181 Ohm.m, representan a sedimentos finos a gruesos de permeabilidad media a buena y se encuentran en estado saturado en la parte inferior.

Presenta espesores entre 65 a 179 m. y de acuerdo a las características definidas, es factible para la explotación de aguas subterráneas mediante el diseño de pozos.

**Tercer horizonte (H–III)**

Como el anterior corte geoeléctrico, se aprecia en el SEV Nº 16 y se encuentra a partir de los 73 m. de profundidad; presentando resistividad de 220 Ohm.m.

Desde el punto de vista litológico, está conformado por sedimentos gruesos (piedra de diverso diámetro) y se encuentra en estado saturado.

**Cuarto horizonte (H–IV)**

Por sus resistividades altas (113 a 1,117 Ohm.m) y espesor no definido, representa al basamento rocoso impermeable.

**SECTOR 5**

**Secciones geoeléctricas**

Basados en los resultados, se ha elaborado dos (02) secciones geoeléctricas por sector, cuyo análisis permitirá inferir y conocer las características y condiciones geoeléctricas de las diferentes capas u horizontes que conforman el subsuelo en el área investigada.

**Sección geoeléctrica A– A'**

Ubicado en las inmediaciones de la avenida Villa Hermosa y la calle Las Lúcumas, y se encuentra conformada por los SEVs Nº 21, 26 y 25 en ese orden. Asimismo, presenta orientación Sureste a Noroeste.

El subsuelo está definido por 04 horizontes o capas geoeléctricas, cuyas características y condiciones se describen a continuación:

**Primer horizonte**

Constituido por tres (03) capas, de espesor reducido que oscila entre 9 a 10 m, siendo sus resistividades bajas, las cuales oscilan entre 1 a 14 Ohm.m. Litológicamente está compuesto por arcillas con presencia de arenas.

A partir de los 2.00 m. de profundidad aproximadamente, este horizonte se encuentra en estado saturado.

**Segundo horizonte**

Horizonte que presenta espesores entre 24 a 28 m. variando sus resistividades entre 18 a 25 Ohm.m. Litológicamente está definido por arenas, gravas, cantos rodados de diverso diámetro y arcillas en menor proporción. Se encuentra en estado saturado y presenta las mejores condiciones para la exploración de aguas subterráneas.

**Tercer horizonte**

Se ubica entre 34 a 37 m de profundidad y presenta resistividades eléctricas entre 6 a 10 Ohm.m; que indicaría que está compuesto por sedimentos mayormente arcillosos y el agua contenida se encuentra salinizada y/o

mineralizada.

**Cuarto horizonte**

Presenta resistividades entre 5 a 8 Ohm.m y espesor no definido. Litológicamente se encuentra definido por arcillas y gravas en menor proporción.

**Sección geoeléctrica B– B'**

Ubicado en las inmediaciones de la Avenida Villa Hermosa y las calles Los Eucaliptos, Sausales y Zapotes. La sección está constituida por los SEVs Nº 23,22 y 24 en ese orden; presentando orientación Sureste a Noreste.

**Primer horizonte**

Conformado por tres (03) capas de espesor reducido, encontrándose en la parte superficial en estado seco y a partir de 2.00 m. se aprecia el nivel estático.

Desde el punto de vista litológico lo conforman sedimentos constituidos por arcillas y en menor proporción por arenas.

**Segundo horizonte**

Se aprecia a partir de 9 y 13 m de profundidad; y sus resistividades eléctricas varían entre 16 a 20 Ohm.m, lo cual indica que está compuesto por sedimentos de arenas, gravas, cantos rodados de diverso diámetro y arcillas en menor proporción. Siendo el horizonte que presenta las mejores condiciones hidrogeológicas para su exploración.

**Tercer horizonte**

Ubicado a partir de 34 y 35 m de profundidad, presentando resistividades eléctricas entre 9 a 11 Ohm.m; y cuyas características litológicas indican que está conformado por clastos finos de permeabilidad baja y las aguas contenidas son salinizadas y/o mineralizadas.

**Cuarto horizonte**

Este horizonte es el más profundo y por sus condiciones geoeléctricas representa a sedimentos finos que contienen aguas salinizadas y/o mineralizadas.

## 3.2. Diferenciación de las capas y horizontes del subsuelo según su litología para lo cual se utiliza las resistividades eléctricas obtenidas.

### 3.2.1. Horizontes del Subsuelo.

**SECTOR 1**

**Espesores totales:**

En la **Figura N° 11** , muestra las variaciones a partir de la cota superficial hasta la base del horizonte III, es decir todo el relleno, incluido el seco y el saturado, éstas isocurvas de profundidad nos indican las zonas de mayor cobertura de los diferentes estratos que conforman todos los puntos de SEVs ejecutados.

En la sección geoeléctrica A–A', se pueden apreciar espesores que varían entre 126.00 a 131.00 m. de profundidad, llegando a la conclusión que la mayor profundidad se aprecia en el SEV Nº 05; mientras que la menor en el SEV Nº 03 y 04.

En cuanto la sección geoeléctrica B–B', los espesores oscilan entre 126.00 a 135.00 m. de profundidad, siendo el SEV Nº 01, el de mayor profundidad; mientras que la menor se aprecia en el SEV Nº 04

**Espesor del horizonte permeable saturado**

En la **Figura N° 12** muestra las variaciones de los espesores del productivo, es decir la parte más importante del acuífero, el mismo que permitirá recomendar pozos de exploración–explotación con profundidades que atraviesen todo el horizonte aprovechable.

Los espesores en el corte geoeléctrico A–A' varía de 101.00 a 106.00 m.; mientras que el corte B–B' presenta espesores entre 101.00 a 110.00 m.

**Resistividades eléctricas del horizonte saturado (H–3)**

La presente **Figura N° 11**, muestra las variaciones de la granulometría y permeabilidad de los diferentes puntos de investigación ubicados en el área de estudio; los mismos que presentan rangos de resistividad que oscilan entre 12.00 a 29.00 Ohm.m.

La mayor resistividad se aprecia en el SEV Nºs 03, mientras que la menor se aprecia en el SEV Nº 01.

**SECTOR 2**

**Espesores totales de los depósitos cuaternarios**

La **Figura N° 13**, presenta las variaciones a partir de la cota superficial hasta la base del horizonte III, es decir todo el relleno, incluido el seco y el saturado; estas isocurvas de profundidad nos indican las zonas de mayor cobertura de los diferentes sedimentos que conforman los Sondeos Eléctricos Verticales–SEVs ejecutados.

La sección geoeléctrica A–A', presenta espesores que varían entre 139 a 144 m; llegando a la conclusión que la mayor profundidad se aprecia en el SEV Nº 08; mientras que el menor valor en el SEV Nº 10.

A continuación en la sección geoeléctrica B–B', los espesores se aprecian entre 131 a 140 m.; estando el mayor valor en el SEV Nº 06; mientras que el menor valor se encuentra en el SEV Nº 08.

**Resistividades eléctricas del horizonte saturado**

La **Figura N° 14**, muestra resistividades del horizonte permeable saturado, referente al segundo horizonte y se aprecian variaciones de las resistividades entre 46 hasta 103 Ohm.m; horizonte de buenas condiciones geoeléctricas,

factible para su explotación.

El valor de mayor resistividad se aprecia en el SEV Nº 06, el cual es 103 Ohm.m; presentándose el valor más bajo en el SEV Nº 09, siendo el valor de 46 Ohm.m.

**Espesor del horizonte permeable saturado**

La **lámina 13,** presenta los espesores del horizonte saturado, el cual está considerado como el acuífero productor, encontrándose los espesores en promedio entre 121 a 134 m.

El mayor espesor se presenta en el SEV Nº 08 cuyo valor es 134 m. y presenta resistividad de 94 Ohm.m; mientras que el menor espesor es 121 m. (SEVs Nºs 09), siendo las resistividades de 79 a 91 Ohm.m respectivamente.

**SECTOR 3**

**Espesores totales de los depósitos cuaternarios**

La **Figura N° 15**, presenta las variaciones a partir de la cota superficial hasta la base del horizonte III, es decir todo el relleno, incluido el seco y el saturado; estas isocurvas de profundidad nos indican las zonas de mayor cobertura de los diferentes sedimentos que conforman los Sondeos Eléctricos Verticales–SEVs ejecutados.

La sección geoeléctrica A–A', presenta espesores que varían entre 109 a 124 m; llegando a la conclusión que la mayor profundidad se aprecia en el SEV Nº 11; mientras que el menor valor en el SEV Nº 15.

A continuación en la sección geoeléctrica B–B', los espesores se aprecian entre 118 a 127 m.; estando el mayor valor en el SEV Nº 11; mientras que el menor valor se encuentra en el SEV Nº 15.

**Resistividades eléctricas del horizonte saturado**

La **Figura N° 16**, muestra resistividades del horizonte permeable saturado, referente al segundo horizonte, apreciándose variaciones de las resistividades entre 15 hasta 97 Ohm.m; horizonte de buenas condiciones geoeléctricas, factible para su explotación.

El valor de mayor resistividad se aprecia en el SEV Nº 14, el cual es 97 Ohm.m; siendo su espesor de 86 m. Así mismo, el valor más bajo se ubica en los SEVs Nºs 12, siendo el valor de 15 Ohm.m.

**Espesor del horizonte permeable saturado**

La **Figura N° 16,** presenta los espesores del horizonte saturado, el cual está considerado como el acuífero productor, encontrándose los espesores en promedio entre 89 a 107 m.

El mayor espesor se presenta en el SEV Nº 11 cuyo valor es 107 m. y presenta resistividad de 55 Ohm.m; mientras que el menor espesor es 89 m. (SEV Nº 15), siendo la resistividad de 79 Ohm.m.

## SECTOR 4

### Techo del basamento rocoso impermeable

En este mapa se muestra las variaciones a partir de la cota superficial hasta la base del horizonte IV, es decir todo el relleno, incluido el seco y el saturado, éstas isocurvas de profundidad nos indican las zonas de mayor cobertura de los diferentes clastos que conforman todos los puntos de SEVs ejecutados.

En la sección geoeléctrica A–A', se pueden apreciar espesores que varían de 150 a 213 m. de profundidad.

Del corte anterior, llegamos a la conclusión que la mayor profundidad se aprecia en el SEV Nº 17, siendo la menor profundidad en el SEV Nº 20.

En cuanto a la sección geoeléctrica B–B', los espesores varían de 181 a 192 m. de profundidad, estando el mayor espesor en el SEV Nº 3 y el menor en el SEV Nº 2. **Ver Figura N° 17.**

**Espesor del horizonte permeable saturado (H–II)**

Esta lámina muestra las variaciones de los espesores del productivo, es decir la parte más importante del acuífero, el mismo que permitirá recomendar pozos de exploración–explotación con profundidades que atraviesen todo el horizonte aprovechable.

Los espesores en la sección geoeléctrica A–A‘, varían de 110 a 173 m., ubicándose las mejores potencias en el SEV Nº 17. En cuanto a la sección geoeléctrica B–B’, los espesores del horizonte saturado varían de 141 a 152 m. **Ver Figura N° 18.**

**Resistividades eléctricas del horizonte saturado (H–II)**

El presente mapa nos muestra las variaciones de la granulometría y permeabilidad de los diferentes puntos de investigación ubicados en el área de estudio; los mismos que presentan rangos de resistividad que oscilan entre 28 y 80 Ohm.m. **Ver Figura N° 18.**

**SECTOR 5**

**Resistividades eléctricas del horizonte saturado (H-2)**

La figura N° 19, muestra las resistividades del horizonte permeable saturado, referente al segundo horizonte (H – 2) y se aprecian variaciones de las resistividades que varían entre 16 hasta 25 Ohm.m; horizonte que es factible para su explotación.

El valor de mayor resistividad se aprecia en el SEV Nº 21, el cual es 25 Ohm.m; presentándose los valores más bajos en los SEVs Nºs 22 y 25 respectivamente, cuyos valores se aprecian entre 16 y 18 Ohm.m.

**Espesor del horizonte permeable saturado (H-2)**

En la figura N° 20, presenta espesores del horizonte saturado (H-2), el cual está considerado como el productor, encontrándose los espesores entre 22 a 28m.

El espesor mayor se presenta en los SEVs Nºs 21 y 25 cuyo valor es 28 m. y presenta resistividades de 18 a 25 Ohm.m; mientras que el menor espesor es 22 m. siendo su resistividad de 16 Ohm.m.

**Espesores totales de los depósitos cuaternarios**

En el plano Nº 27, presenta las variaciones a partir de la cota superficial hasta la base del horizonte IV, es decir todo el relleno, incluido el seco y el saturado; estas isocurvas de profundidad nos indican las zonas de mayor cobertura de los diferentes sedimentos que conforman los Sondeos Eléctricos Verticales - SEVs ejecutados.

La sección geoeléctrica A– A', presenta espesores que varían entre 65 a 85 m; llegando a la conclusión que la mayor profundidad se aprecia en el SEV Nº 6 y el menor valor se aprecia en el SEV Nº 25. Asimismo, en la sección geoeléctrica B– B', los espesores oscilan entre 71 a 80 m; encontrándose la mayor profundidad en el SEV Nº 23 y el menor valor se aprecia en el SEV Nº 24.

## 3.3.Realización de un inventario de fuentes de agua subterránea.

### 3.3.1. Inventario de fuentes de agua subterránea

Se determinó el desarrollo y la actualización de inventario de las fuentes de agua subterránea, teniendo como base el inventario de pozos del ALA del año 2011.
Como objetivo del inventario fue determinar la cantidad y situación actual de los pozos, cuyo resultado permitió conocer la situación física y técnica de éstos, así como también; cuantificar la masa de agua explotada del acuífero.
El inventario ha permitido registrar 10 fuentes de agua subterránea, ubicados en el Distrito de José Leonardo Ortiz en los 5 sectores investigados.

### 3.3.2. Inventario de pozos

El inventario de los pozos se realizó en los meses de mayo a octubre del año 2018, para ello se contó con personal de apoyo, que fueron distribuidos en dos (02) brigadas, cuyo objetivo fue la recolección de información de campo.
El trabajo consistió en actualizar la información técnica de los pozos, para lo cual se ha obtenido datos de la estructura de captación (año, tipo, profundidad, diámetro, cota y otros), del equipo de bombeo (motor y bomba), de los niveles de agua y caudal y; datos de la explotación de agua (estado, uso, régimen de explotación y volumen).

En total en los 5 sectores se halló 10 pozos, entre pozos de tipo tajos abiertos, tubulares y mixtos, ubicados en el distrito de José Leonardo Ortiz.

En la Figura N° 10, se observa la ubicación de las fuentes de agua subterráneas; mientras que en el Anexo III: Inventario de fuentes de agua subterránea se observa las características técnicas, las medidas de los niveles de agua realizadas; así como también los volúmenes explotados y su régimen de explotación y otros.

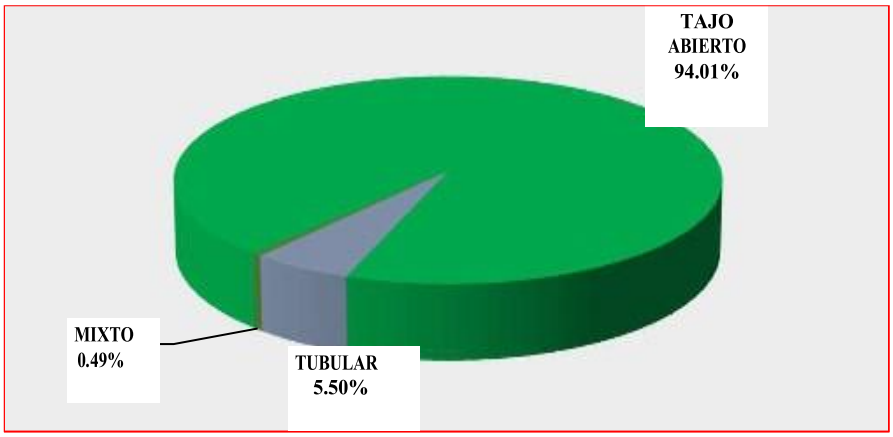



**Figura N° 10: Distribución porcentual de pozos en JLO:**

***Fuente: propia***

### 3.4. Determinación de la calidad del agua subterránea en una primera aproximación.

El corte geoeléctrico adjunto muestra los diferentes horizontes saturados del subsuelo de los 5 sectores investigados en el distrito de José Leonardo Ortiz, como ejemplo en el sector 5, la sección evaluada es A-A, que contiene a los SEV 21, SEV 26 Y SEV 25, donde se puede observar el basamento permeable en el horizonte III; el cual cuenta con un gran potencial de agua, sin embargo no es de la calidad y cantidad deseada, estos cortes geoeléctricos nos ayudaron a definir los diferentes medidas de agua subterránea lo cual nos permitirá dar una aproximación en primera opción; esto con los requerimientos del organismo mundial de la salud (OMS).

Los cortes ayudarán a definir litológicamente como se encuentra en subsuelo saturado y definir donde se hará la futura perforación, como se observa en la siguiente figura:

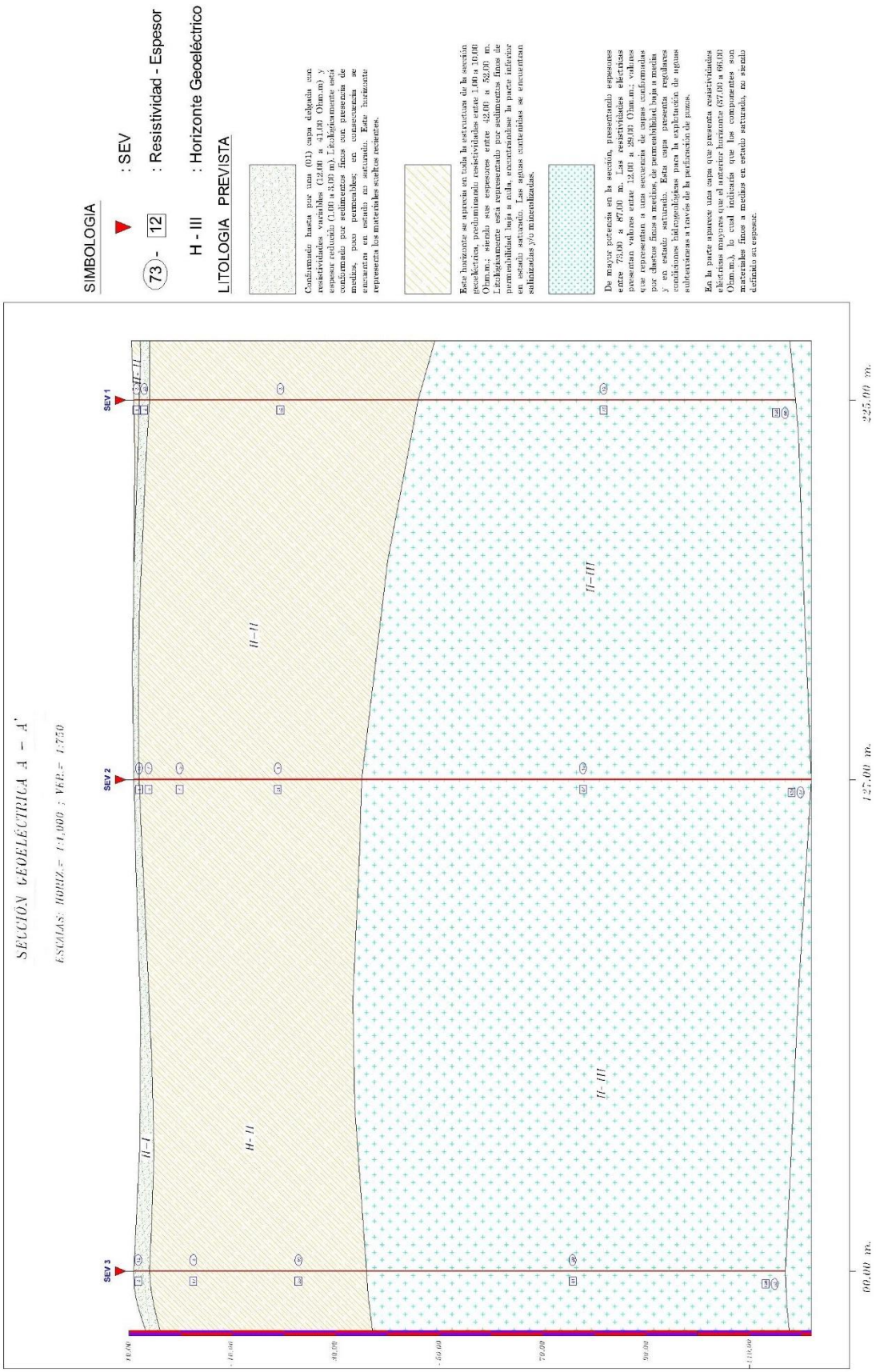



**Figura N° 11: Cortes Geoeléctricos Sector 1 Corte A-A´**
**Fuente: Propia**

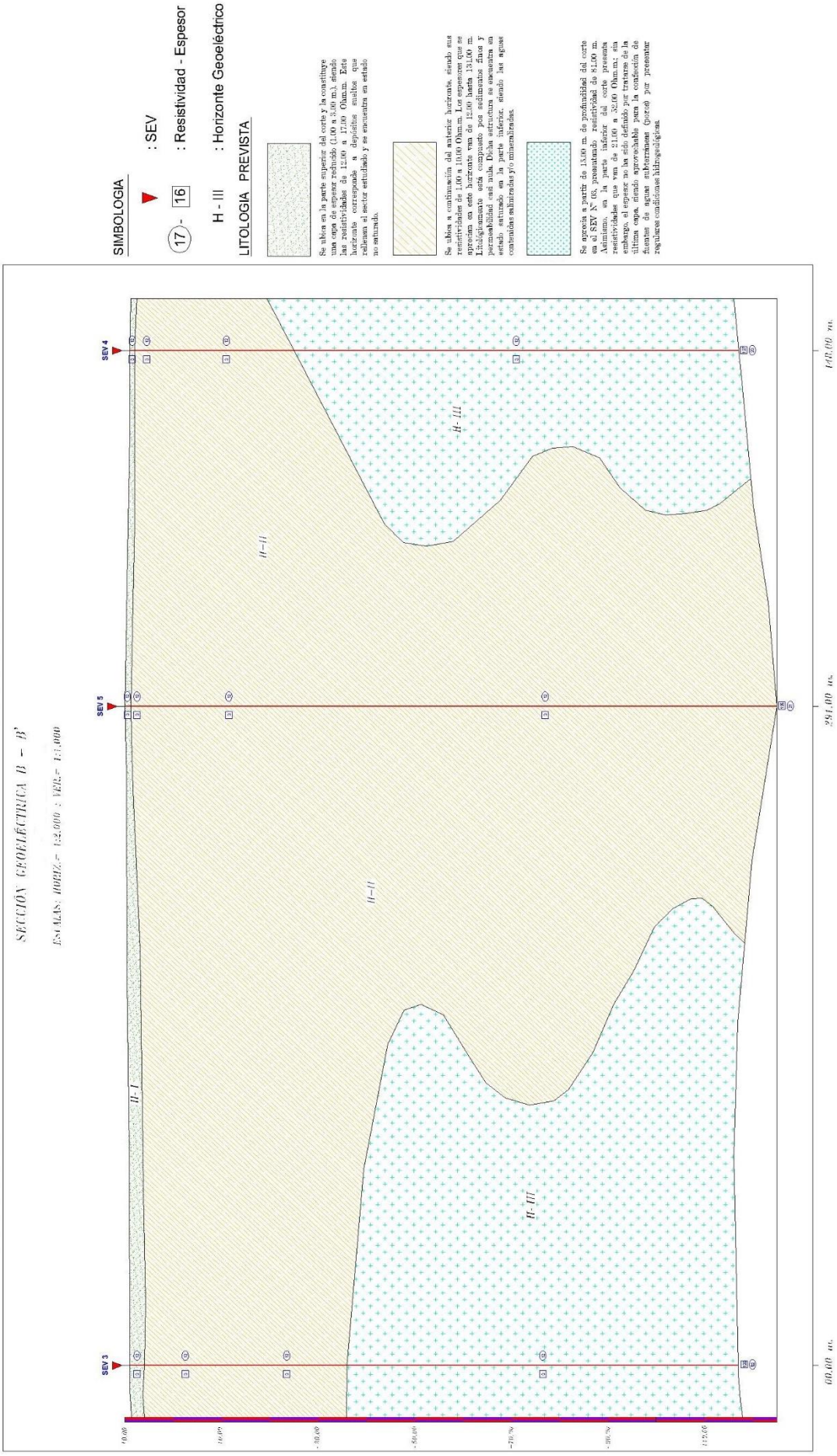



**Figura N° 12: Cortes Geoeléctricos Sector 1 Corte B-B´**
**Fuente: Propia**

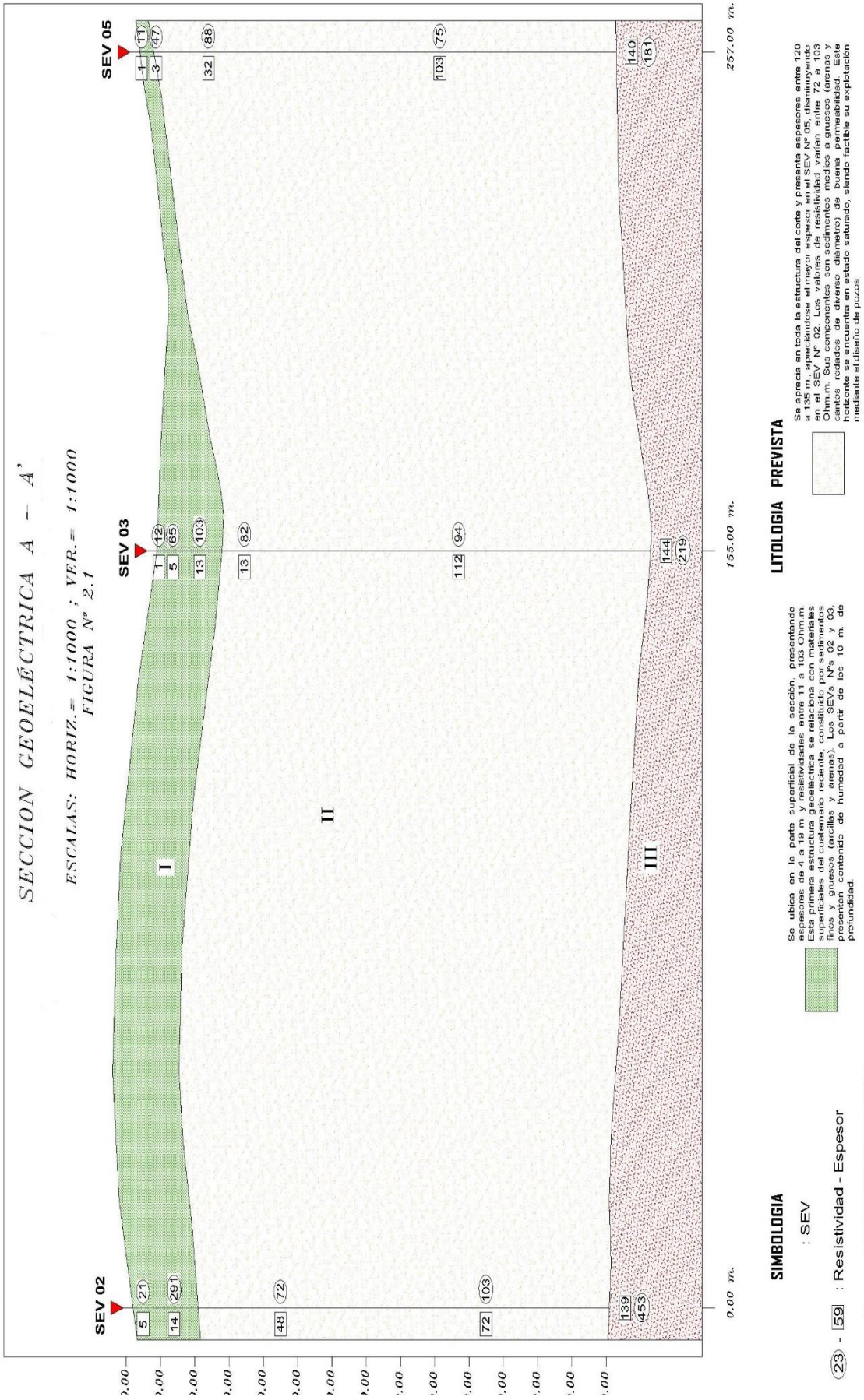



**Figura N° 13: Cortes Geoeléctricos Sector 2 Corte A-A´**
**Fuente: Propia**

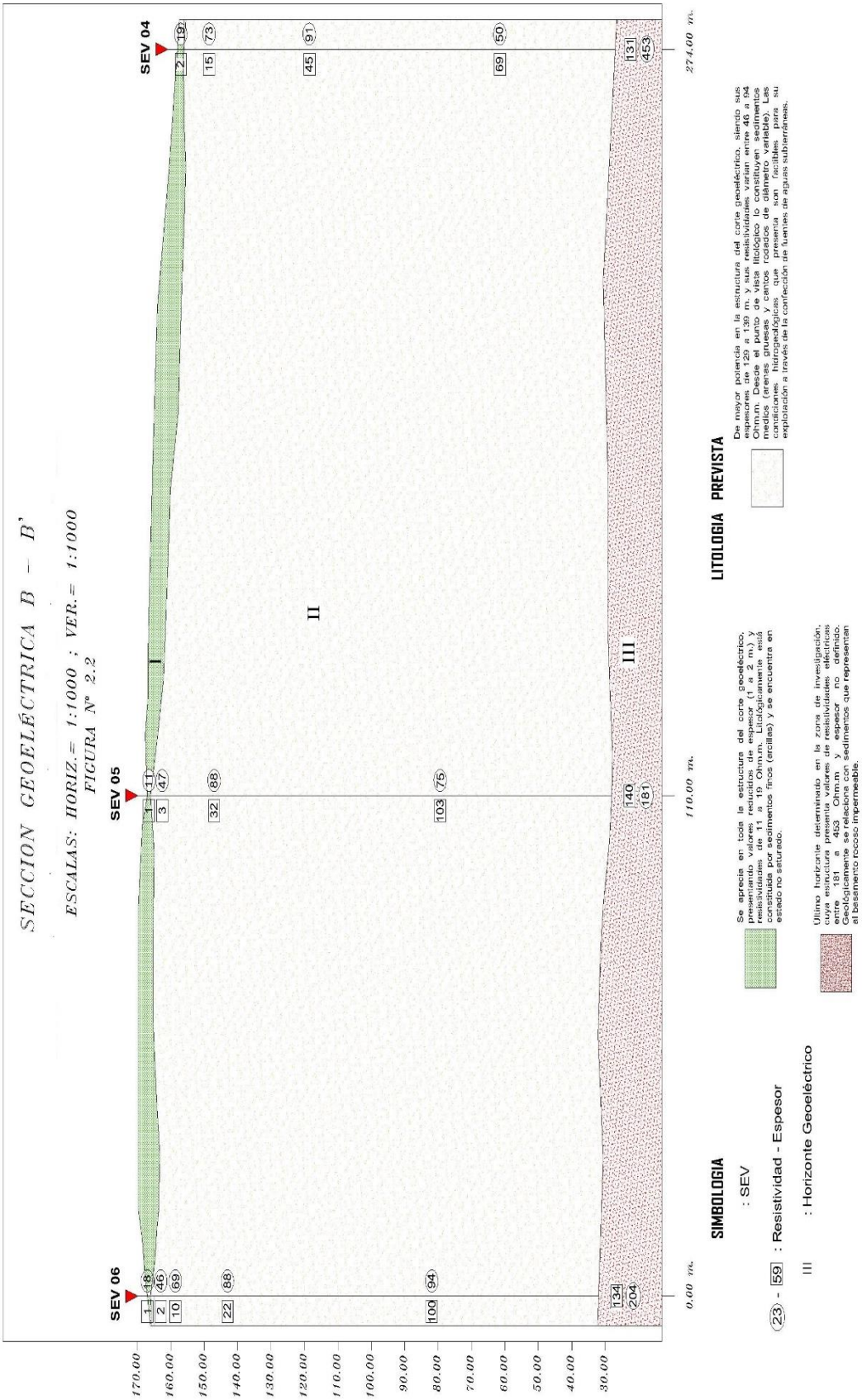
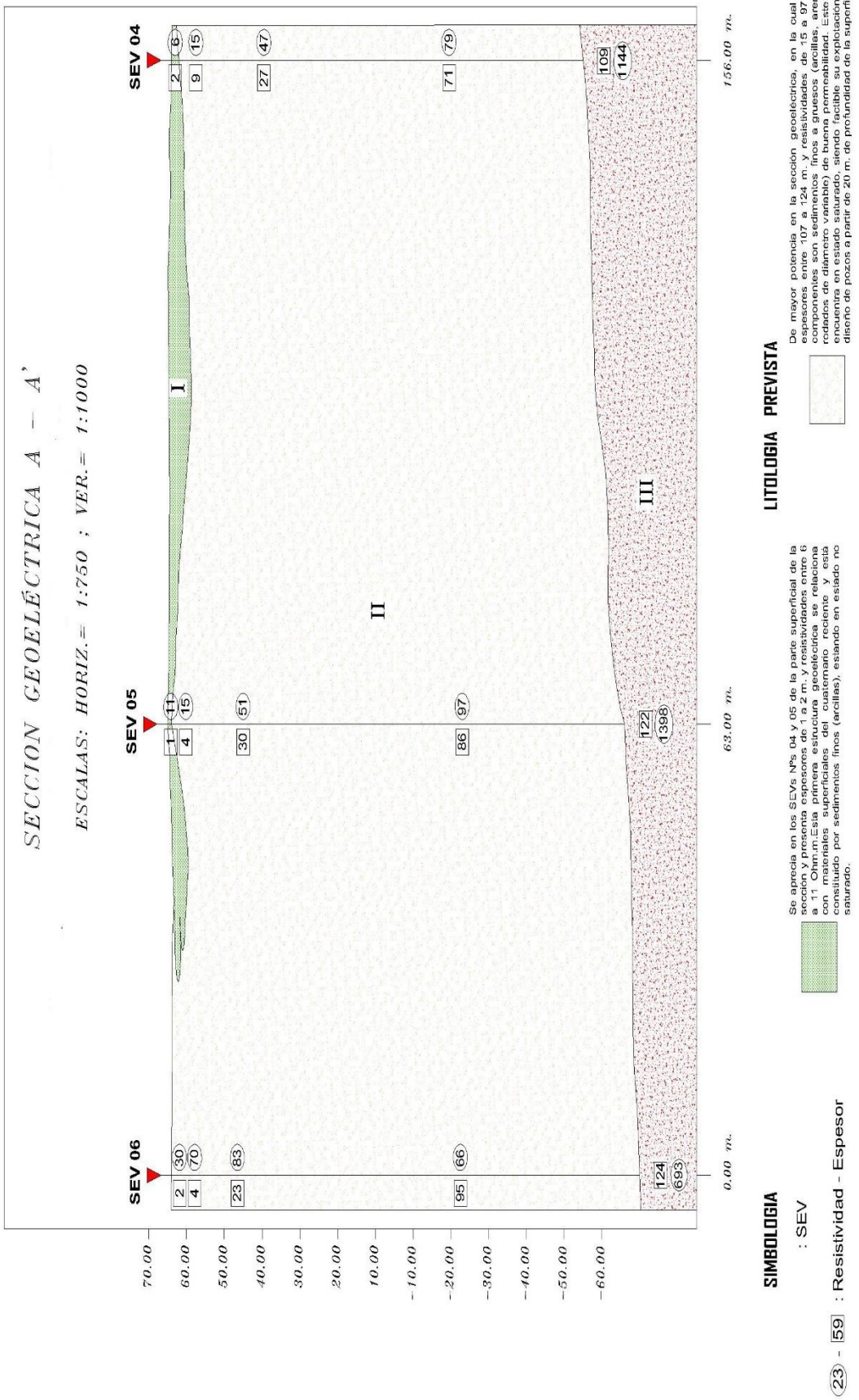



**Figura N° 14: Cortes Geoeléctricos Sector 2 Corte B-B´**

**Fuente: Propia**




**Fuente: Propia**



**Figura N° 15: Cortes Geoeléctricos Sector 3 Corte A-A´**

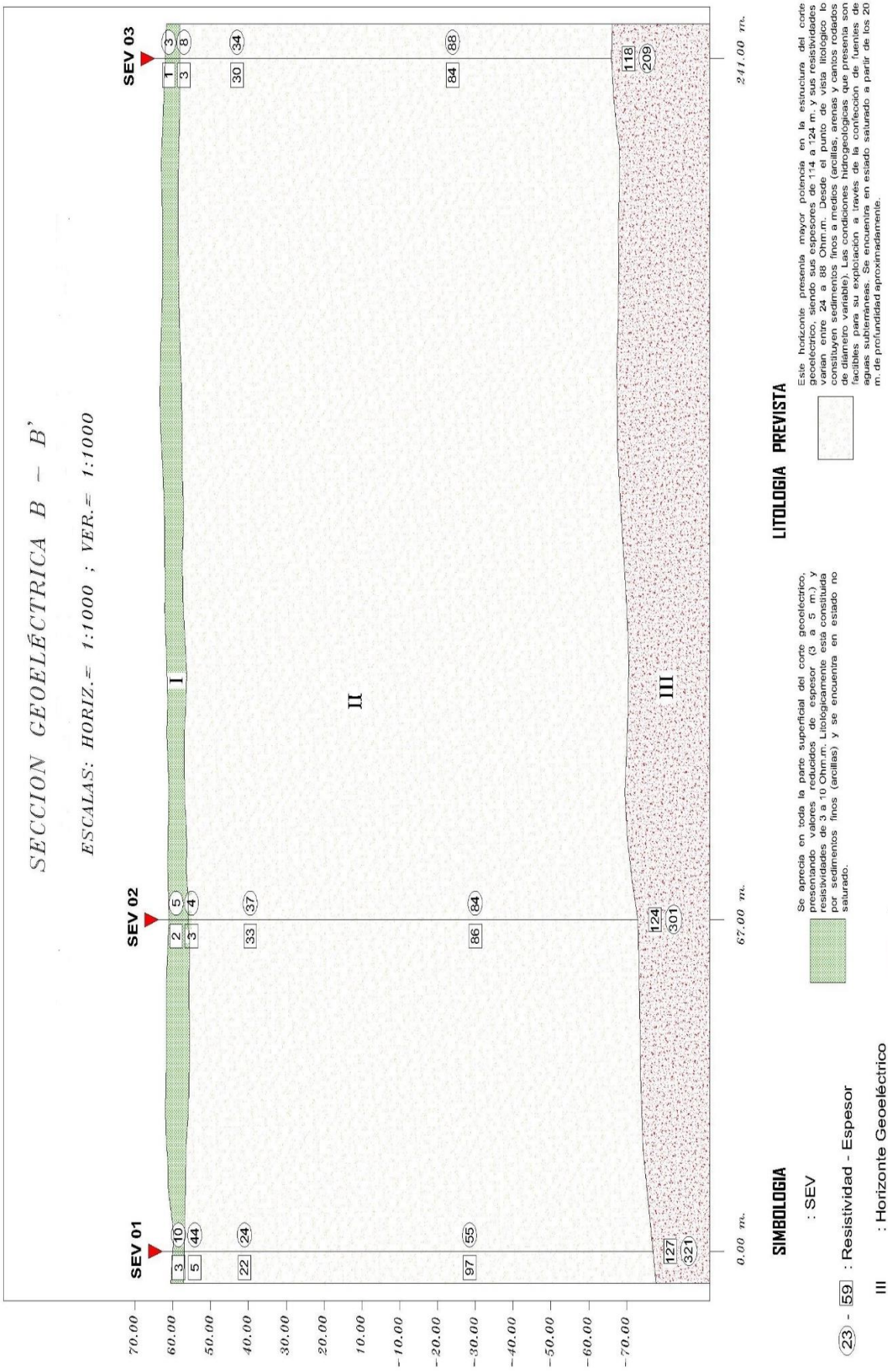



**Figura N° 16: Cortes Geoeléctricos Sector 3 Corte B-B´**

**Fuente: Propia**

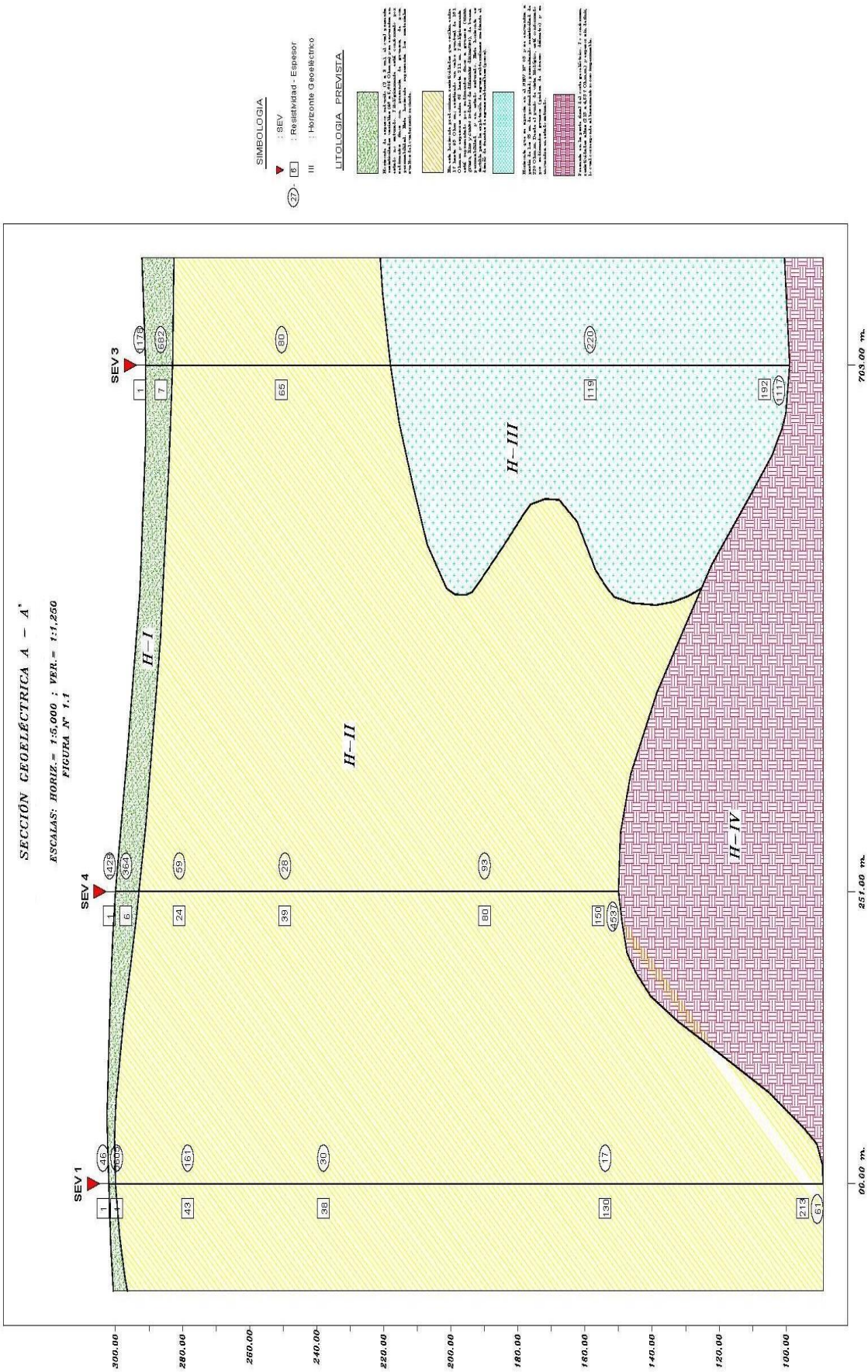



**Figura N° 17: Cortes Geoeléctricos Sector 4 Corte A-A´**

**Fuente: Propia**

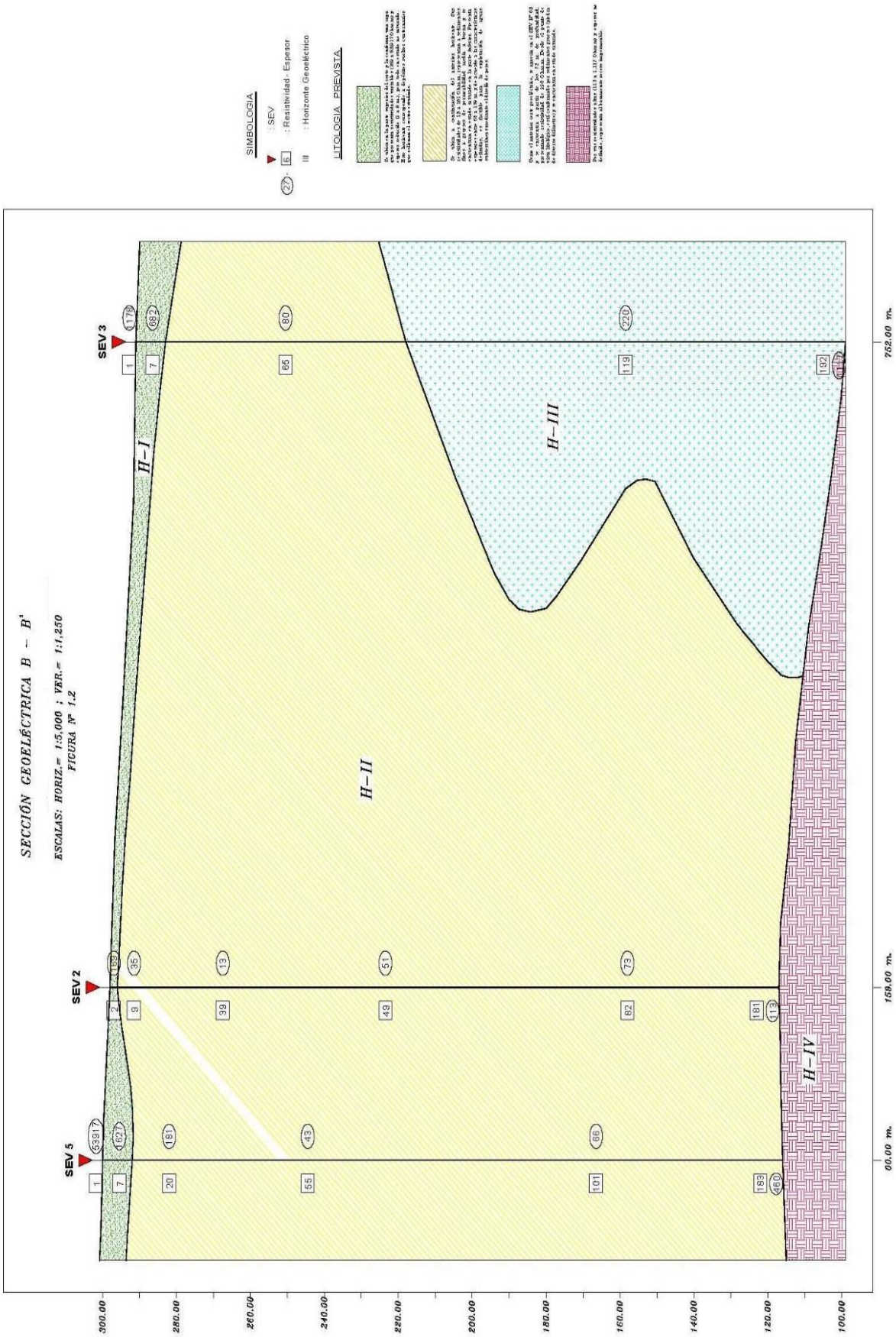



**Figura N° 18: Cortes Geoeléctricos Sector 4 Corte B-B"**

**Fuente: Propia**

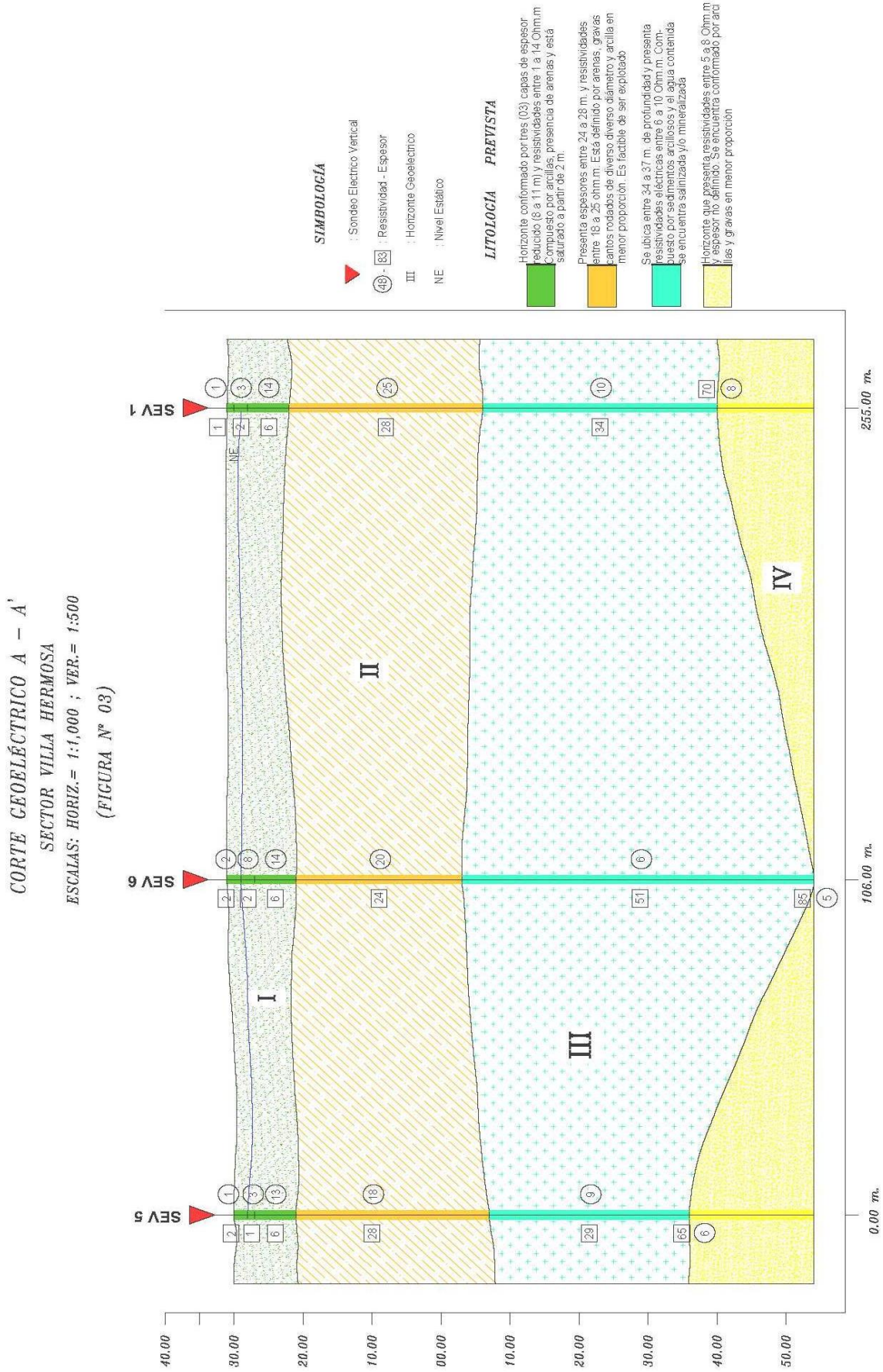



**Figura N° 19: Cortes Geoeléctricos Sector 5 Corte A-A´**

**Fuente: Propia**

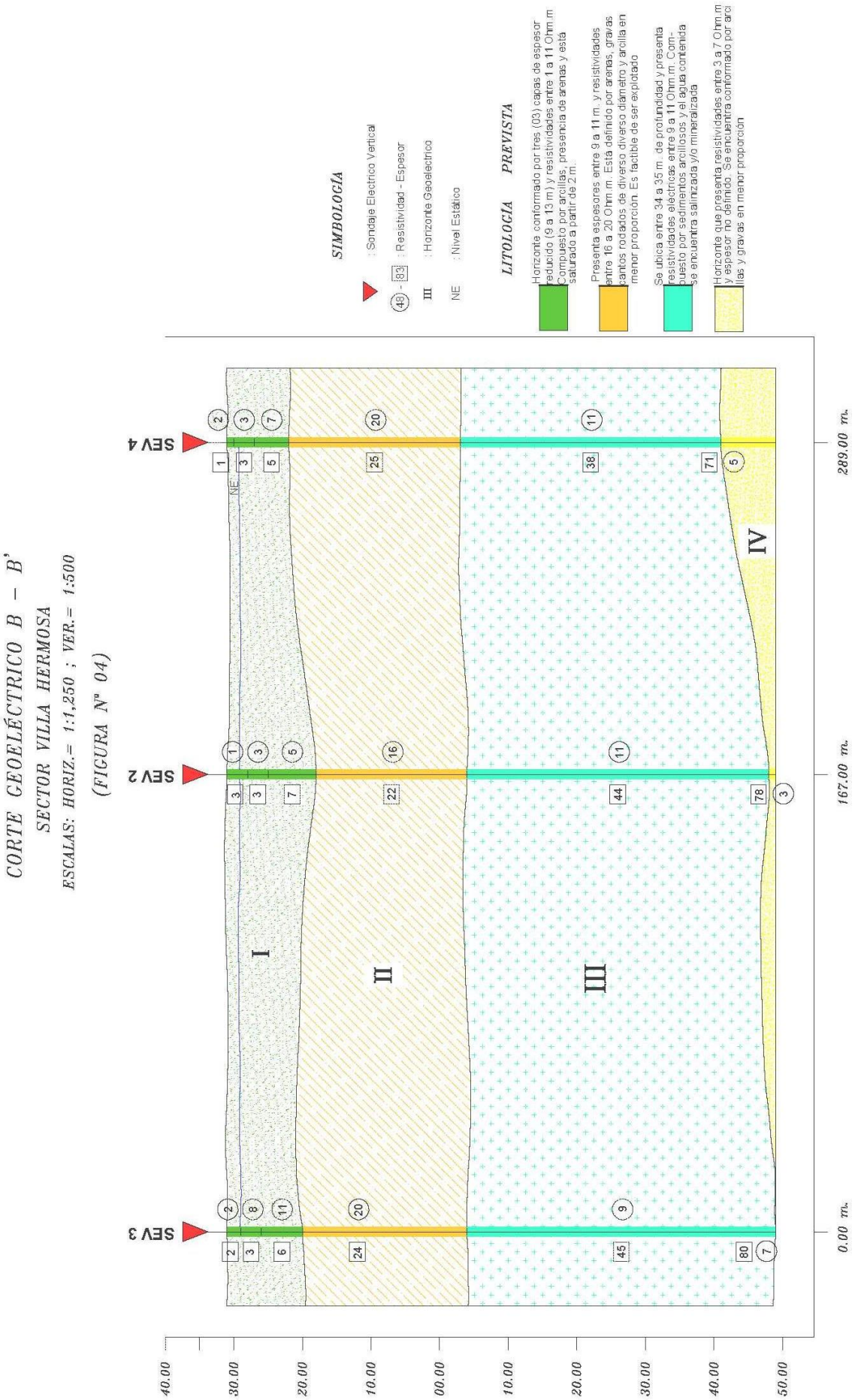



**Figura N° 20: Cortes Geoeléctricos Sector 5 Corte B-B´**
**Fuente: Propia**

Las siguientes curvas son cortes mediante la distribución de espesores la cual nos permitió dar de manera aproximada la ubicación del pozo proyectado mediante sus espesores y resistividades.

Dichas curvas representan el corte de cada sondeo eléctrico vertical, los están definidos por el software IPI 2 WIN.

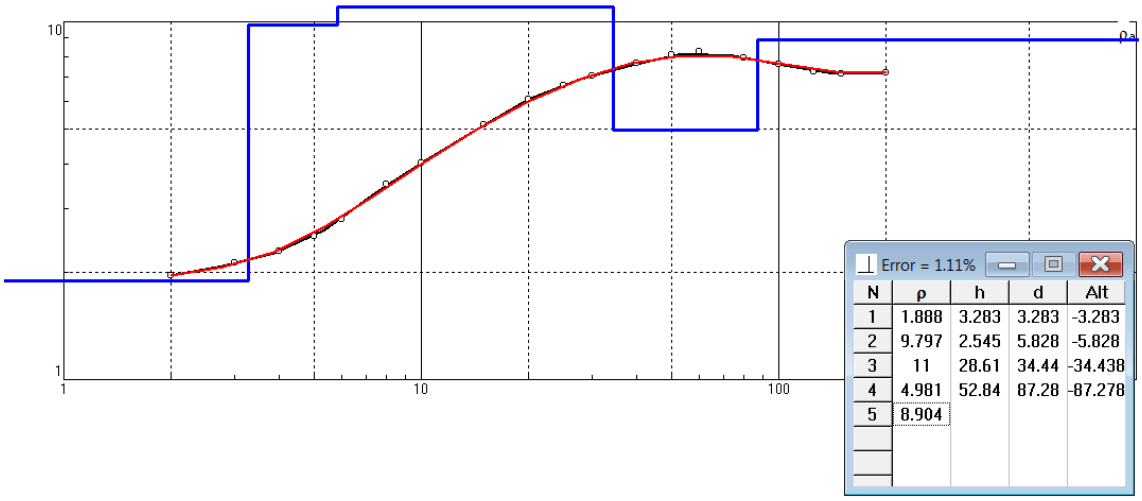
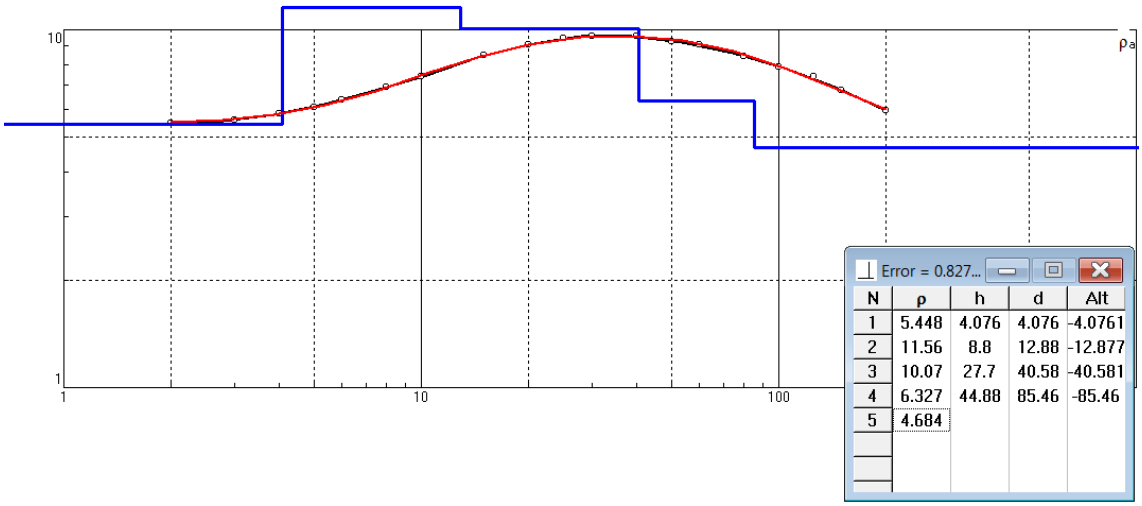
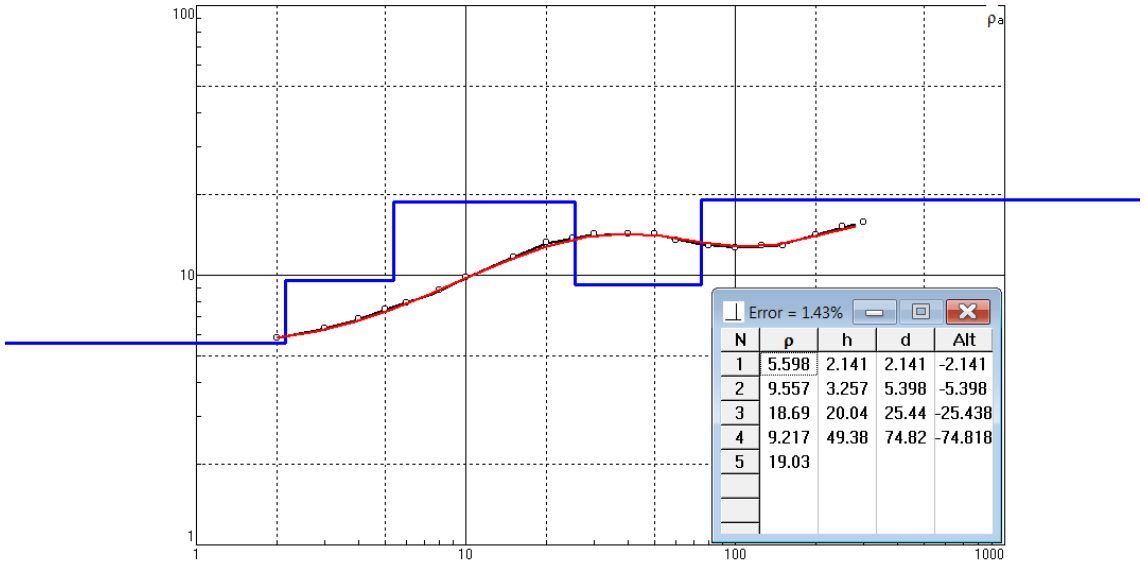



**Figura N° 21: SECTOR 1, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 01**

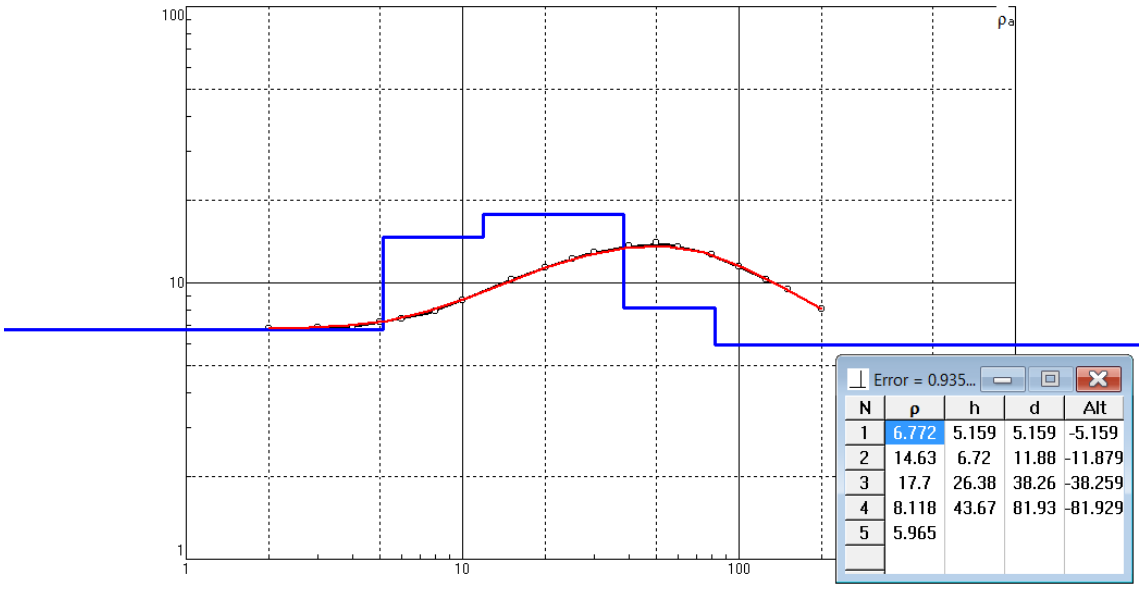



**Fuente: propia**

**Fuente: Propia**




**Fuente: Propia**




**Fuente: Propia**

**Figura N° 24: SECTOR 1, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 04**

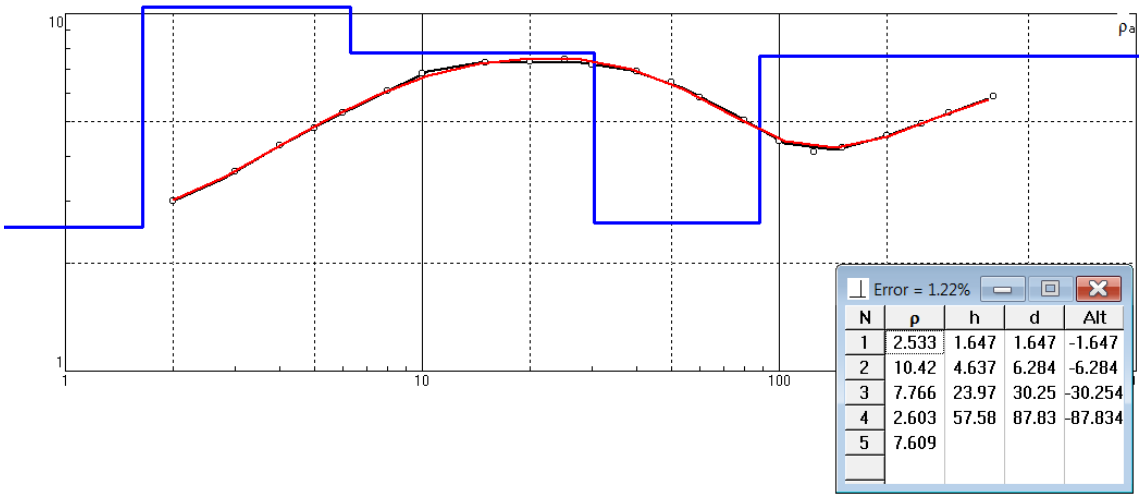
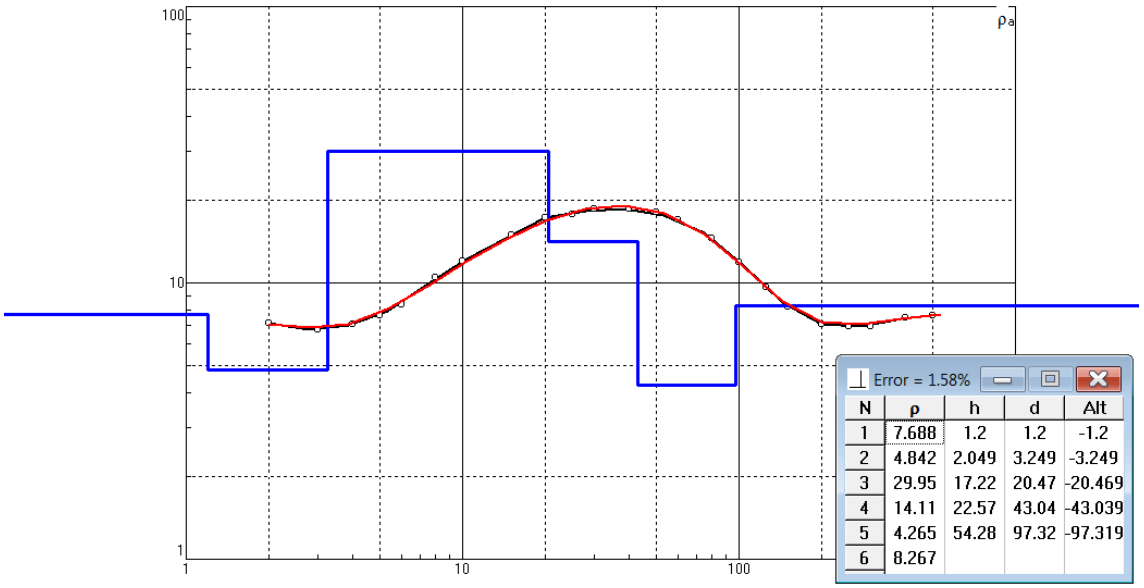
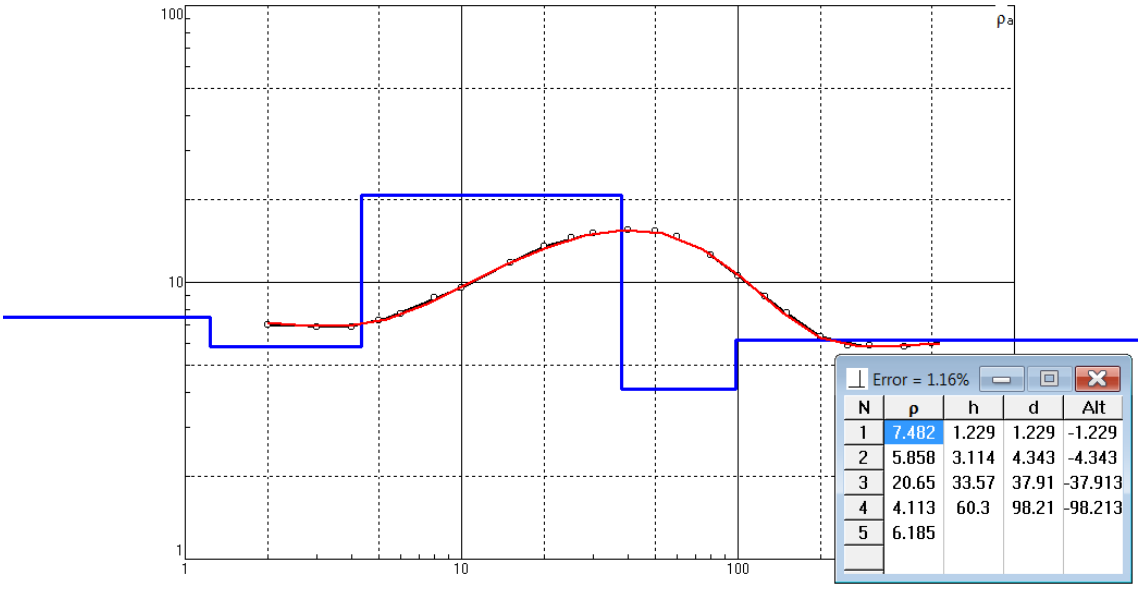


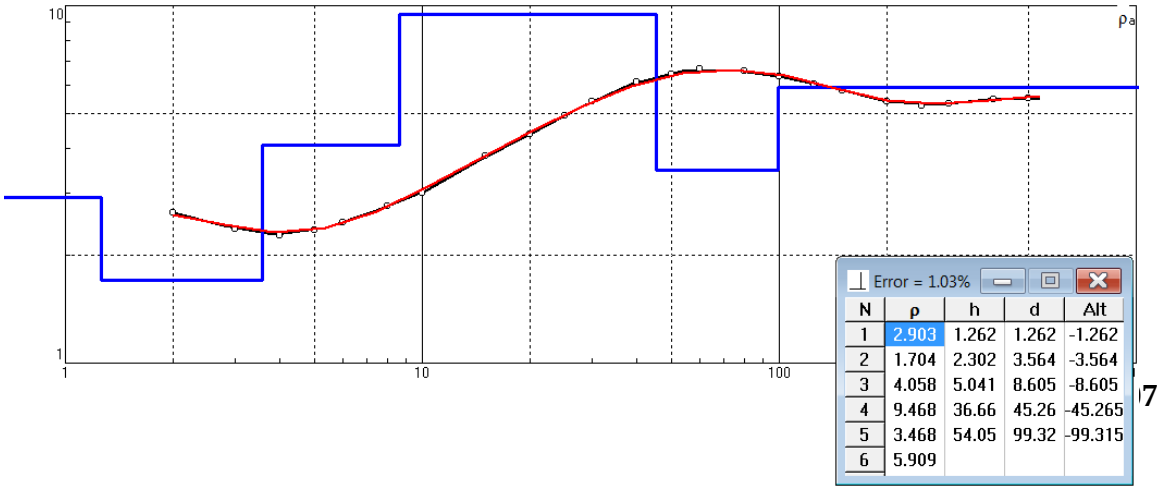

**Figura N° 25: SECTOR 1, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 05**
**Fuente: Propia**




**Fuente: Propia**




**Fuente: Propia**




**Fuente: Propia**



**Figura N° 28: SECTOR 2, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 08**

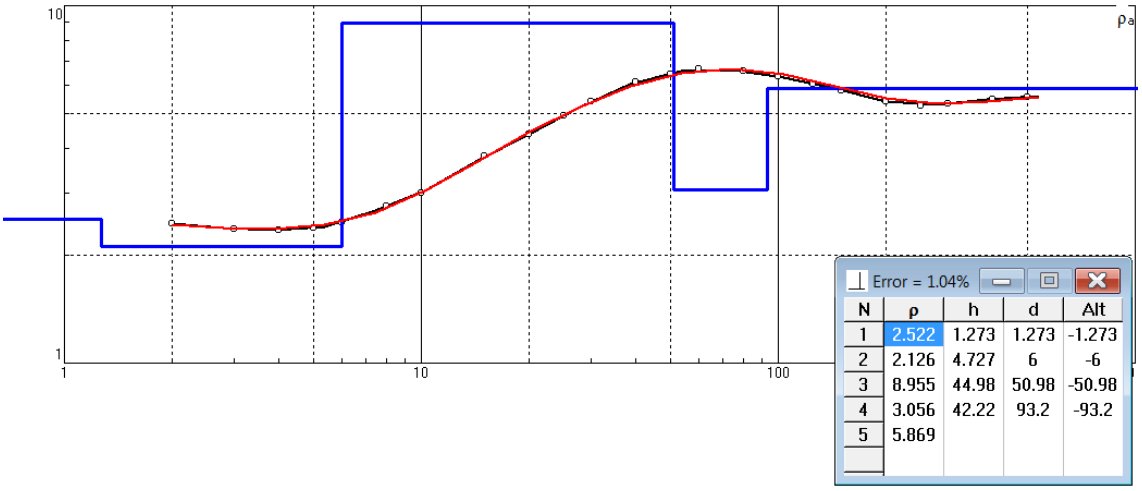



**Figura N° 29: SECTOR 2, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 09**

**Fuente: Propia**

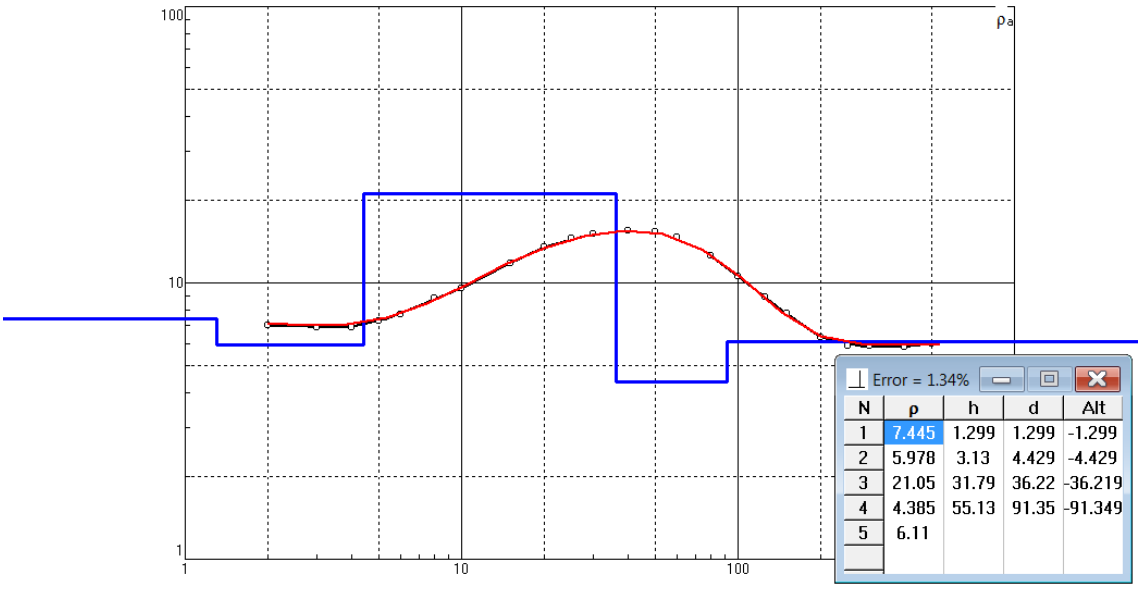



**Figura N° 30: SECTOR 2, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 10**

**Fuente: Propia**

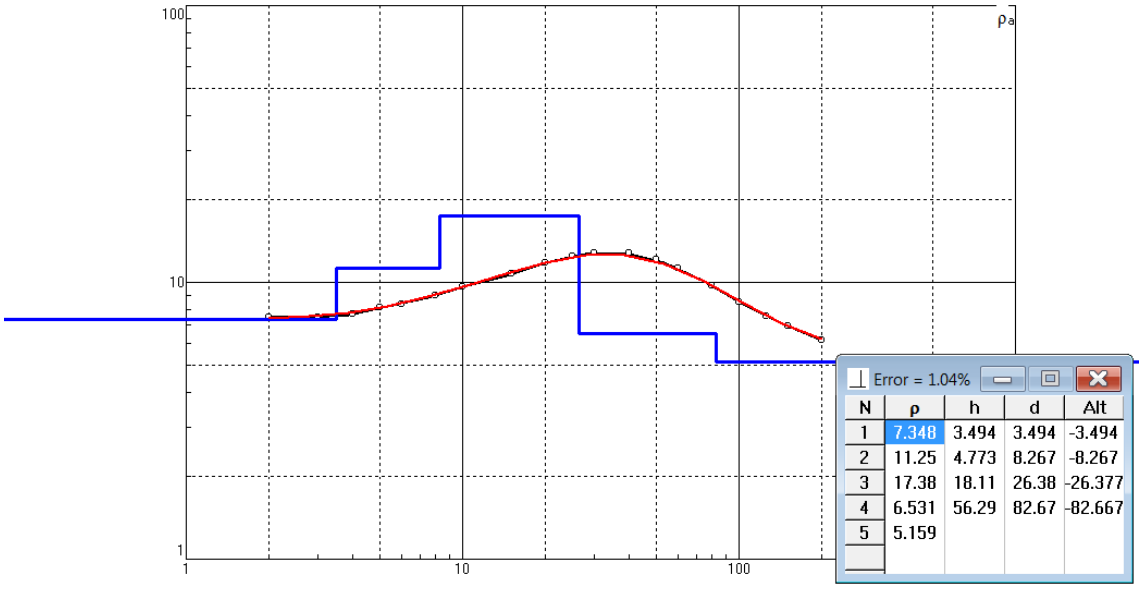



**Figura N° 31: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 11**

**Fuente: Propia**

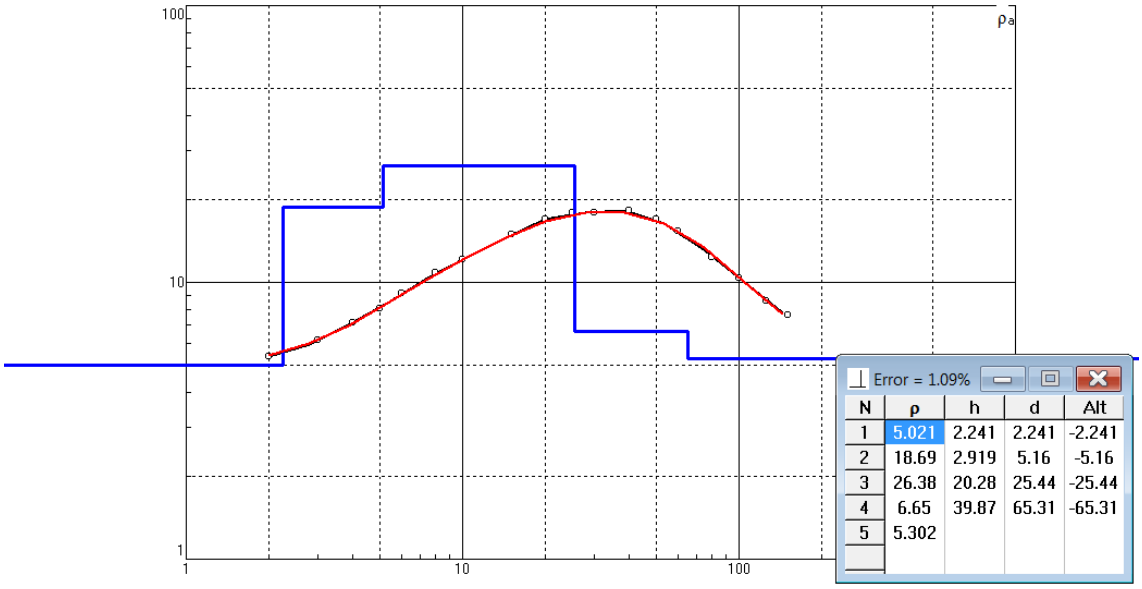



**Figura N° 32: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 12**

**Fuente: Propia**

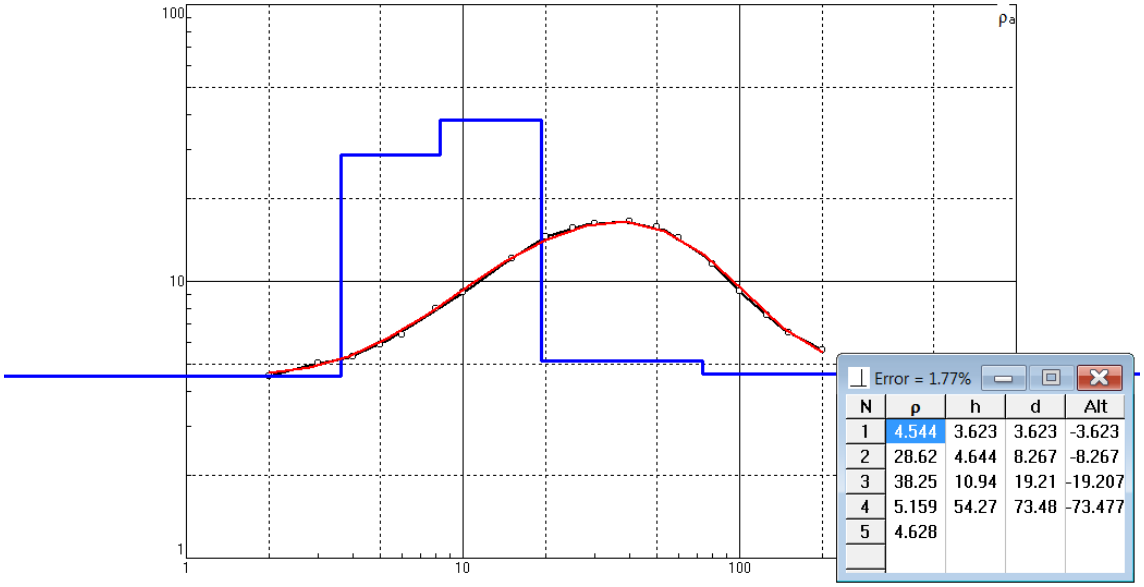



**Figura N° 33: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 13**

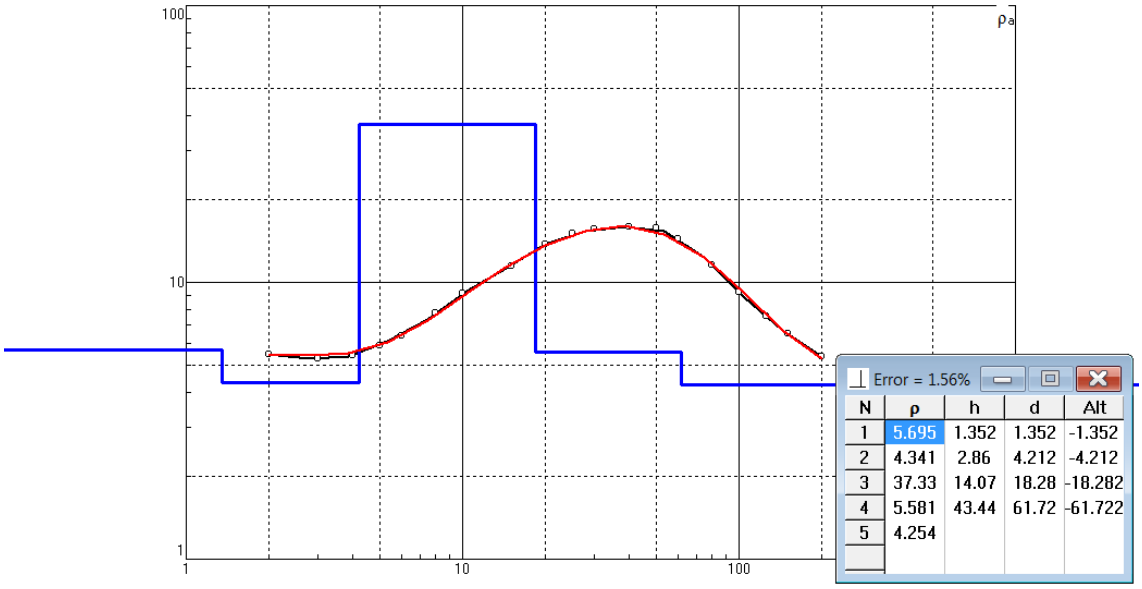



**Figura N° 34: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 14**

**Fuente: Propia**

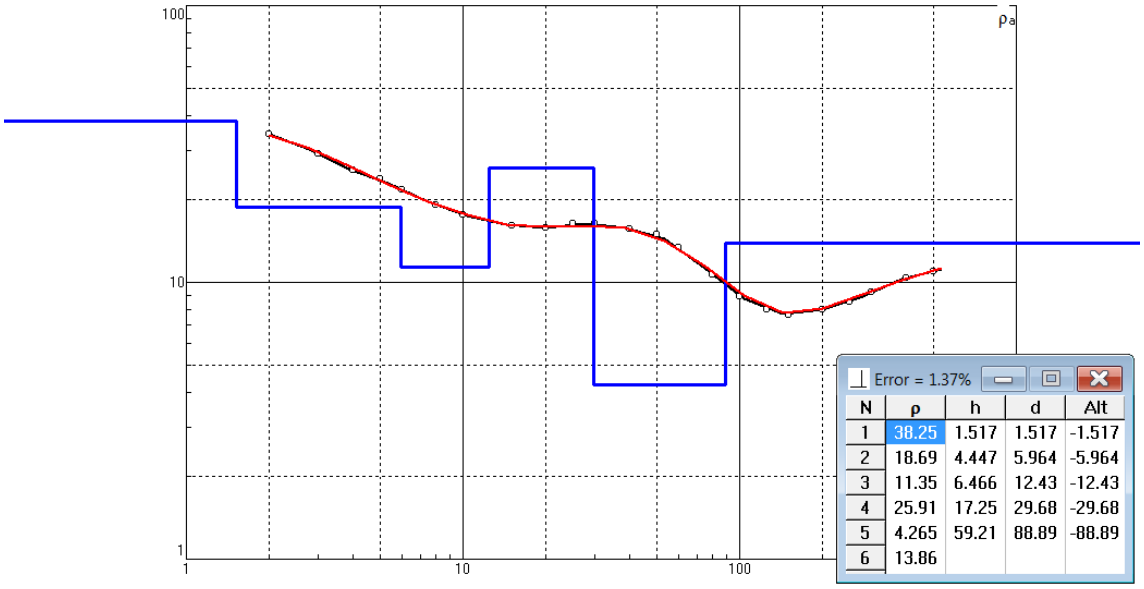



**Figura N° 35: SECTOR 3, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 15**

**Fuente: Propia**

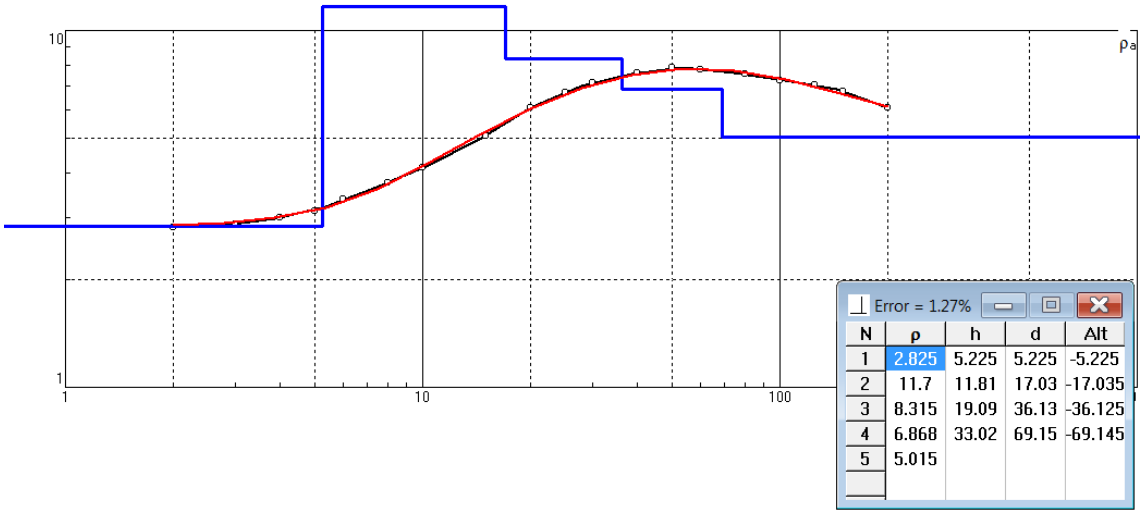



**Figura N° 36: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 16**

**Fuente: Propia**

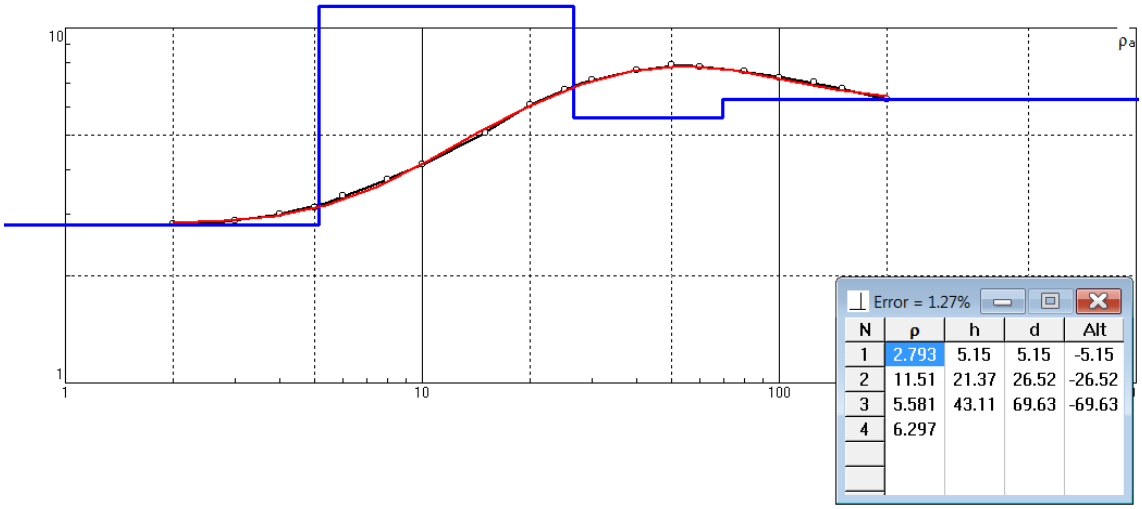



**Figura N° 37: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 17**

**Fuente: Propia**

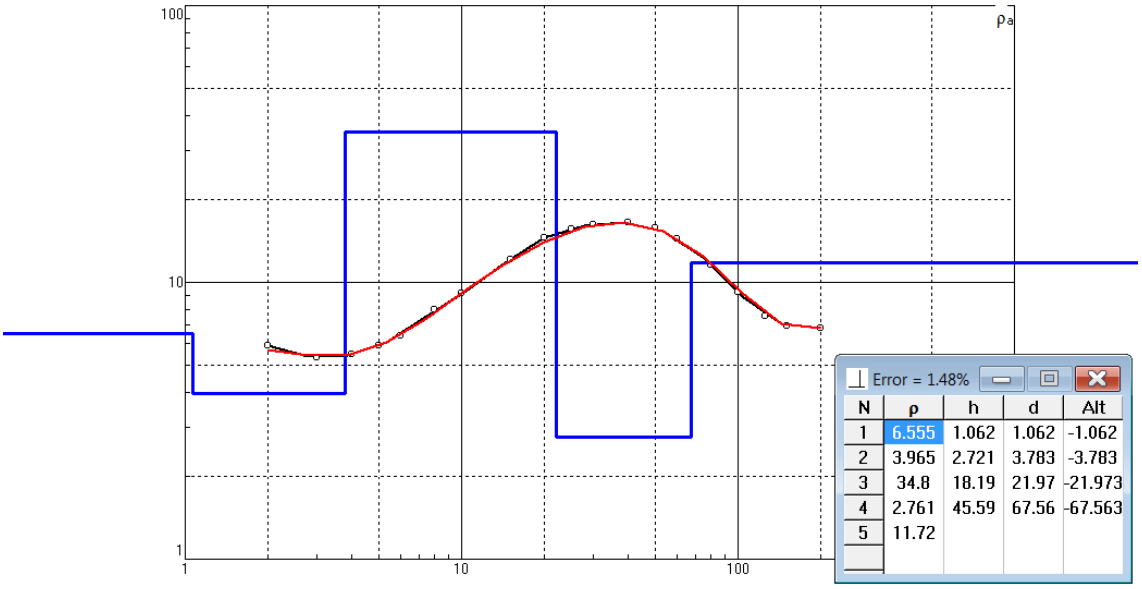



**Figura N° 38: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 18**

**Fuente: Propia**

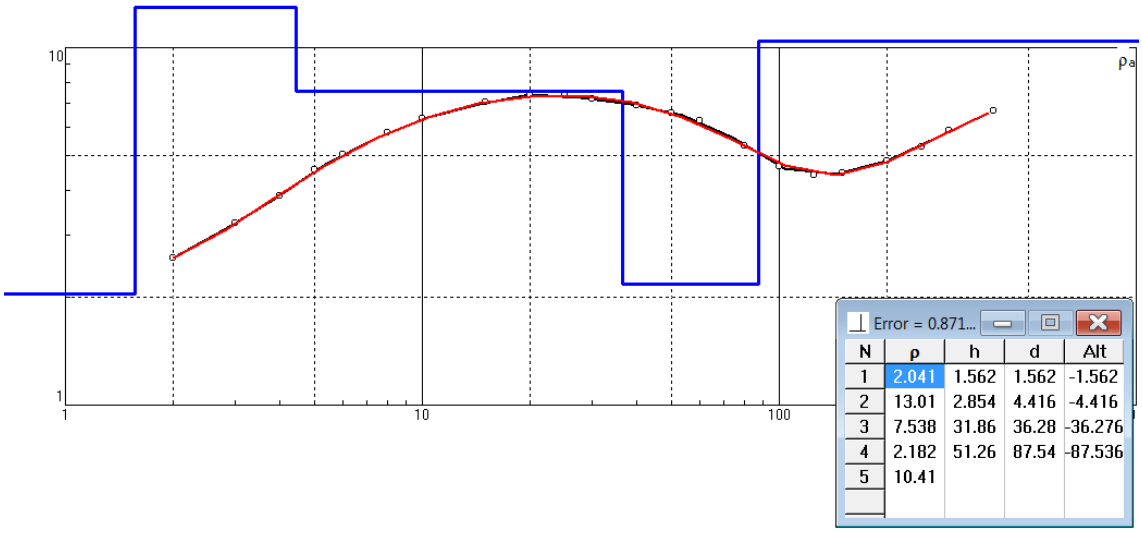



**Figura N° 39: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 19**

**Fuente: Propia**

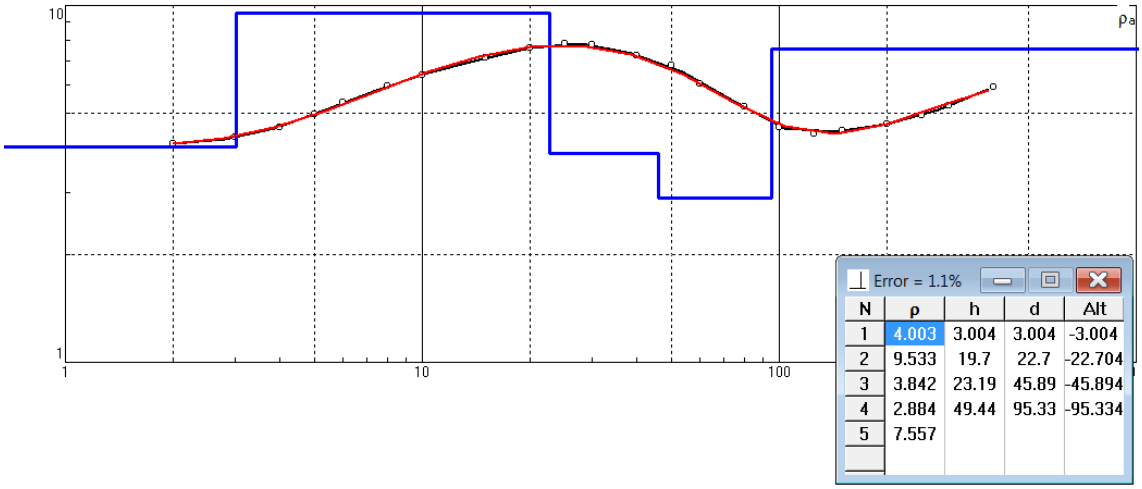
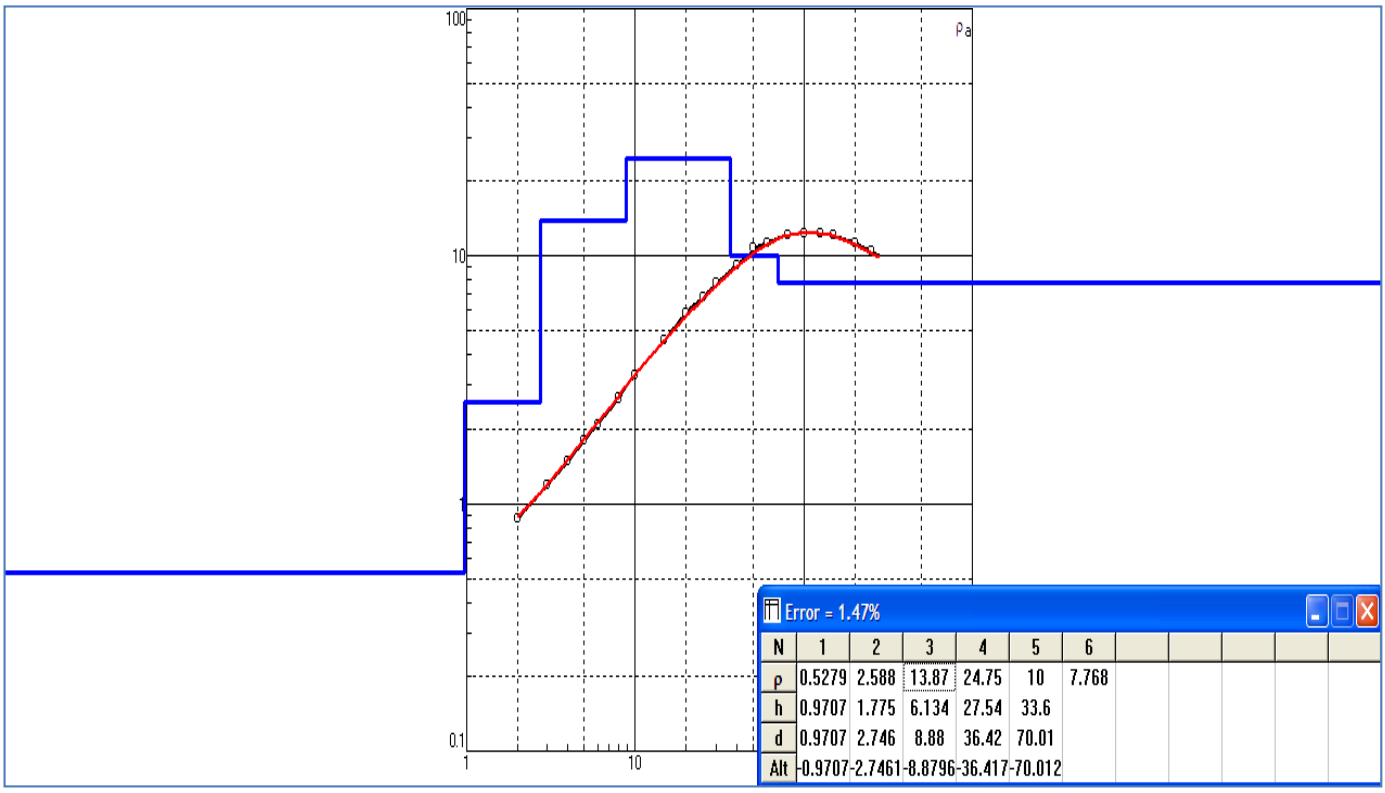



**Figura N° 40: SECTOR 4, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 20**

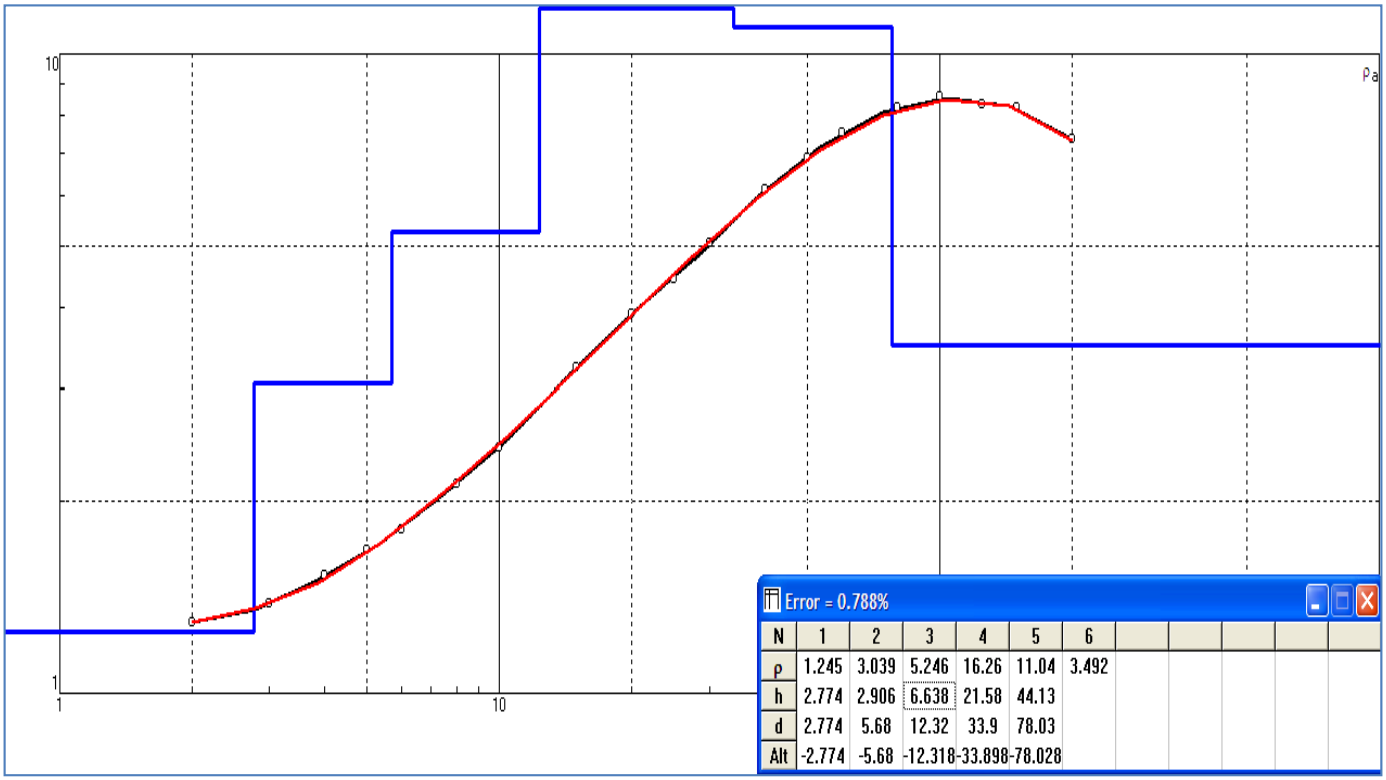
**Fuente: Propia**




| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ | 0.5279 | 2.588 | 13.87 | 24.75 | 10 | 7.768 |
| h | 0.9707 | 1.775 | 6.134 | 27.54 | 33.6 | |
| d | 0.9707 | 2.746 | 8.88 | 36.42 | 70.01 | |
| Alt | -0.9707 | -2.7461 | -8.8796 | -36.417 | -70.012 | |

**Figura N° 42: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 22**

**Fuente: Propia**




| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ | 1.245 | 3.039 | 5.246 | 16.26 | 11.04 | 3.492 |
| h | 2.774 | 2.906 | 6.638 | 21.58 | 44.13 | |
| d | 2.774 | 5.68 | 12.32 | 33.9 | 78.03 | |
| Alt | -2.774 | -5.68 | -12.318 | -33.898 | -78.028 | |

**Figura N° 41: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 21**

**Fuente: Propia**

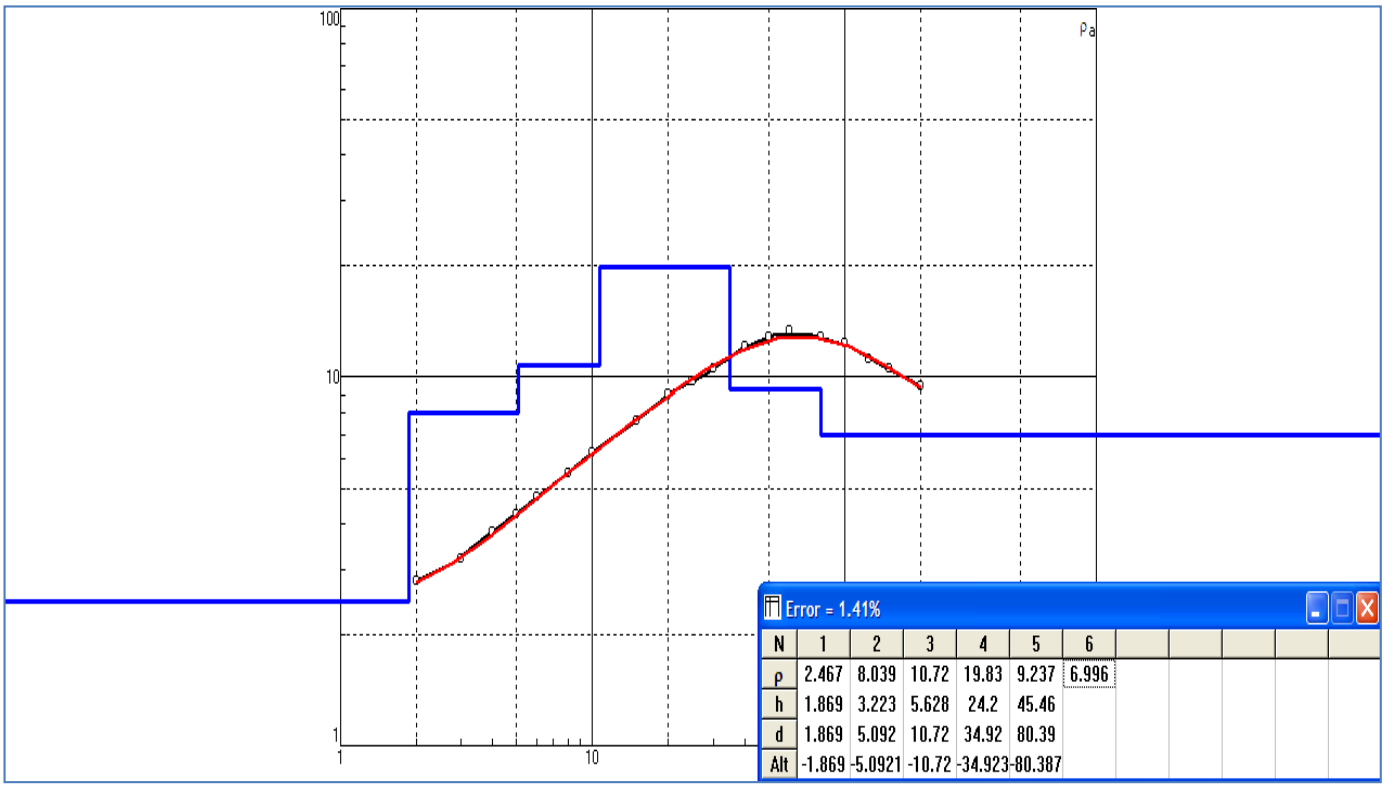



**Figura N° 43: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 23**

**Fuente: Propia**

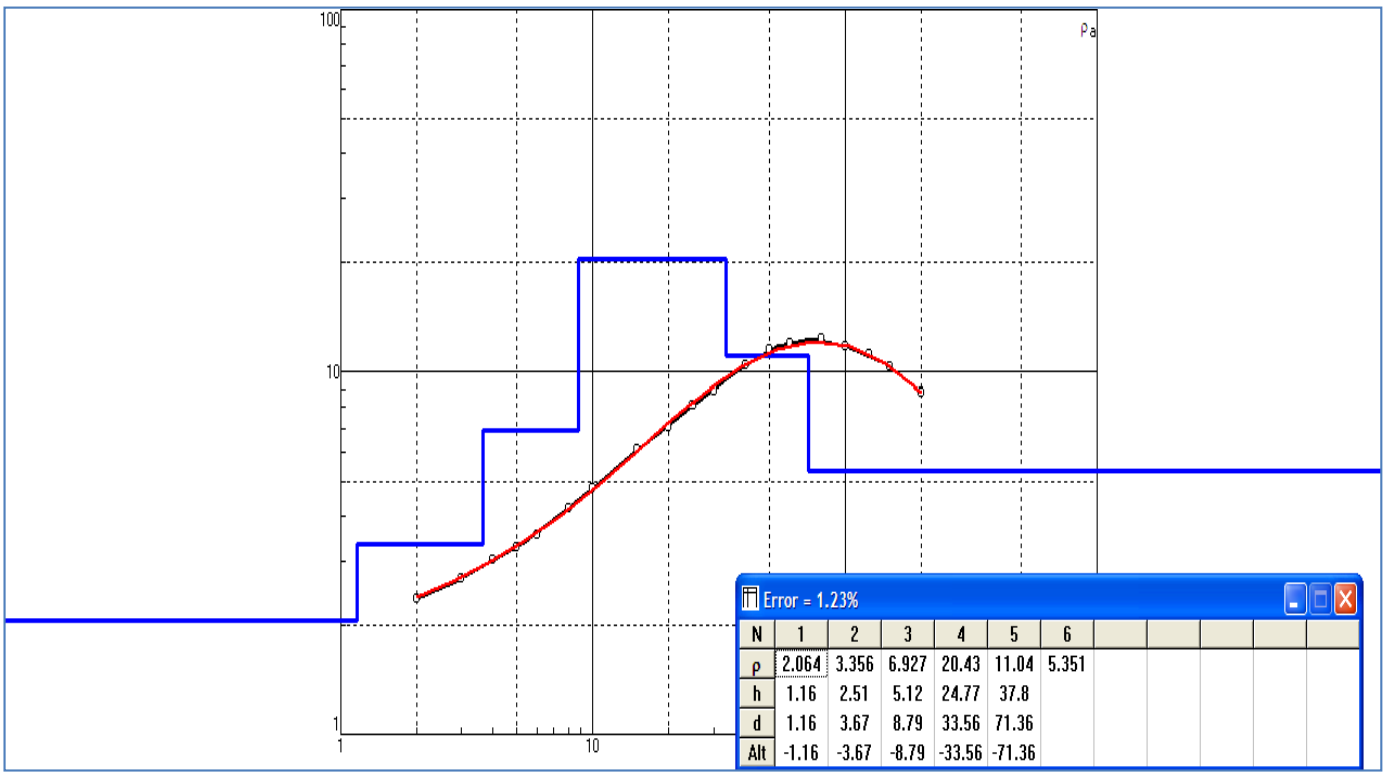



**Figura N° 44: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 24**

**Fuente: Propia**

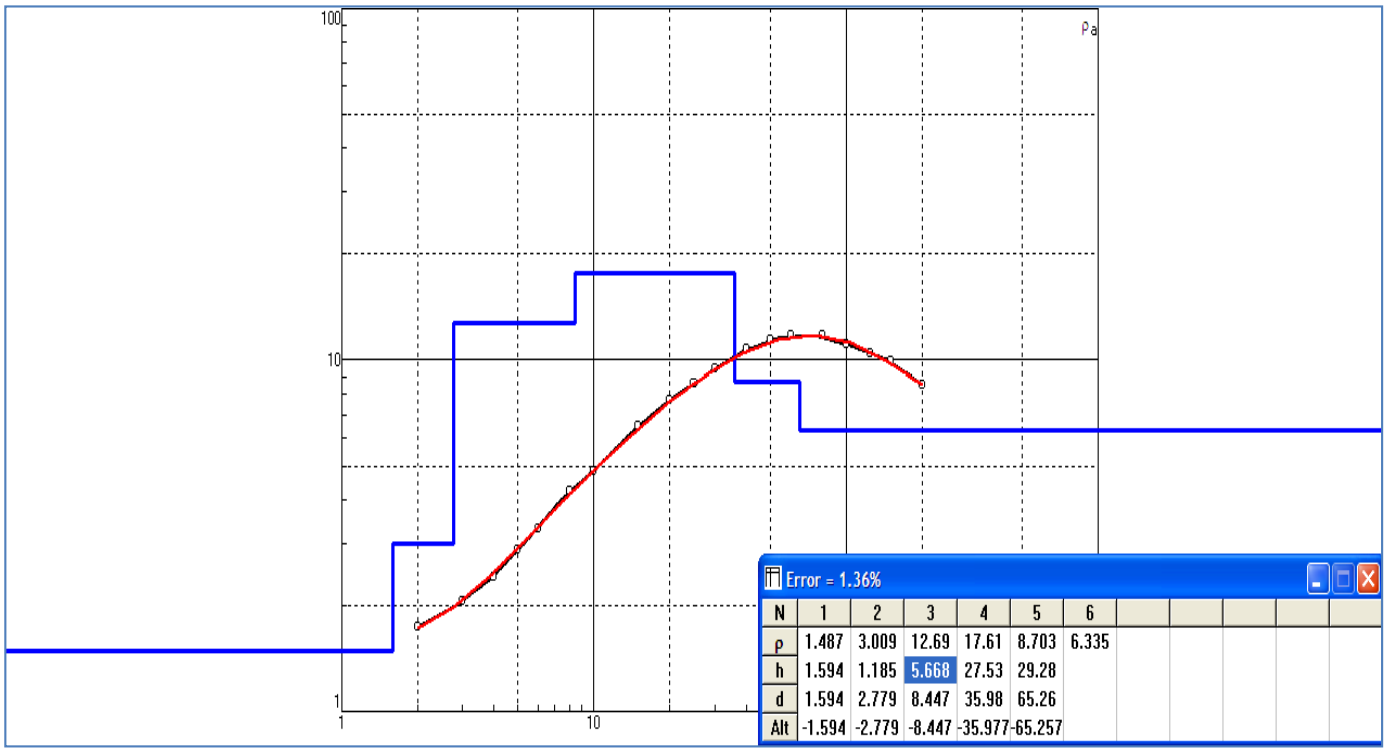



**Figura N° 46: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 26**

**Fuente: Propia**

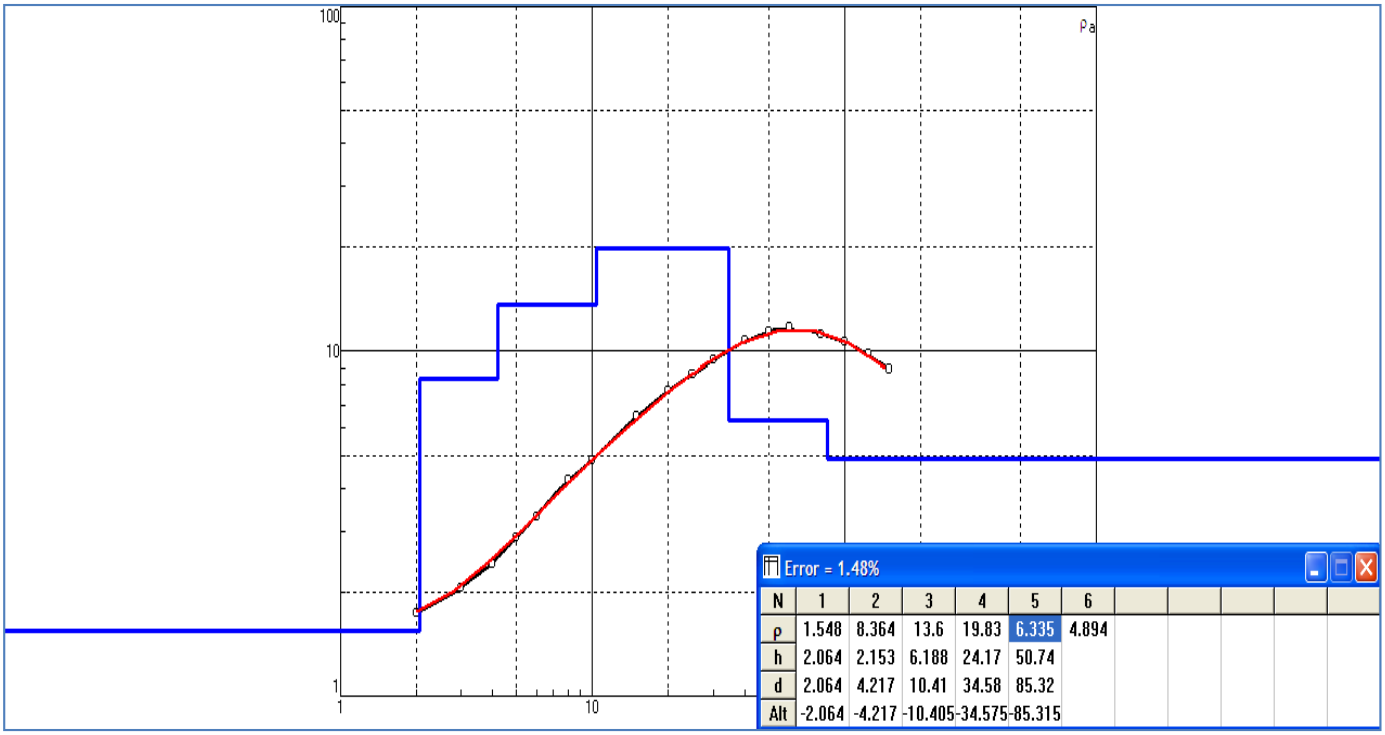



**Figura N° 45: SECTOR 5, SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL– SEV Nº 25**

**Fuente: Propia**

## 3.5.Cálculo de la demanda de agua para los sectores investigados.

### 3.5.1. Abastecimiento actual

La población se abastece actualmente de la red de agua potable de Epsel cuyas tuberías matrices se encuentran en la avenida Chiclayo a unos 5km; de la cual no es posible el abastecimiento de agua por gravedad, debido a que se encuentra por debajo de la zona urbana.

### 3.5.2. Fuente para el diseño

El pozo tubular, ubicado en el SEV 22. Por el lugar hay otros afloramientos, que se hace visible por la humedad del suelo. En época de lluvias, el área se vuelve mojada. Por lo que la construcción de la captación deberá hacerse en época de sequía.

La medición del caudal de la fuente se realizó por el método volumétrico; en el que con ayuda de un recipiente de volumen conocido, 15lts, se midió 5 veces el tiempo que demoró en llenarse. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

**Tabla 14: Medición de Caudal**

| Nº DE PRUEBA | VOLUMEN (litros) | TIEMPO(Segundos) |
|---|---|---|
| 1 | 15.00 | 5 |
| 2 | 15.00 | 5 |
| 3 | 15.00 | 5 |
| 4 | 15.00 | 5 |
| 5 | 15.00 | 4 |
| **TOTAL** | 75.00 | **24** |

***Fuente: propia***

### 3.5.3. Población de diseño

Según el INEI, se muestra las tasas de crecimiento geométrico medio anual. El inconveniente es que están separadas por regiones. En José Leonardo Ortiz de 3.11 %.

En el Art. 1.2 de la norma OS.100 (Ref.2), se indica que el periodo de diseño debe ser elegido por el proyectista, así mismo el SNIP indica que el horizonte de evaluación (periodo durante el cual, el proyecto es capaz de generar beneficios por encima de sus costos esperados) para un proyecto típico de saneamiento es de 20 años.

Teniendo en consideración que dicho periodo podría diferir con el periodo de vida útil de los principales activos del proyecto, contados a partir del primer año de operación. Es por ello y además de tratarse de un proyecto para una comunidad de difícil acceso y con escasos recursos económicos que se considera como periodo de diseño, 20 años. Con lo que se obtiene:

**Distrito:** **José Leonardo Ortiz**

| | POBLACIÓN FUTURA | DOTACIÓN (lts/dia) | DOTACIÓN NECESARIA | CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (l/s) | CONSUMO Máximo Diario (l/s) | Consumo Máximo Horario |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SECTOR 1 | 965 | 150 | 144750 | 1.68 | 2.18 | 3.02 |
| SECTOR 2 | 125 | 150 | 18750 | 0.22 | 0.28 | 0.39 |
| SECTOR 3 | 800 | 150 | 120000 | 1.39 | 1.81 | 2.5 |
| SECTOR 4 | 450 | 150 | 67500 | 0.78 | 1.02 | 1.41 |
| SECTOR 5 | 1270 | 150 | 190500 | 2.20 | 2.87 | 3.97 |
| | | **TOTAL** | 541500 | 6.27 | 8.15 | 11.28 |

**Tabla 15: Dotación por Sector**

| Sectores poblaciones | Población Futura |
|---|---|
| **Población actual 1** | 1565.23 |
| **Población actual 2** | 202.75 |
| **Población actual 3** | 1297.6 |
| **Población actual 4** | 729.9 |
| **Población actual 5** | 2059.94 |

**Fuente: propia**

### 3.5.4. Oferta de agua según zona de captación de agua subterránea

**Tabla 16: Oferta de Agua Potable Subterránea por Sector**

| OFERTA DE AGUA POR SECTOR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SECTOR** | **A($m^2$)** | **E(m)** | **S** | **T(hora)** | **R($m^3$/s)** |
| **1** | 100 | 40 | 0.02 | 3600 | 0.02 |
| **2** | 230 | 40 | 0.02 | 3600 | 0.05 |
| **3** | 150 | 40 | 0.02 | 3600 | 0.03 |
| **4** | 120 | 40 | 0.02 | 3600 | 0.03 |
| **5** | 145 | 40 | 0.02 | 3600 | 0.03 |

***Fuente: Propia***

Donde:

| | |
|---|---|
| **R=** | OFERTA |
| **A=** | AREA DE ESTUDIO |
| **E=** | ESPESOR |
| **S=** | COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO |

**Tabla 17: Oferta de agua subterránea en litros por segundo**

| SECTOR | R($m^3$/s) | R(lt/s) |
|---|---|---|
| **1** | 0.02 | 22.22 |
| **2** | 0.05 | 51.11 |
| **3** | 0.03 | 33.33 |
| **4** | 0.03 | 26.67 |
| **5** | 0.03 | 32.22 |

***Fuente: Propia***

Como se aprecia en la tabla siguiente la oferta de agua subterránea la oferta es mayor a la demanda por ende la población de los 5 sectores estudiados quedarían plenamente satisfechas, las zonas de evaluación según pozo proyectado nos dan un radio de influencia mayor a 300m metros lo que permite evaluar otros puntos con mayor profundidad, la cual será representada por el espesor 40m (profundidad del pozo), el coeficiente de almacenamiento es adimensional y para esta zona se determinó que es 0.02.

Finalmente de cumple el requerimiento evaluado un pozo tubular para agua potable en los 5 sectores de 40m de profundidad que si abastece a la población no solo actual si no futura.

$$\mathbf{R > D}$$

### 3.5.5. Ubicación de las zonas con las condiciones geofísicas favorables para la perforación de obras de agua subterránea.

### 3.5.6. ANTEPROYECTO DE LA OBRA DE CAPTACIÓN

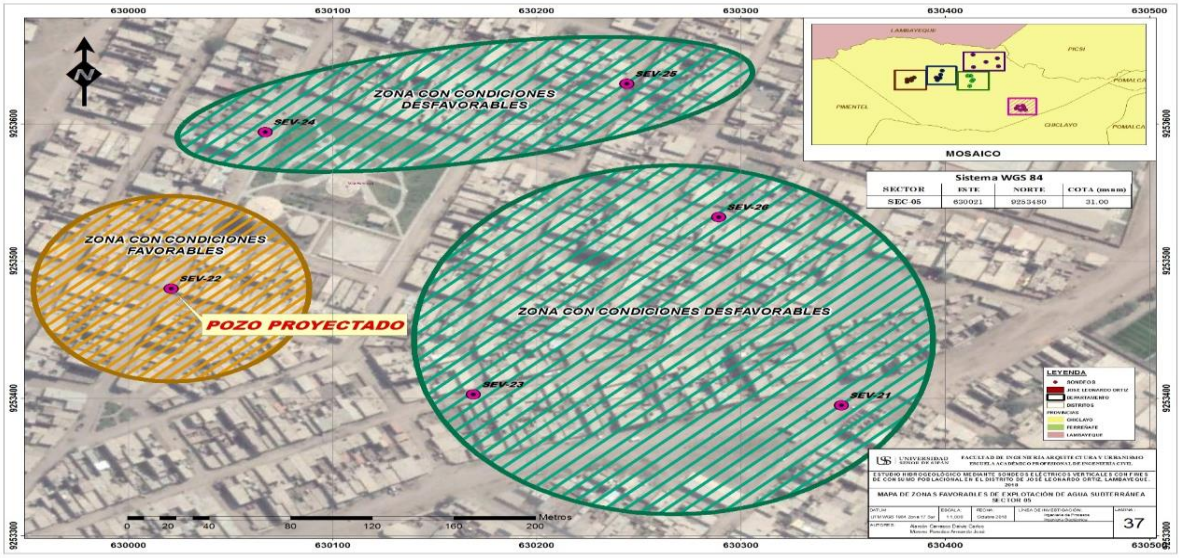
Considerando los resultados del estudio, las condiciones hidrogeológicas de la zona evaluada son favorables para obtener agua para el tipo de uso que se proyecta; en estas condiciones se debe considerar la perforación e implementación de un pozo tubular en los alrededores del SEV 3,6,14,20 y 22, ubicado geográficamente en las coordenadas UTM (WGS 84)

**Tabla 18: Ubicación de Pozo para Captación**

| UBICACIÓN DE POZOS PROYECTADOS POR SECTOR | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA | ESP. TOT DEP. CUAT | RES. ELEC. DEL HOR. SAT | ESPESOR DEL HOR. PERM SATU |
| 1 | 3 | 628411 | 9254964 | 29.00 | 75.00 | 19.00 | 73.00 |
| 2 | 6 | 628465 | 9255695 | 30.00 | 97.00 | 30.00 | 95.00 |
| 3 | 14 | 627267 | 9255111 | 26.00 | 73.00 | 38.00 | 71.00 |
| 4 | 20 | 626228 | 9254968 | 24.00 | 68.00 | 35.00 | 66.00 |
| 5 | 22 | 630021 | 9253480 | 31.00 | 78.00 | 15.00 | 76.00 |

***Fuente: propia***

Se presenta en la imagen las condiciones favorables de explotación de agua subterránea en un radio aproximado de 250 metros, cuya ubicación se da en el SEV 22, y en el




cuadro se ubican los pozos para la captación correspondiente de los acuíferos aptos para

**Figura N° 47: Condiciones favorables de explotación**

el consumo de la población.

Estimación del Presupuesto de perforación de un Pozo tubular

**PRESUPUESTO PERFORACIÓN DE POZO TUBULAR**

**SRS:** ALARCON CARRASCO – MORENO PAREDES **TIPO:** TUBULAR

**PROFUNDIDAD:** 40m

**Tabla 19: Presupuesto de Pozo Sector 1**

**SECTOR 1 (Pueblos jóvenes de San Juan de Dios, Sagrado Corazón de Jesús.)**
**José Leonardo Ortiz- Chiclayo**

| | | | | P/UNIT | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UNID** | **CANT** | **US $** | **US $** |
| **1.00** | **TRABAJOS PRELIMINARES:** | | | | |
| **1.1** | **Campamento del personal (20m2) y viáticos** | **Unid** | **1** | **750.00** | **750.00** |
| **1.2** | **Caseta** | **Unid** | **1** | **1500.00** | **1500.00** |
| **2.00** | **MOVILIZACIÓN:** | | | | |
| **2.1** | **Transp. Máquina perforadora BUCYRUS L-60 con capacidad de perforación de 220 m, herramientas para la obra y equipos desde ATE - LIMA – Proyecto Olmos Fundo de INAGRO S.A.C. ida y vuelta.** | **Glob** | **2** | **1100.00** | **2200.00** |
| **3.00** | **PERFORACIÓN CON EQUIPO ALTERNOS BAJO AGUA:** | | | | |
| **3.1** | **Perforación con máquina mediante sistema de percusión, con brocas de 24" /21" y tuberías herramientas de 24" /21" x 1/4, control de la verticalidad del pozo.** | **MI.** | **40** | **400.00** | **16000.00** |
| **4.00** | **DESARROLLO DEL POZO:** | | | | |
| **4.1** | **Desarrollo del pozo por el sistema de pistoneo 72 horas continúas.** | **Horas** | **72** | **25.00** | **1800.00** |
| **4.2** | **Suministro, colocación de grava selecta para pozo tubular.** | **M3** | **20** | **135.00** | **2700.00** |
| **4.3** | **Suministro de bentonita para la perforación de pozo bajo agua.** | **KG** | **100** | **3.50** | **350.00** |
| **5.00** | **ANÁLISIS Y PRUEBA DE POZO** | | | | |
| **5.1** | **Análisis granulométrico de estratos geofísicos y DIAGRAFIA para la ubicación de los filtros y tuberías ciegas.** | **Unid** | **1** | **2500.00** | **2500.00** |
| **6.00** | **PRUEBA DE AFORO CON BOMBA DE 8":** | | | | |
| **6.1** | **Prueba de bombeo durante las 72 horas continúas de bombeo con bomba de eje vertical de 80 HP con motor PERKING de 90 HP o con bomba sumergible de 60 HP con grupo electrógeno de 80 Kw a 100 Kw, con la finalidad de determinar el rendimiento del pozo y se determinará la curva del rendimiento con exactitud, luego se informará para su recomendación.** | **Horas** | **72** | **60.00** | **4320.00** |
| **7.00** | **SUMINSTRO CON TUBERÍAS CIEGAS DE 18" LOS 40 mts. DE PERFORACION PARA EVITAR DERRUMBES Y/O COLAPSAMIENTOS DEL POZO** | | | | |
| **7.1** | **Incluida soldadura, combustible, transporte, personal.** | **M** | **40(17 tubos)** | **145.00** | **5,800.00** |
| **8.00** | **INSTALACIÓN DE FILTROS** | | | | |
| **8.1** | **Instalación de filtros con ranuras continuas tipo Jonhson de 15" de Diámetro, moto soldadora, soldadura y soldador homologado.** | **Ml** | **40** | **30.00** | **1200.00** |
| **9.00** | **INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO** | | | | |
| **9.1** | **Instalación de equipo de bombeo de 8 pulgadas con eje vertical en el pozo tubular terminado de 15 pulg.** | **UND** | **1** | **1500.00** | **1500.00** |
| **10** | **TUBERÍA DE COLECTOR (2.40 m)** | **UND** | **2** | **310** | **620** |

| | |
|---|---|
| **SUB TOTAL** | **41240.00** |
| **IGV.18%** | **7423.20** |
| **SUMA TOTAL GENERAL** | **48663.20** |

**US Dólares Americanos**

***Fuente: propia***

**Tabla 20: Presupuesto Pozo Sector 2**

**SECTOR 2 (Centro Rural de Chilape)**

**José Leonardo Ortiz- Chiclayo**

| | | | | P/UNIT | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | US $ | US $ |
| 1.00 | TRABAJOS PRELIMINARES: | | | | |
| 1.1 | Campamento del personal (20m2) y viáticos | Unid | 1 | 750.00 | 750.00 |
| 1.2 | Caseta | Unid | 1 | 1500.00 | 1500.00 |
| 2.00 | MOVILIZACIÓN: | | | | |
| 2.1 | Transp. Máquina perforadora BUCYRUS L-60 con capacidad de perforación de 220 m, herramientas para la obra y equipos desde ATE - LIMA – Proyecto Olmos Fundo de INAGRO S.A.C. ida y vuelta. | Glob | 2 | 1100.00 | 2200.00 |
| 3.00 | PERFORACIÓN CON EQUIPO ALTERNOS BAJO AGUA: | | | | |
| 3.1 | Perforación con máquina mediante sistema de percusión, con brocas de 24" /21" y tuberías herramientas de 24" /21" x 1/4, control de la verticalidad del pozo. | MI. | 40 | 400.00 | 16000.00 |
| 4.00 | DESARROLLO DEL POZO: | | | | |
| 4.1 | Desarrollo del pozo por el sistema de pistoneo 72 horas continúas. | Horas | 72 | 25.00 | 1800.00 |
| 4.2 | Suministro, colocación de grava selecta para pozo tubular. | M3 | 20 | 135.00 | 2700.00 |
| 4.3 | Suministro de bentonita para la perforación de pozo bajo agua. | KG | 100 | 3.50 | 350.00 |
| 5.00 | ANÁLISIS Y PRUEBA DE POZO | | | | |
| 5.1 | Análisis granulométrico de estratos geofísicos y DIAGRAFIA para la ubicación de los filtros y tuberías ciegas. | Unid | 1 | 2500.00 | 2500.00 |
| 6.00 | PRUEBA DE AFORO CON BOMBA DE 8": | | | | |
| 6.1 | Prueba de bombeo durante las 72 horas continúas de bombeo con bomba de eje vertical de 80 HP con motor PERKING de 90 HP o con bomba sumergible de 60 HP con grupo electrógeno de 80 Kw a 100 Kw, con la finalidad de determinar el rendimiento del pozo y se determinará la curva del rendimiento con exactitud, luego se informará para su recomendación. | Horas | 72 | 60.00 | 4320.00 |
| 7.00 | SUMINSTRO CON TUBERÍAS CIEGAS DE 18" LOS 40 mts. DE PERFORACION PARA EVITAR DERRUMBES Y/O COLAPSAMIENTOS DEL POZO | | | | |
| 7.1 | Incluida soldadura, combustible, transporte, personal. | M | 40(17 tubos) | 145.00 | 5,800.00 |
| 8.00 | INSTALACIÓN DE FILTROS | | | | |
| 8.1 | Instalación de filtros con ranuras continuas tipo Jonhson de 15" de Diámetro, moto soldadora, soldadura y soldador homologado. | Ml | 40 | 30.00 | 1200.00 |
| 9.00 | INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO | | | | |
| 9.1 | Instalación de equipo de bombeo de 8 pulgadas con eje vertical en el pozo tubular terminado de 15 pulg. | UND | 1 | 1500.00 | 1500.00 |
| 10 | TUBERÍA DE COLECTOR (2.40 m) | UND | 2 | 310 | 620 |

| | |
|---|---|
| SUB TOTAL | 41240.00 |
| IGV.18% | 7423.20 |
| SUMA TOTAL GENERAL | 48663.20 |

US Dólares Americanos

***Fuente: propia***

**Tabla 21: Presupuesto de Pozo Sector 3**

**SECTOR 3 (Asentamientos Humanos Culpon y Nuevo Culpon)**

**José Leonardo Ortiz- Chiclayo**

| | | | | P/UNIT | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | US $ | US $ |
| 1.00 | TRABAJOS PRELIMINARES: | | | | |
| 1.1 | Campamento del personal (20m2) y viáticos | Unid | 1 | 750.00 | 750.00 |
| 1.2 | Caseta | Unid | 1 | 1500.00 | 1500.00 |
| 2.00 | MOVILIZACIÓN: | | | | |
| 2.1 | Transp. Máquina perforadora BUCYRUS L-60 con capacidad de perforación de 220 m, herramientas para la obra y equipos desde ATE - LIMA – Proyecto Olmos Fundo de INAGRO S.A.C. ida y vuelta. | Glob | 2 | 1100.00 | 2200.00 |
| 3.00 | PERFORACIÓN CON EQUIPO ALTERNOS BAJO AGUA: | | | | |
| 3.1 | Perforación con máquina mediante sistema de percusión, con brocas de 24” /21” y tuberías herramientas de 24” /21” x 1/4, control de la verticalidad del pozo. | MI. | 40 | 400.00 | 16000.00 |
| 4.00 | DESARROLLO DEL POZO: | | | | |
| 4.1 | Desarrollo del pozo por el sistema de pistoneo 72 horas continúas. | Horas | 72 | 25.00 | 1800.00 |
| 4.2 | Suministro, colocación de grava selecta para pozo tubular. | M3 | 20 | 135.00 | 2700.00 |
| 4.3 | Suministro de bentonita para la perforación de pozo bajo agua. | KG | 100 | 3.50 | 350.00 |
| 5.00 | ANÁLISIS Y PRUEBA DE POZO | | | | |
| 5.1 | Análisis granulométrico de estratos geofísicos y DIAGRAFIA para la ubicación de los filtros y tuberías ciegas. | Unid | 1 | 2500.00 | 2500.00 |
| 6.00 | PRUEBA DE AFORO CON BOMBA DE 8”: | | | | |
| 6.1 | Prueba de bombeo durante las 72 horas continúas de bombeo con bomba de eje vertical de 80 HP con motor PERKING de 90 HP o con bomba sumergible de 60 HP con grupo electrógeno de 80 Kw a 100 Kw, con la finalidad de determinar el rendimiento del pozo y se determinará la curva del rendimiento con exactitud, luego se informará para su recomendación. | Horas | 72 | 60.00 | 4320.00 |
| 7.00 | SUMINSTRO CON TUBERÍAS CIEGAS DE 18” LOS 40 mts. DE PERFORACION PARA EVITAR DERRUMBES Y/O COLAPSAMIENTOS DEL POZO | | | | |
| 7.1 | Incluida soldadura, combustible, transporte, personal. | M | 40(17 tubos) | 145.00 | 5,800.00 |
| 8.00 | INSTALACIÓN DE FILTROS | | | | |
| 8.1 | Instalación de filtros con ranuras continuas tipo Jonhson de 15” de Diámetro, moto soldadora, soldadura y soldador homologado. | Ml | 40 | 30.00 | 1200.00 |
| 9.00 | INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO | | | | |
| 9.1 | Instalación de equipo de bombeo de 8 pulgadas con eje vertical en el pozo tubular terminado de 15 pulg. | UND | 1 | 1500.00 | 1500.00 |
| 10 | TUBERÍA DE COLECTOR (2.40 m) | UND | 2 | 310 | 620 |

| | |
|---|---|
| SUB TOTAL | 41240.00 |
| IGV.18% | 7423.20 |
| SUMA TOTAL GENERAL | 48663.20 |

US Dólares Americanos

***Fuente: propia***

**Tabla 22: Presupuesto de Pozo Sector 4**

**SECTOR 4 (Asentamientos María Cruz. Fundo el Abuelo)**

**José Leonardo Ortiz- Chiclayo**

| | | | | P/UNIT | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | US $ | US $ |
| 1.00 | TRABAJOS PRELIMINARES: | | | | |
| 1.1 | Campamento del personal (20m2) y viáticos | Unid | 1 | 750.00 | 750.00 |
| 1.2 | Caseta | Unid | 1 | 1500.00 | 1500.00 |
| 2.00 | MOVILIZACIÓN: | | | | |
| 2.1 | Transp. Máquina perforadora BUCYRUS L-60 con capacidad de perforación de 220 m, herramientas para la obra y equipos desde ATE - LIMA – Proyecto Olmos Fundo de INAGRO S.A.C. ida y vuelta. | Glob | 2 | 1100.00 | 2200.00 |
| 3.00 | PERFORACIÓN CON EQUIPO ALTERNOS BAJO AGUA: | | | | |
| 3.1 | Perforación con máquina mediante sistema de percusión, con brocas de 24” /21” y tuberías herramientas de 24” /21” x 1/4, control de la verticalidad del pozo. | MI. | 40 | 400.00 | 16000.00 |
| 4.00 | DESARROLLO DEL POZO: | | | | |
| 4.1 | Desarrollo del pozo por el sistema de pistoneo 72 horas continúas. | Horas | 72 | 25.00 | 1800.00 |
| 4.2 | Suministro, colocación de grava selecta para pozo tubular. | M3 | 20 | 135.00 | 2700.00 |
| 4.3 | Suministro de bentonita para la perforación de pozo bajo agua. | KG | 100 | 3.50 | 350.00 |
| 5.00 | ANÁLISIS Y PRUEBA DE POZO | | | | |
| 5.1 | Análisis granulométrico de estratos geofísicos y DIAGRAFIA para la ubicación de los filtros y tuberías ciegas. | Unid | 1 | 2500.00 | 2500.00 |
| 6.00 | PRUEBA DE AFORO CON BOMBA DE 8”: | | | | |
| 6.1 | Prueba de bombeo durante las 72 horas continúas de bombeo con bomba de eje vertical de 80 HP con motor PERKING de 90 HP o con bomba sumergible de 60 HP con grupo electrógeno de 80 Kw a 100 Kw, con la finalidad de determinar el rendimiento del pozo y se determinará la curva del rendimiento con exactitud, luego se informará para su recomendación. | Horas | 72 | 60.00 | 4320.00 |
| 7.00 | SUMINSTRO CON TUBERÍAS CIEGAS DE 18” LOS 40 mts. DE PERFORACION PARA EVITAR DERRUMBES Y/O COLAPSAMIENTOS DEL POZO | | | | |
| 7.1 | Incluida soldadura, combustible, transporte, personal. | M | 40(17 tubos) | 145.00 | 5,800.00 |
| 8.00 | INSTALACIÓN DE FILTROS | | | | |
| 8.1 | Instalación de filtros con ranuras continuas tipo Jonhson de 15” de Diámetro, moto soldadora, soldadura y soldador homologado. | Ml | 40 | 30.00 | 1200.00 |
| 9.00 | INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO | | | | |
| 9.1 | Instalación de equipo de bombeo de 8 pulgadas con eje vertical en el pozo tubular terminado de 15 pulg. | UND | 1 | 1500.00 | 1500.00 |
| 10 | TUBERÍA DE COLECTOR (2.40 m) | UND | 2 | 310 | 620 |

| | |
|---|---|
| SUB TOTAL | 41240.00 |
| IGV.18% | 7423.20 |
| SUMA TOTAL GENERAL | 48663.20 |

US Dólares Americanos

***Fuente: propia***

**Tabla 23: Presupuesto de Pozo Sector 5**

**SECTOR 5 ( ( Pueblos jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja)**
**José Leonardo Ortiz- Chiclayo**

**José Leonardo Ortiz- Chiclayo**

| | | | | P/UNIT | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | US $ | US $ |
| 1.00 | TRABAJOS PRELIMINARES: | | | | |
| 1.1 | Campamento del personal (20m2) y viáticos | Unid | 1 | 750.00 | 750.00 |
| 1.2 | Caseta | Unid | 1 | 1500.00 | 1500.00 |
| 2.00 | MOVILIZACIÓN: | | | | |
| 2.1 | Transp. Máquina perforadora BUCYRUS L-60 con capacidad de perforación de 220 m, herramientas para la obra y equipos desde ATE - LIMA – Proyecto Olmos Fundo de INAGRO S.A.C. ida y vuelta. | Glob | 2 | 1100.00 | 2200.00 |
| 3.00 | PERFORACIÓN CON EQUIPO ALTERNOS BAJO AGUA: | | | | |
| 3.1 | Perforación con máquina mediante sistema de percusión, con brocas de 24” /21” y tuberías herramientas de 24” /21” x 1/4, control de la verticalidad del pozo. | MI. | 40 | 400.00 | 16000.00 |
| 4.00 | DESARROLLO DEL POZO: | | | | |
| 4.1 | Desarrollo del pozo por el sistema de pistoneo 72 horas continúas. | Horas | 72 | 25.00 | 1800.00 |
| 4.2 | Suministro, colocación de grava selecta para pozo tubular. | M3 | 20 | 135.00 | 2700.00 |
| 4.3 | Suministro de bentonita para la perforación de pozo bajo agua. | KG | 100 | 3.50 | 350.00 |
| 5.00 | ANÁLISIS Y PRUEBA DE POZO | | | | |
| 5.1 | Análisis granulométrico de estratos geofísicos y DIAGRAFIA para la ubicación de los filtros y tuberías ciegas. | Unid | 1 | 2500.00 | 2500.00 |
| 6.00 | PRUEBA DE AFORO CON BOMBA DE 8”: | | | | |
| 6.1 | Prueba de bombeo durante las 72 horas continúas de bombeo con bomba de eje vertical de 80 HP con motor PERKING de 90 HP o con bomba sumergible de 60 HP con grupo electrógeno de 80 Kw a 100 Kw, con la finalidad de determinar el rendimiento del pozo y se determinará la curva del rendimiento con exactitud, luego se informará para su recomendación. | Horas | 72 | 60.00 | 4320.00 |
| 7.00 | SUMINSTRO CON TUBERÍAS CIEGAS DE 18” LOS 40 mts. DE PERFORACION PARA EVITAR DERRUMBES Y/O COLAPSAMIENTOS DEL POZO | | | | |
| 7.1 | Incluida soldadura, combustible, transporte, personal. | M | 40(17 tubos) | 145.00 | 5,800.00 |
| 8.00 | INSTALACIÓN DE FILTROS | | | | |
| 8.1 | Instalación de filtros con ranuras continuas tipo Jonhson de 15” de Diámetro, moto soldadora, soldadura y soldador homologado. | Ml | 40 | 30.00 | 1200.00 |
| 9.00 | INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO | | | | |
| 9.1 | Instalación de equipo de bombeo de 8 pulgadas con eje vertical en el pozo tubular terminado de 15 pulg. | UND | 1 | 1500.00 | 1500.00 |
| 10 | TUBERÍA DE COLECTOR (2.40 m) | UND | 2 | 310 | 620 |

| | |
|---|---|
| SUB TOTAL | 41240.00 |
| IGV.18% | 7423.20 |
| SUMA TOTAL GENERAL | 48663.20 |

US Dólares Americanos

***Fuente: propia***

El presupuesto elaborado para el pozo tubular en las zonas favorables de explotación en los SEV 3, 6, 14, 20 y 22, se determinará mediante un diseño básico de perforación mediante percusión o rotación según sea el caso.

Este presenta en primer lugar trabajos preliminares como un campamento y seguridad nocturna, seguidamente la movilización de la máquina perforadora marca BUCYRUS con capacidad de perforación de 220 metros el cual podemos definirlo como la ruta crítica cuyo costo es de 2200 dólares americanos, como tercer punto la perforación propiamente dicha mediante agua, el desarrollo del pozo, análisis y prueba del pozo se necesita la Diagrafia trabajada.

Luego se realiza la prueba de bomba, suministro de con tuberías ciegas e instalación de filtros; finalmente la instalación del equipo de bombeo y la tubería colector todo este trabajo asciende a un monto de 48,663.20 dólares americanos.

## 3.6.Discusión de resultados

### 3.6.1. DEFINICIÓN DE LOS ESPESORES Y CARACTERÍSTICAS GEOELÉCTRICOS DE CADA UNO DE LOS HORIZONTES QUE CONFORMAN LOS SECTORES INVESTIGADOS.

Según la tesis de Investigación que lleva por nombre Evaluación y Caracterización de la calidad de Aguas Subterráneas del sector de Jaguay mientras que ellos tienen espesores homogéneos en sus horizontes entre los 0.50 a 10 metros, nosotros encontramos espesores diferentes entre profundidades de 22 metros a 250 metros.

### 3.6.2. DIFERENCIACIÓN DE LAS CAPAS Y HORIZONTES DEL SUBSUELO SEGÚN SU LITOLOGÍA PARA LO CUAL SE UTILIZA LAS RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS OBTENIDAS.

Según la tesis de Investigación que lleva por nombre Evaluación y Caracterización de la calidad de Aguas Subterráneas del sector de Jaguay mientras que ellos encontrándose con todo tipo de materiales del terreno como acilla limosa, rocas, gravas arenosas, etc. Mientras que la investigación efectuada encuentra otros materiales como sedimentos, suelos permeables muy bajos ya que los espesores trabajados son mayores los niveles de permeabilidad se encuentran entre las profundidades mencionadas anteriormente.

### 3.6.3. REALIZACIÓN DE UN INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEAS A TRAVÉS DE SUS RESISTIVIDADES.

Según el: “Inventario de fuentes de agua subterránea en el valle chancay Lambayeque”, donde se realizó un inventario de pozos tubulares para la cuenca del rio chancay - Lambayeque de los diferentes tipos que existen, en comparación a nuestro estudio el inventario ha sido más reducido puesto que muchos de estos pozos tubulares son sin autorización del ANA y sin una inspección técnica en total 30 pozos en los 5 sectores del distrito de José Leonardo Ortiz estudiados fueron inventariados.

**Tabla 24: Inventario de Fuente de Agua**

***Fuente: ANA (Autoridad Nacional del Agua).***

| Distrito | N° de Pozos | % |
|---|---|---|
| Chongoyape | 200 | 10.46 |
| Pátapo | 62 | 3.24 |
| Pucalá | 155 | 8.10 |
| Tumán | 136 | 7.11 |
| Pomalca | 172 | 8.99 |
| Chiclayo | 68 | 3.55 |
| La Victoria | 75 | 3.92 |
| Reque | 97 | 5.07 |
| Eten | 34 | 1.78 |
| Monsefú | 209 | 10.93 |
| Santa Rosa | 02 | 0.10 |
| Pimentel | 118 | 6.17 |
| San José | 24 | 1.25 |
| Lambayeque | 91 | 4.76 |
| Mórrope | 86 | 4.50 |
| Túcume | 135 | 7.06 |
| Mochumí | 59 | 3.08 |
| Pueblo Nuevo | 05 | 0.26 |
| Ferreñafe | 62 | 3.24 |
| Pítipo | 27 | 1.41 |
| Manuel M. Muro | 18 | 0.94 |
| Picsi | 22 | 1.15 |
| José L. Ortiz | 56 | 2.93 |
| Total | 1913 | 100.00 |

**Tabla 25: Elaboración de inventario propio por sector**

| SECTOR | TAJO ABIERTO | | MIXTO | | TUBULAR | | TOTAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N° | % | N° | % | N° | % | N° | % |
| 1 | 2 | 11.76 | 1 | 5.88 | 1 | 5.88 | 4 | 23.52 |
| 2 | 1 | 5.88 | 0 | 0.00 | 1 | 5.88 | 2 | 11.76 |
| 3 | 0 | 0.00 | 1 | 5.88 | 2 | 11.76 | 3 | 17.64 |
| 4 | 1 | 5.88 | 0 | 0.00 | 3 | 17.65 | 4 | 23.53 |
| 5 | 1 | 5.88 | 0 | 0.00 | 3 | 17.65 | 4 | 23.53 |
| TOTAL | 5 | 29.41 | 2 | 11.76 | 10 | 58.82 | 17 | 100 |

***Fuente: Propia***

### 3.6.4. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN UNA PRIMERA APROXIMACIÓN.

La tesis de Investigación denominada como Calidad física, química y bacteriológica de Aguas Subterráneas de Consumo Humano en el Sector de Taparachi III de la Ciudad de Juliaca, abarca que los parámetros obtenidos por las resistividades obtenidas en los pozos tubulares artesanales viene hacer mayor que la de los pozos tubulares, es decir que el agua existente en esos pozos contiene un foco infeccioso mayor para la salud de la población, mientras que en nuestra investigación las primeras resistividades obtenidas están por encima de los parámetros mínimos para consumo humano, entonces se deduce que se podría extraer agua de ese punto.

### 3.6.5. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA LOS SECTORES INVESTIGADOS.

Según el estudio Dotación de Sistema de Abastecimiento de Agua potable para cuatro poblados rurales de Lancones donde se realizó el cálculo del caudal de diseño de diferentes tipos de pozos para diferentes métodos de extracción de Caudal para poder abastecer la dotación de esos poblados, mientras que en nuestra investigación se basa a un solo tipo de pozo (tubular) para cada tipo de sector que se ha investigado teniendo diferentes caudales por las diferentes dotaciones de las zonas.

### 3.6.6. UBICACIÓN DE LAS ZONAS CON LAS CONDICIONES GEOFÍSICAS FAVORABLES PARA LA PERFORACIÓN DE OBRAS DE AGUA SUBTERRÁNEA.

En la Investigación Diseño de sistemas de pozos para la captación de Agua subterránea, se ubica el pozo donde las resistividades fueron las correctas según el reglamento, para que el uso del agua sea para consumo población, en esta investigación solamente se proyectó un pozo por ser un sector el estudiado a comparación de nuestra investigación que vendrían a tener de 5 pozos a más.

### 3.6.7. ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE PERFORACIÓN DE UN POZO TUBULAR.

En la Investigación Diseño de sistemas de pozos para la captación de Agua subterránea, el costo de su presupuesto para la perforación del pozo tubular está en un aproximado $316,18.00 a comparación de nuestra investigación un costo de $48,663.20, donde se incluye el procedimiento constructivo total del pozo, su análisis y prueba del pozo.

### 3.7.Aporte práctico

La presente investigación hidrogeológica se basa fundamentalmente en el estudio geofísico del subsuelo, esto mediante la emisión de corriente la cual nos determinara finalmente distintas resistividades de los diferentes estratos, sus características y lo principal la ubicación de la fuente subterránea.

El aporte de esta investigación es que mediante estos estudios hidrogeológicos, esencialmente geofísico se podrá determinar la ubicación del recurso subterráneo que servirá para dar agua potable a la población según esta sea su demanda. Se ha optado por esta investigación, debido a que por más de 20 años la población de la parte norte del distrito de José Leonardo Ortiz, esencialmente los sectores que se ha trabajado como son: Sector 1: Comprende los pueblos jóvenes de San Juan de Dios, Sagrado Corazón de Jesús.

Sector 2: Comprende el centro rural de Chilape.

Sector 3: Comprende los asentamientos humanos Culpón y Nuevo Culpón.

Sector 4: Comprende el asentamiento humano María Cruz, fundo El Abuelo.

Sector 5: Comprende los pueblos jóvenes de Villa Hermosa, La Explanada, Milagro de Dios, Javier Castro, Santa Lucia, 04 de julio, Los Claveles, Nazareno Cautivo, Nuevo Horizonte y San Borja.

Los cuales carecen del servicio básico del agua potable indispensable para la vida, y teniendo en cuenta que la actual empresa prestadora de saneamiento de Lambayeque (EPSEL), no ha cumplido con su función de llegar a todas las familias leonardinas; tomamos esto como base para fundamentar que este trabajo de investigación aportara en ubicar zonas favorables para la explotación de agua subterránea con fines de consumo poblacional, el cual también puede ser replicado en cualquier lugar del Perú y el mundo; esencialmente en nuestra región, así se podrá romper con esa brecha de déficit de agua potable en cantidad y calidad que la población requiere.

# IV. Conclusiones y Recomendaciones

## 4.1. Conclusiones

1. La ejecución, análisis e interpretación de los 26 SEVs, se ha determinado por sector 2 cortes geoeléctricos los cuales son:
   **Sector 1**: **sección A-A**: SEV 5-3-4 y **sección B-B:** SEV 2-1-4
   **Sector 2: sección A-A**: SEV 6-9-10 y **sección B-B:** SEV 8-9-7
   **Sector 3: sección A-A**: SEV 13-15-11 y **sección B-B:** SEV 12-14-15-11
   **Sector 4: sección A-A**: SEV 16-19-17 y **sección B-B:** SEV 18-20-17
   **Sector 5: sección A-A**: SEV 21-26-25 y **sección B-B:** SEV 23-22-24

2. La diferencia entre los 5 sectores a través de su litología son en algunos casos homogéneos y en otros heterogénea, se distinguen 4 horizontes específicos lo cuales son:
   **Primer horizonte:** Entre 9 a 10m, resistividades bajas.
   **Segundo horizonte:** Entre 24 a 28 m. variando sus resistividades entre 18 a 25 Ohm.m.
   **Tercer horizonte:** Entre 34 a 37 m**,** resistividades eléctricas entre 6 a 10 Ohm.m
   **Cuarto horizonte:** Presenta resistividades entre 5 a 8 Ohm.m y espesor no definido.

3. Se ha realizado inventario en los 5 sectores de estudio dando un total de 17 pozos de los cuales 5 son a tajo abierto, 2 mixto y 10 tubulares.

4. La resistividades en su mayoría son bajas, por ello en las zonas donde se obtuvo resistividades altas de 18 a 20, es donde la calidad del agua está garantizada los SEVs son SEV 3, 6, 14, 20 y 22.

5. La demanda de agua en los 5 sectores investigados es completamente satisfecha debido a que se cumple que R > D :

   **Sector 1:** 22.22 > 3.02

   **Sector 2:** 51.11 > 0.39

   **Sector 3:** 33.33 > 2.5

   **Sector 4:** 26.67 > 1.41

   **Sector 5:** 32.22 > 3.97

6. Se ha ubicado zonas favorables de explotación en un radio de 250m para los SEVs: 3, 6, 14, 20 y 22.

7. El presupuesto estimado para la perforación, equipamiento e instalación de un pozo tubular es de **48,663.20** dólares americanos ( por sector), teniendo un total de 5 sectores la suma total de 243,316 dólares americanos, ejecutándose y dejándose el pozo con su correcto funcionamiento.

## 4.2. Recomendaciones

1. Se debería realizar estudios con tendido mayor de cable así obtener mayor profundidad.

2. Para diferenciar las capas y horizontes del subsuelo se deberían hacer más secciones geoeléctricas no solo dos.

3. Se debería realizar inventarios de agua subterránea de manera sincronizada ALA, gobiernos locales y población.

4. Se debe realizar sistemas de prevención en la explotación de agua subterránea.

5. La demanda de la población por el agua potable debería tomarse como prioridad y el agua subterránea sería una de esas soluciones, por lo que se recomienda usar mejor este recurso.

6. Trabajar en conjunto para la creación de la autoridad nacional del suelo (ANASU) con la finalidad de ubicar zonas de explotación, etc.

## REFERENCIAS


Abc Sociedad. (14 de 09 de 2015). Uno de cada cuatro acuíferos en España está contaminado por los fertilizantes. Obtenido de Uno de cada cuatro acuíferos en España está contaminado por los fertilizantes: http://www.abc.es/sociedad/20150914/abci-acuiferos-contaminados-fertilizantes-201509131925.html

Agricola Pampa Baja S.A.C. (2012). Estudio de prospeccion geoléctrica con fines de evaluación de las condiciones hidrogelógicas. INFORME ANALITICO, S.A.C, AGRICOLA PAMPA BAJA, LAMBAYEQUE, Olmos. Recuperado el OCTUBRE de 2012, de https:// https://es.scribd.com/doc/126897971/Informe-Prospeccion-Geoelectrico

Alcantara, L. D., & Mendoza, J. C. (2013). Modelizacion Geoléctricas del subsuelo con medidas de resistividad aparantes. Lambayeque, LAMBAYEQUE, PERU. Obtenido de https://datospdf.com/download/modelizacion-geoelectrica-del-subsuelo-con-medidas-de-resistividad-aparente-_5a44b766b7d7bc422b857e1b_pdf

Asencio, J. E. (2018). APLICACIÓN DE MÉTODO GEOELÉCTRICO (Sondeo EléctricoVertical SEV) PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ESPESORES DEL ALUVIAL DEL RÍO MANTA, CANTÓN MANTA, PROVINCIA DE MANABÍ,ECUADOR. Ecuador. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29642/1/TESIS%20JAEL%20V%20A.pdf

Auge, M. (2008). Métodos Geoeléctricos para la prospeccion de agua subterranea. Buenos Aires.

Autoridad Nacional del Agua. (2015). LEY DE RECURDOS HIDRICOS. PERU.

Cobeñas, A. A. (2017). APLICACIÓN DEL MÉTODO GEOFÍSICO-PROSPECCIÓN ELÉCTRICA ACTIVO PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD DE ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS EN LA LOCALIDAD EL VIRREYOLMOS-LAMBAYEQUE. Lambayeque, Olmos, Peru. Obtenido de http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1133/BC-TES-5913.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Condori, C. H. (2017). “APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE RESISTIVIDAD MULTIELECTRODO – GEORADAR Y SU MODELIZACIÓN 2D PARA CARACTERIZAR EL SUBSUELO EN LA AMPLIACIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO GENERAL SAN MARTIN REGIÓN ICA”. AREQUIPA, ICA, AREQUIPA. Obtenido de http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4443/GFhucoc.pdf?sequence=1&isAllowed=y

David, Y. C., & Lopez Reyna, D. H. (2016). “MÉTODO ZAHORI, ALTERNATIVA DE PRECISIÓN Y BAJO COSTO EN LA BUSQUEDA DE AGUAS SUBTERRANEAS COMPARADO CON EL METODO SEV, APLICADO EN PEQUEÑA MINERIA. CAJAMARCA, Peru. Obtenido de http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7553/Yopla%20Chil%C3

%B3n%20David%20L%C3%B3pez%20Reyna%20Darwin%20Henry.pdf?sequence=1
Diario Gestiòn. (18 de FEBRERO de 2014). GESTION. (GESTION, Editor) Obtenido de GESTION: https://gestion.pe/economia/utilizara-agua-subterranea-atender-agro-ausencia-lluvias-lambayeque-4406?ref=gesr
Diario Gestiòn. (16 de ABRIL de 2017). DIARIO GESTION. Obtenido de DIARIO GESTION: https://gestion.pe/economia/ana-habilita-7-000-pozos-abastecer-agua-norte-peru-132585
Diario Gestiòn. (11 de ABRIL de 2018). GESTION. Obtenido de GESITON: https://gestion.pe/peru/arsenico-manganeso-aluminio-contaminan-aguas-subterraneas-amazonas-231194
El Espectador. (13 de 02 de 2018). El planeta podría perder el 40% de su agua potable para 2030. Obtenido de El planeta podría perder el 40% de su agua potable para 2030: https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/el-planeta-podria-perder-el-40-de-su-agua-potable-para-2030-articulo-738970
Escuela de Ingenieria Civil. (2018).
Fuente: Elaboración Propia. (s.f.).
Fuente: google earth y propia. (s.f.).
GEOFAMA CONSULTORES. (2018). Calidad de Agua. CHICLAYO.
Gonzales, M. B. (2013). EXPLORACION GEOFISICA E HIDROGEOLOGICA DE UN ACUIFERO LOCALIZADO EN DEPOSITOS ALUVIALES Y DE DUNA ESTADO DE VERACRUZ. MEXICO D.F, MEXICO. Obtenido de http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/6674
Hernandez, F. A. (2012). MÉTODOS GEOELÉCTRICOS APLICADOS A LA EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y TERMALES. Concepcion, Chile.
Hernandez, G. X. (2016). ESTUDIO DE LA SANILIDAD DEL ACUIFERO COSTERO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA CARA SUCIA,AHUACHAPAN. EL SALVADOR, EL SALVADOR. Obtenido de http://ri.ues.edu.sv/9422/1/Estudio%20de%20la%20salinidad%20del%20acu%C3%ADfero%20costero%20de%20la%20cuenca%20hidrogr%C3%A1fica%20Cara%20Sucia%2C%20Ahuachap%C3%A1n.pdf
Levante el mercantil valenciano. (20 de 08 de 2017). Sequía en aguas subterráneas. Obtenido de Sequía en aguas subterráneas: http://www.levante-emv.com/opinion/2017/08/20/sequia-aguas-subterraneas/1606348.html
Ley 29783. (2016). Lima.
Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento N°29338. (2015). Lima.
Ministerio de economia y finanzas. (2012). Estudio de oferta y demanda de servicios de agua potable y alcantarillado. Lima.
Ministerio de ganaderia agricultura y pesca. (2012). Manual de Agua Subterranea. Montevideo, Uruguay.
Ministerio De Obras Publicas. (2016). GUÍA METODOLOGICA PARA PRESENTACION DE PROYECTOS DE RECARGA ARTIFICIAL. CHILE. Obtenido de http://www.dga.cl/orientacionalpublico/guias/Guias%20para%20presentacion%20de%20solicitudes/Guia_Metodologica_para_presentacion_Proyectos_de_Recarga_Artificial_2016.pdf
Ministerio del ambiente. (2016). Manual de buenas practicas en la investigacion de sitios contaminados: Muestreo de aguas subterraneas. Lima.
Municipalidad Distrital de Jose Leonardo Ortiz. (2018). Calidad de Agua. CHICLAYO.

Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz. (2018). Calidad de Agua. CHICLAYO.
Paredes, G. J. (2015). PROSPECCIÓN GEOFÍSICA PARA LA DETERMINACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO MAPASINGUE, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DE GUAYAS, ECUADOR. GUAYAQUIL, GUAYAS, ECUADOR. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11646/1/PROYECTO%20DE%20TESIS.pdf
Pinto, W. P. (2016). CARACTERISTICAS GEOFISICAS ASENTAMIENTO HUMANO 7 DE OCTUBRE IV Y V ZONA DEL AGUSTINO. ANALITICOS, LIMA. Recuperado el AGOSTO de 2016, de http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/INGEMMET/Opinion%20Tecnica%20-
Radio Programas Del Perù (Rpp). (21 de MARZO de 2013). RADIO PROGRAMAS DEL PERU (RPP), INFORMATIVA. Obtenido de http://rpp.pe/peru/actualidad/lambayeque-exceso-de-pozos-tubulares-agota-agua-subterranea-en-motupe-noticia-578258
Sampieri, R. H. (2014). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. MEXICO: INTERAMERICANA EDITORES.
Sampieri, R. H. (2014). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. MEXICO: INTERAMERICANA EDITORES.
Secretaria de medio ambiente y recursos naturales. (2012). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Mexico.
Suarez, T. C., & Ramos Arevalo, F. (2016). Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las juntas del distrito Pacora-Lambayeque. y propuesta de Tratamiento. Lambayeque, Lambayeque, PERU. Obtenido de http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/850/BC-TES-5266.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Universidad Señor de Sipán. (2017). Productos acreditables de experiencias curriculares de investigacion. pimentel.
Valencia, F. J. (2017). Estudio geofísico para la explotación de agua Subterranea en el fundo Buselcat, Asia-Cañete,Lima. Arequipa, LIMA, PERU. Obtenido de http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2815/GFcavafj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Vargas, J. R. (2012). Manejo integrado de aguas subterraneas. Costa rica.
Villalva, F. M. (2017). Estudio Hidrogeologico para sustentar la disponibilidad hidrica subterranea para pozo tubular de reemplazo-Monsanto Perú-Villacuri-Ica. Lima Peru. Obtenido de http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3362/chavez_villalba-fernando-manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

## ANEXOS

### ANEXOS 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

| TITULO | PROBLEMA | JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA | OBJETIVOS GENERALES | TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION | TECNICA E INSTA DE RECOLECCION DE DATOS | PRESUPUESTO(S/) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTUDIO GEOFÍSICOS MEDIANTE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES CON FINES DE USO POBLACIONAL EN SECTORES DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ,LAMBAYEQUE. 2018 | Agua subterránea para consumo poblacional | La presente tesis si cumple con los parámetros de investigación, debido que ha tiene estudios que nos brindaran datos que serán evaluados para su posterior procesamiento | Determinar las características de las diferentes capas del subsuelo, desde el punto de vista geofísico, con el fin de determinar la mejor ubicación para la perforación de un pozo tubular con fines de uso poblacional en los sectores del Distrito de José Leonardo Ortiz | El tipo de investigación es Cuasi Experimental y cuantitativo porque se enfoca o se guía por áreas o temas específicos | TECNICA: ESTUDIOS DE PROSPECCION GEOFISICA UTILIZANDO EL METODO Schlumberger.<br><br>INSTRUMENTOS: Equipo SEV, 1 GPS GARMIN, 3 radios motorolas, combas. | Un presupuesto promedio de la Investigación será el monto en Equipos de S/13500.00 |
| | **FORMULACION DEL PROBLEMA**<br><br>¿Qué consideraciones se tendrán para el Estudio Geofísico Mediante Sondeos Eléctricos Verticales con fines de uso poblacional en sectores del Distrito de José Leonardo Ortiz? | **JUSTIFICACIÓN SOCIAL**<br><br>según información de la población el agua consumida es de mala calidad, esta investigación tiene como finalidad extraer agua subterránea en cantidad y calidad con los estándares internacionales | **OBJETIVOS ESPECIFICOS**<br><br>**1. Definir los espesores y características Geoeléctricos de cada uno de los horizontes que conforman los sectores investigados.**<br><br>**2. Diferenciar las capas y horizontes del subsuelo según su litología para lo cual se utiliza las resistividades eléctricas obtenidas.**<br><br>**3. Realizar un inventario de fuentes de Agua Subterráneas a través de sus resistividades.**<br><br>**4. Determinar la calidad del agua subterránea en una primera aproximación.**<br><br>**5. Calcular la demanda de Agua para los sectores Investigados.**<br><br>**6. Ubicar las zonas con las condiciones geofísicas favorables para la perforación de obras de agua subterránea.**<br><br>**7. Estimar Presupuesto de perforación de un Pozo tubular.** | **VARIABLES VD Y VI**<br><br>VD= USO POBLACIONAL<br><br>VI=ESTUDIOS GEOFISICOS MEDIANTES SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES | **Método de Análisis de Datos**<br><br>**Se comenzara con la evaluación de la zona de estudio, verificando donde no cuenten con el servicio de agua potable para determinar donde se harán los futuros sondeos, seguidamente con recolección de la información** | **FINANCIAMIENTO**<br><br>El financiamiento estará compartido por parte de la Universidad señor de Sipán como los tesistas |
| | **HIPÓTESIS**<br><br>El estudio Geofísico mediante sondeos eléctricos verticales nos permitirá saber si el agua subterránea es apta para el uso de la población | **JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**<br><br>La presente tesis tiene como base las proyecciones de demanda de agua según EPSEL, y la disponibilidad de recursos hídricos en la región, la investigación que se realizara tiene como fundamento económico el uso adecuado y correcto para el muestreo de los pozos y verificar su correcto uso. | | **POBLACION Y MUESTRA**<br><br>POBLACION: Las aguas subterráneas de la región Lambayeque, están sujetas a una situación hidrogeológica adversa, sobre todo en el distrito de José Leonardo Ortiz<br><br>MUESTRA: El agua subterránea en el distrito de José Leonardo Ortiz, la situación hidrogeológica no ha sido estudiada el cual esta sectorizado por el mapa elaborado por una empresa privada | | **PRESUPUESTO(NETO)**<br>**El presupuesto total de la Investigación será de S/ 6140.00** |
| | | **JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL**<br><br>sustentada en el manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados, muestreo de aguas subterráneas, donde nuestra investigación cumple con los requerimientos ambientales de nuestro país | | | **ASPECTOS ETICOS**<br><br>**ETICA DE LA PUBLICIDAD**:<br><br>Tiene la necesidad de realizar publicidades, ya que el objetivo de esta investigación es dar a conocer datos reales e importantes que se puedan tener en cuenta para la decisión del tipo de agua que está consumiendo la población de José Leonardo Ortiz.<br><br>**ETICA DE LA APLICACIÓN**: Ley de Recursos Hídrico Artículo N°39 ,Artículo 44 La Resolución Jefatura N° 007-2015-ANA, en el Artículo 37° | **PROGRAMACION**<br><br>**La programación del proyecto de tesis está comprendido en 4 meses que es el marco teorico,3 meses de proyecto de investigación y 2 meses de documentación reglamentaria que están debidademente,ordenadas en el cronograma elaborado** |

**Fuente: Propia**

## ANEXOS 2: FICHA TÉCNICA/ FICHA LEY DE PRODUCTOS

### INTRODUCCIÓN

El GEORESISTIVÍMETRO, WARGpower G-1120, es un instrumento versátil, diseñada para la realización de sondeos eléctricos verticales, cuya lectura nos mostrará la resistividad relativa del terreno, así como el espesor o profundidad de las capas en examen.

El tablero de mando o tablero de transferencia, es amigable al operador, ya que posee todo los elementos necesarios, para realizar una buena lectura de las variables en el sondeo eléctrico como es la corriente de inmersión y el voltaje de retorno del terreno en estudio.

El diseño se ha realizado, pensando en el operador de campo, al cuál se debe dotar de un instrumento fácil de manejar, fácil de instalar, fácil de lectura; de tal modo que el resultado final exprese fielmente las características del terreno.

Por lo tanto, en una sola maleta se ha montado el sistema completo, que consta del Transmisor, Receptor e instrumentos digitales de última generación, así como los comandos de manejo y borneras que sirven de puerto para la comunicación entre el instrumento, el terreno y el operador.

**Ficha Técnica del Equipo SEV**

## 2. ESPECIFICACIONES TECNICAS.

2.1 TRANSMISOR.

Voltaje: 12 - 800 VDC, divididos en 8 rangos, doble pulso.
Corriente: 0 - 1000 mA, con control manual desde 0 – 100%.

2.2 RECEPTOR.

Mili voltimetro digital de 6 1/2 dígitos, Rango: 0 –0.00001 V
1 - 50 V
Miliamperímetro digital de 5 ½ dígitos, Rango: 0 - 0.0001 A
1 – 10 A

Precisión de medida: +/- 0.03 %

2.3 CONTROL EXTERNO DE LA TENSION DE TRANSMISION.

Control de tensión DC: Rango 1 de 0 a 12 V
Rango 2 de 12 a 50 V
Rango 3 de 12 a 75 V
Rango 4 de 12 a 150 V
Rango 5 de 12 a 250 V
Rango 6 de 12 a 350 V
Rango 7 de 12 a 500 V
Rango 8 de 12 a 800 V

2.4 PUERTOS DE ENTRADA Y SALIDA.

Puerto USB para PC.
Borneras tipo poste para receptor M - N
Borneras tipo poste para transmisor A - B
Borneras tipo poste, para Batería externa 24 VDC.
Conector universal 220Vac, para carga de batería interna.

2.5 FUENTE DE ALIMENTACION.

Batería recargable de 12 VDC, 7 Amperios.
Batería recargable de 9VDC (2)
Batería externa de 24 VDC, 32 A (opcional)

2.6 CARGADOR DE BATERIA Interna: 12 VDC, control automático
9 VDC, control automático

2.7 PROTECCION.

Fusible de 1 Amp. para 220 VAC
Fusible de 10 Amp. Para batería interna y/o externa.
Fusible de 1 Amp. Para tensión de línea de transmisión en bornes A – B.
Guarda para protección de campos electromagnéticos inducidos.

2.7 MALETA.

Importada, color naranja.
Dimensiones exterior: Largo 500 mm
Ancho 380 mm
Alto 190 mm

Peso: 12 Kg.

2.8 ACCESORIOS.

Cable power para 220 VAC
Cable para batería externa 24 VDC

**Ficha Técnica del GPS GARMIN**

# Introducción

**⚠ ADVERTENCIA**

Consulta la guía *Información importante sobre el producto y tu seguridad* que se incluye en la caja del producto y en la que encontrarás advertencias e información importante sobre el producto.

## Descripción general de los dispositivos

### GPSMAP Descripción general de los dispositivos 64, 64s y 64st

| | |
|---|---|
| ① | Antena GPS/GLONASS interna |
| ② | Botones |
| ③ | Botón de encendido |
| ④ | Puerto mini-USB (debajo de la tapa de goma) |
| ⑤ | Conector MCX para antena GPS (debajo de la tapa de goma) |
| ⑥ | Ranura para tarjeta microSD® (debajo de las pilas/batería). |
| ⑦ | Compartimento de las pilas/batería |
| ⑧ | Carcasa de montaje |
| ⑨ | Anilla de la tapa de la batería |

**NOTA:** el conector MCX se incluye únicamente en los modelos GPSMAP 64s y GPSMAP 64st.

### Descripción general del dispositivo GPSMAP 64sc

| | |
|---|---|
| ① | Antena GPS/GLONASS interna |
| ② | Botones |
| ③ | Botón de encendido |
| ④ | Puerto mini-USB (debajo de la tapa de goma) |
| ⑤ | Lente de la cámara |
| ⑥ | Ranura para tarjeta microSD (debajo de las pilas/batería). |
| ⑦ | Compartimento de las pilas/batería |
| ⑧ | Carcasa de montaje |
| ⑨ | Anilla de la tapa de la batería |

## Información de la batería

**⚠ ADVERTENCIA**

El índice de temperatura del dispositivo puede exceder el rango de uso de algunas baterías. Las pilas alcalinas se pueden agrietar a altas temperaturas.

No utilices ningún objeto puntiagudo para extraer las baterías.

**⚠ ATENCIÓN**

Ponte en contacto con el servicio local de recogida de basura para reciclar correctamente las baterías.

**AVISO**

Las pilas alcalinas también pierden una cantidad importante de su capacidad a medida que la temperatura desciende. Usa baterías de litio cuando utilices el dispositivo en condiciones de temperaturas extremadamente bajas.

### Optimizar la autonomía de la batería

Puedes llevar a cabo diversas acciones para aumentar la autonomía de la batería.

- Reduce el brillo de la retroiluminación (*Ajuste del brillo de la retroiluminación, página 10*).
- Reduce la duración de la retroiluminación (*Configuración de la pantalla, página 10*).
- Utiliza el modo ahorro de energía (*Encendido del modo de ahorro de energía, página 1*).
- Reduce la velocidad de trazado del mapa (*Configuración del mapa, página 3*).
- Desactiva GLONASS (*GPS y GLONASS, página 10*).

### Encendido del modo de ahorro de energía

Puedes utilizar el modo de ahorro de energía para prolongar la autonomía de la batería.

Selecciona **Configuración** > **Pantalla** > **Ahorro de energía** > **Activado**.

En el modo de ahorro de energía, la pantalla se apaga cuando se agota el tiempo de espera de la retroiluminación. Puedes seleccionar ⏻ para encender la pantalla, y tocar dos veces ⏻ para ver la página de estado.

### Almacenamiento a largo plazo

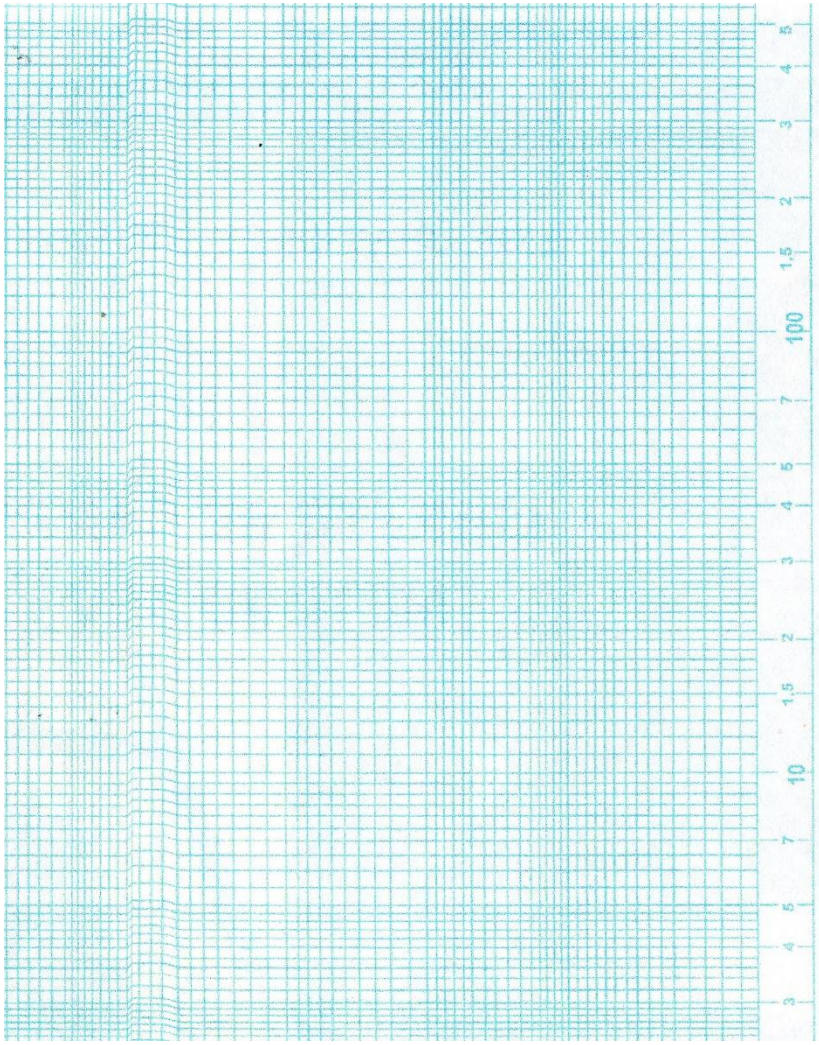
Si no vas a utilizar el dispositivo durante varios meses, extrae las pilas/ batería. Los datos almacenados no se pierden al extraerlas.

## Instalación de la batería NiMH

El dispositivo funciona utilizando la batería NiMH opcional (no se incluye con todos los modelos) o dos pilas AA (*Instalación de las pilas AA, página 2*).

1 Gira la anilla en el sentido contrario a las agujas del reloj y tira de ella para extraer la tapa.

2 Localiza la batería ①.




| Nº | AB/2 m | MN m | K | Vmv | IcA | Resist. Ohm-m | AB m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 | 11.8 | | | | 4 |
| 2 | 3 | 1 | 27.5 | | | | 6 |
| 3 | 4 | 1 | 49.5 | | | | 8 |
| 4 | 5 | 1 | 77.8 | | | | 10 |
| 5 | 6 | 1 | 112.3 | | | | 12 |
| 6 | 8 | 1 | 200.3 | | | | 16 |
| 7 | 10 | 1 | 313.4 | | | | 20 |
| 8 | 15 | 1 | 706.1 | | | | 30 |
| 9 | 15 | 10 | 32.8 | | | | 30 |
| 10 | 20 | 1 | 1255.9 | | | | 40 |
| 11 | 20 | 10 | 117.8 | | | | 40 |
| 12 | 25 | 10 | 188.5 | | | | 50 |
| 13 | 30 | 10 | 274.9 | | | | 60 |
| 14 | 40 | 10 | 494.8 | | | | 80 |
| 15 | 50 | 10 | 777.5 | | | | 100 |
| 16 | 60 | 10 | 1123.1 | | | | 120 |
| 17 | 80 | 10 | 2002.8 | | | | 160 |
| 18 | 80 | 60 | 288 | | | | 160 |
| 19 | 100 | 10 | 3133.7 | | | | 200 |
| 20 | 100 | 60 | 476.5 | | | | 200 |
| 21 | 125 | 60 | 771 | | | | 250 |
| 22 | 150 | 60 | 1131 | | | | 300 |
| 23 | 200 | 60 | 2047.3 | | | | 400 |
| 24 | 250 | 60 | 3225.4 | | | | 500 |
| 25 | 300 | 60 | 4665.3 | | | | 600 |
| 26 | 400 | 60 | 8330.5 | | | | 800 |
| 27 | 500 | 60 | 13042.9 | | | | 1000 |

**HOJA SEV LOGARITMICA**

## ANEXOS 3: PARÁMETROS NORMATIVOS

| OB.ESPECÍFICO | CÓDIGO | NORMATIVA TÉCNICA | INSTITUCIÓN REGULADORA | DESCRIPCIÓN EN QUE CONSISTE |
|---|---|---|---|---|
| La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable | LEY Nº 29338 | LEY DE RECURSOS HIDRICOS | AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA | La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares de dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta. |
| El presente reglamento tiene el objeto regular los procedimientos administrativos que deben seguir los administrados ante la AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA para obtener un derecho de uso de Agua o una autorización de ejecución de obras en fuentes naturales de agua | Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA | Reglamento para procesos administrativos para el otorgamiento de agua. | AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA | Consiste en regularizar la documentación para poder tramitar el recursos de todo tipo de aguas y perforación de pozos |

**ANEXOS 4: PANEL FOTOGRÁFICO.**

**d**
**os de Alturas que varían entre 0.80m y 1.20m**

**Foto N°2: Cartel de Identificación de Sondeos**

**N°3: Radios Motorola**

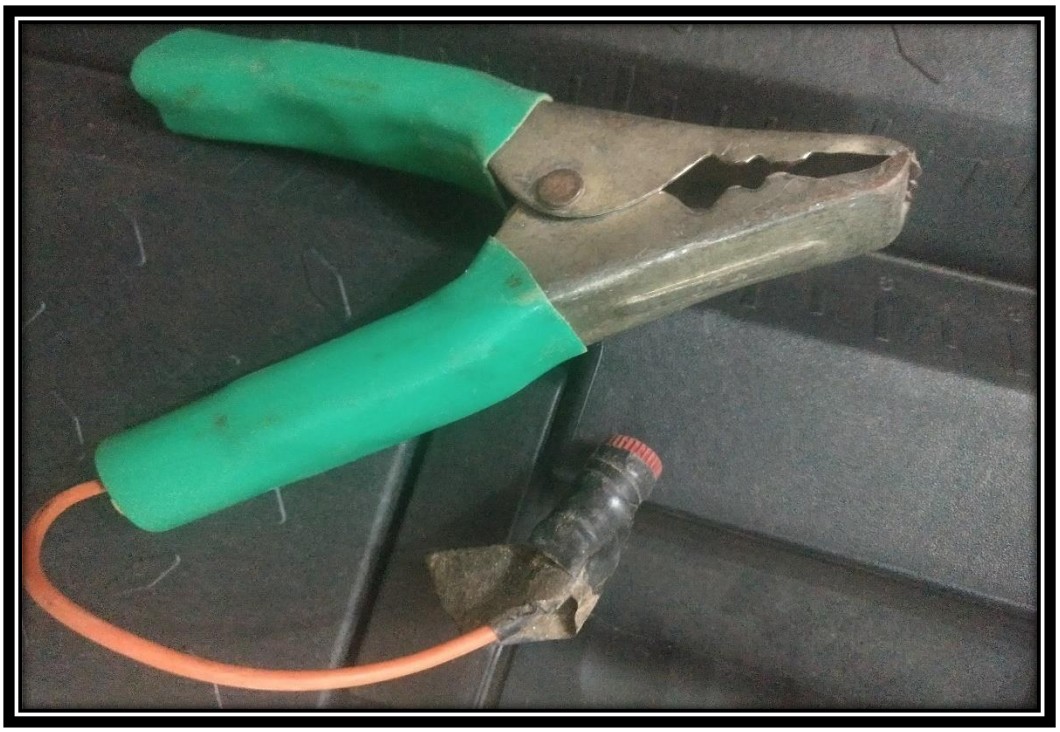
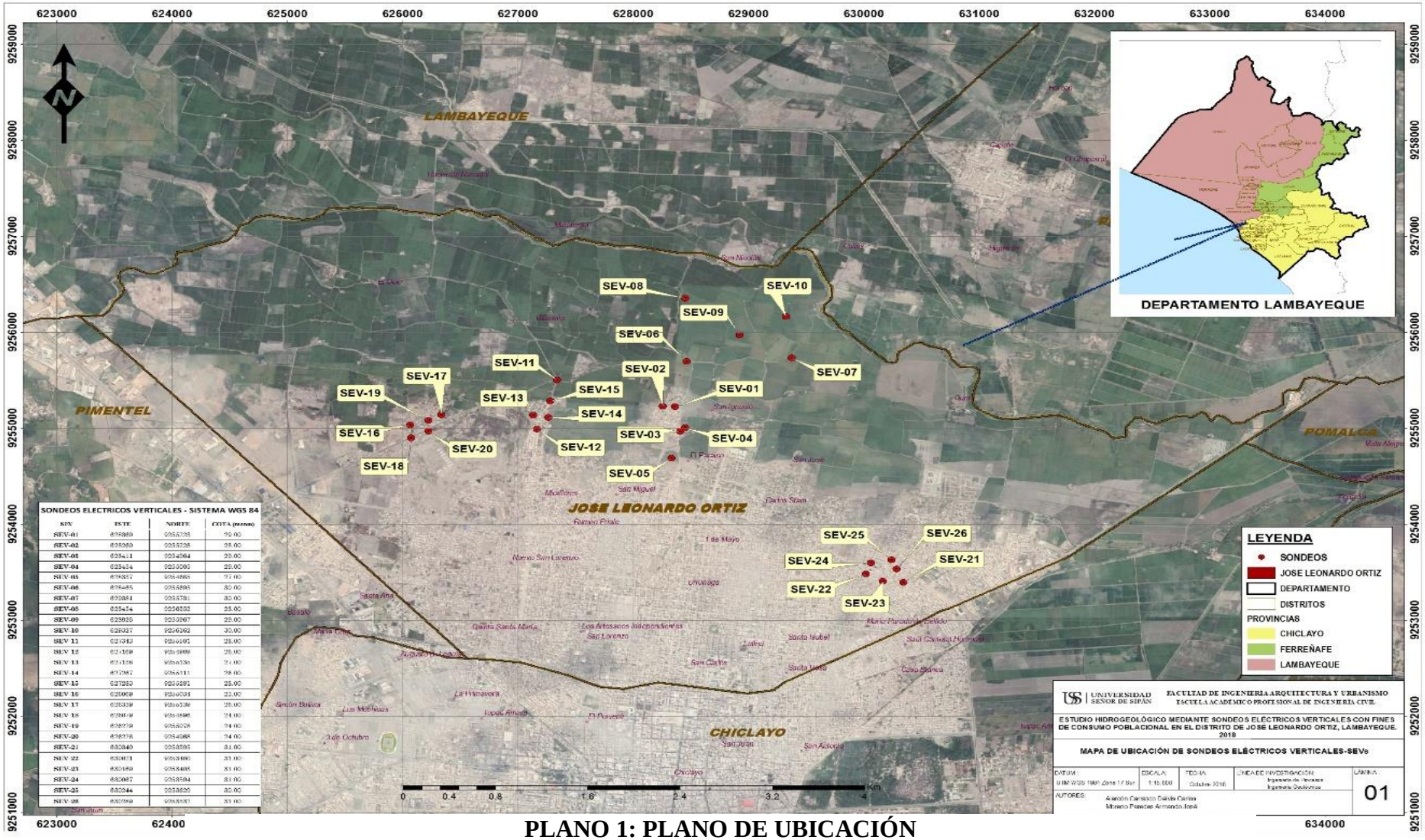


**Foto N°4: GPS Garmin**

**Foto N°5: Gancho para Resistividad**

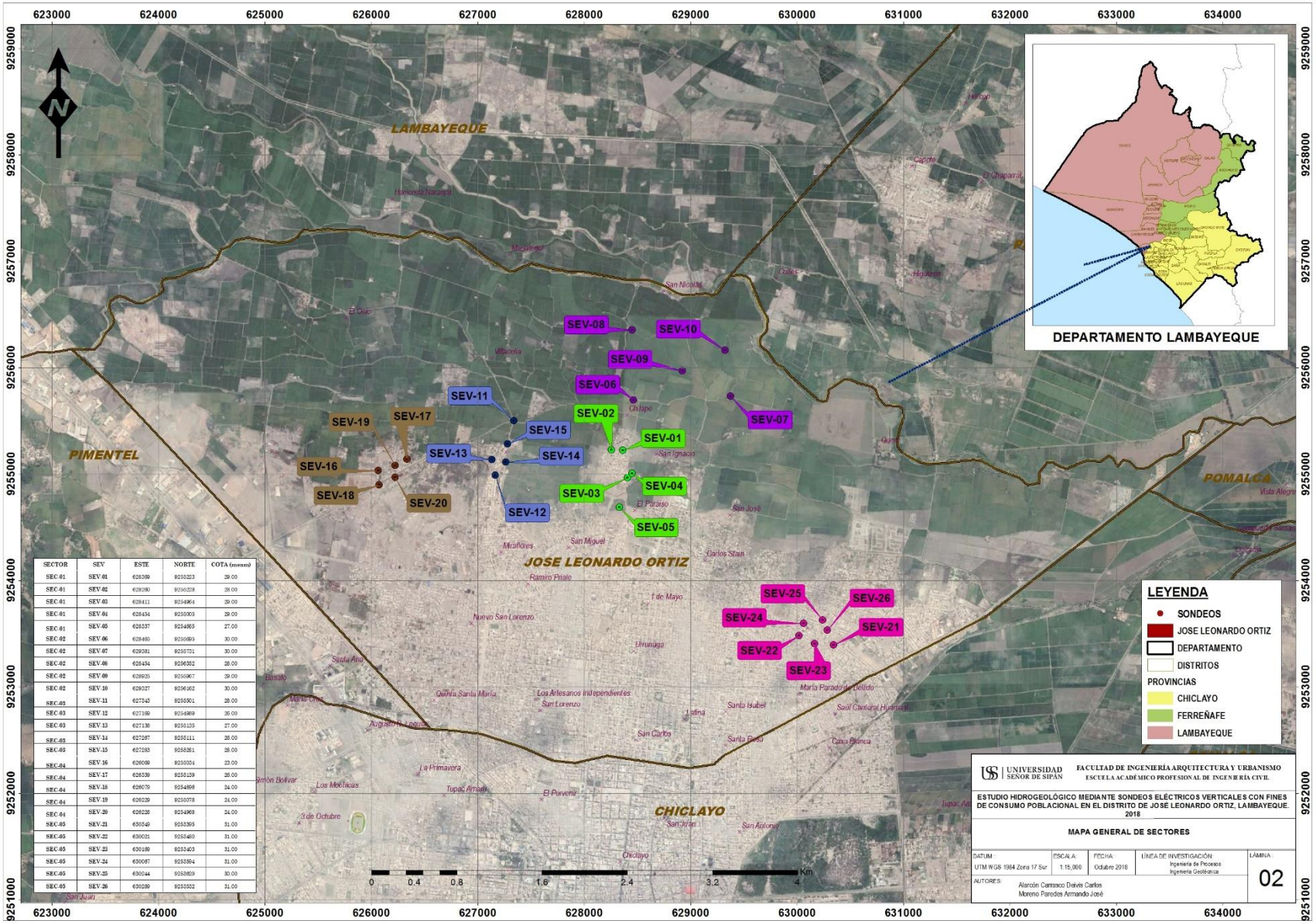
**Foto N°6: Georesistivimetro modelo WARGpower G-1120**

## ANEXOS 5: PLANOS



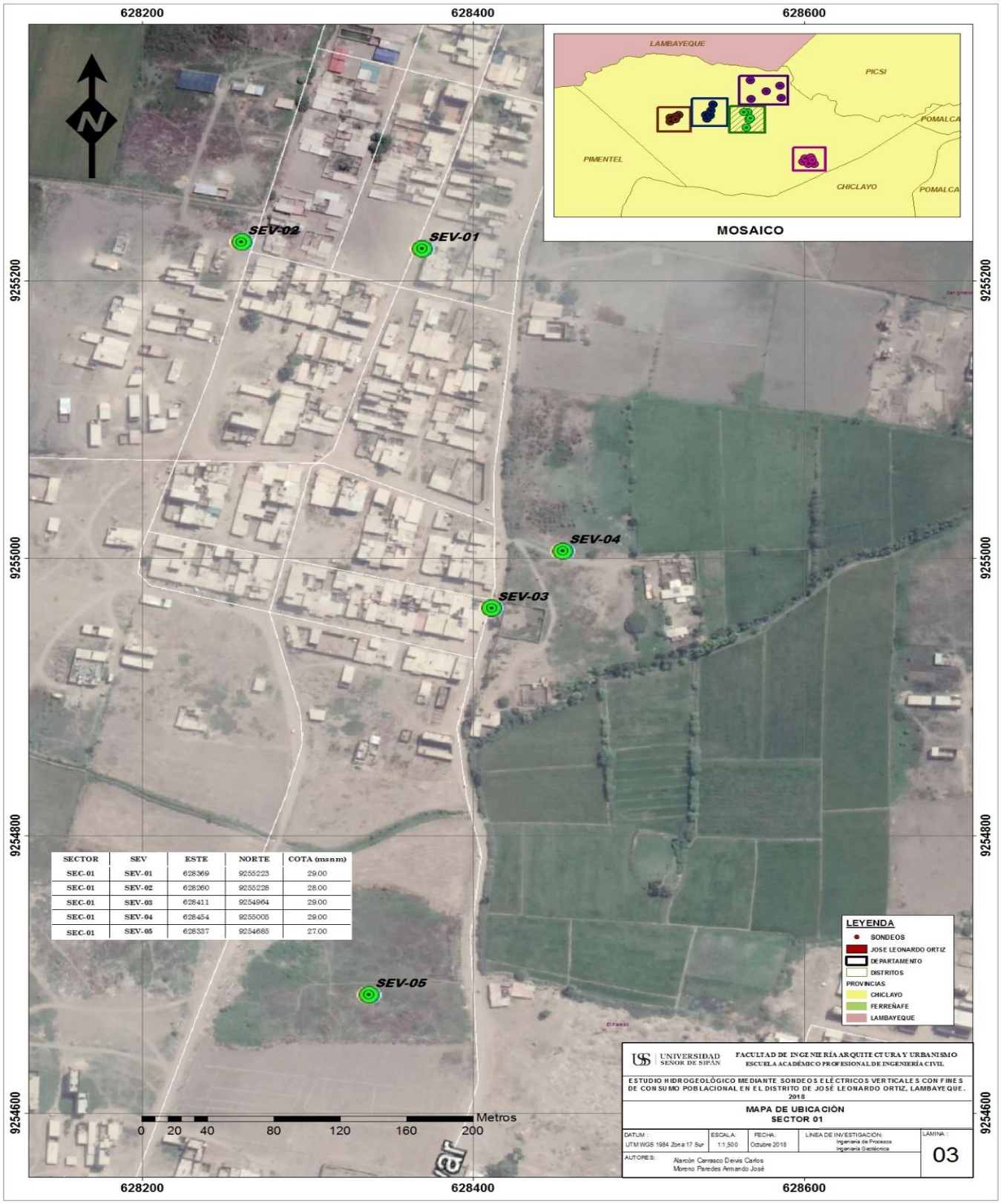

| SEV | ESTE | NORTE | COTA (metros) |
|---|---|---|---|
| SEV-01 | 629889 | 9255235 | 29.00 |
| SEV-02 | 629860 | 9255228 | 28.00 |
| SEV-03 | 629411 | 9254964 | 28.00 |
| SEV-04 | 629454 | 9255003 | 28.00 |
| SEV-05 | 629457 | 9254895 | 27.00 |
| SEV-06 | 629485 | 9255805 | 30.00 |
| SEV-07 | 630051 | 9255781 | 30.00 |
| SEV-08 | 629454 | 9256192 | 28.00 |
| SEV-09 | 629935 | 9256267 | 28.00 |
| SEV-10 | 630027 | 9256192 | 30.00 |
| SEV-11 | 627313 | 9255101 | 28.00 |
| SEV-12 | 627169 | 9255089 | 28.00 |
| SEV-13 | 627156 | 9255136 | 27.00 |
| SEV-14 | 627262 | 9255111 | 28.00 |
| SEV-15 | 627283 | 9255291 | 28.00 |
| SEV-16 | 626969 | 9254931 | 22.00 |
| SEV-17 | 626339 | 9255139 | 28.00 |
| SEV-18 | 626019 | 9254846 | 21.00 |
| SEV-19 | 626279 | 9255279 | 24.00 |
| SEV-20 | 626276 | 9254968 | 24.00 |
| SEV-21 | 630340 | 9253595 | 31.00 |
| SEV-22 | 630031 | 9253493 | 31.00 |
| SEV-23 | 630169 | 9253405 | 31.00 |
| SEV-24 | 630087 | 9253504 | 31.00 |
| SEV-25 | 630244 | 9253535 | 30.00 |
| SEV-26 | 630369 | 9253593 | 31.00 |

**PLANO 1: PLANO DE UBICACIÓN**

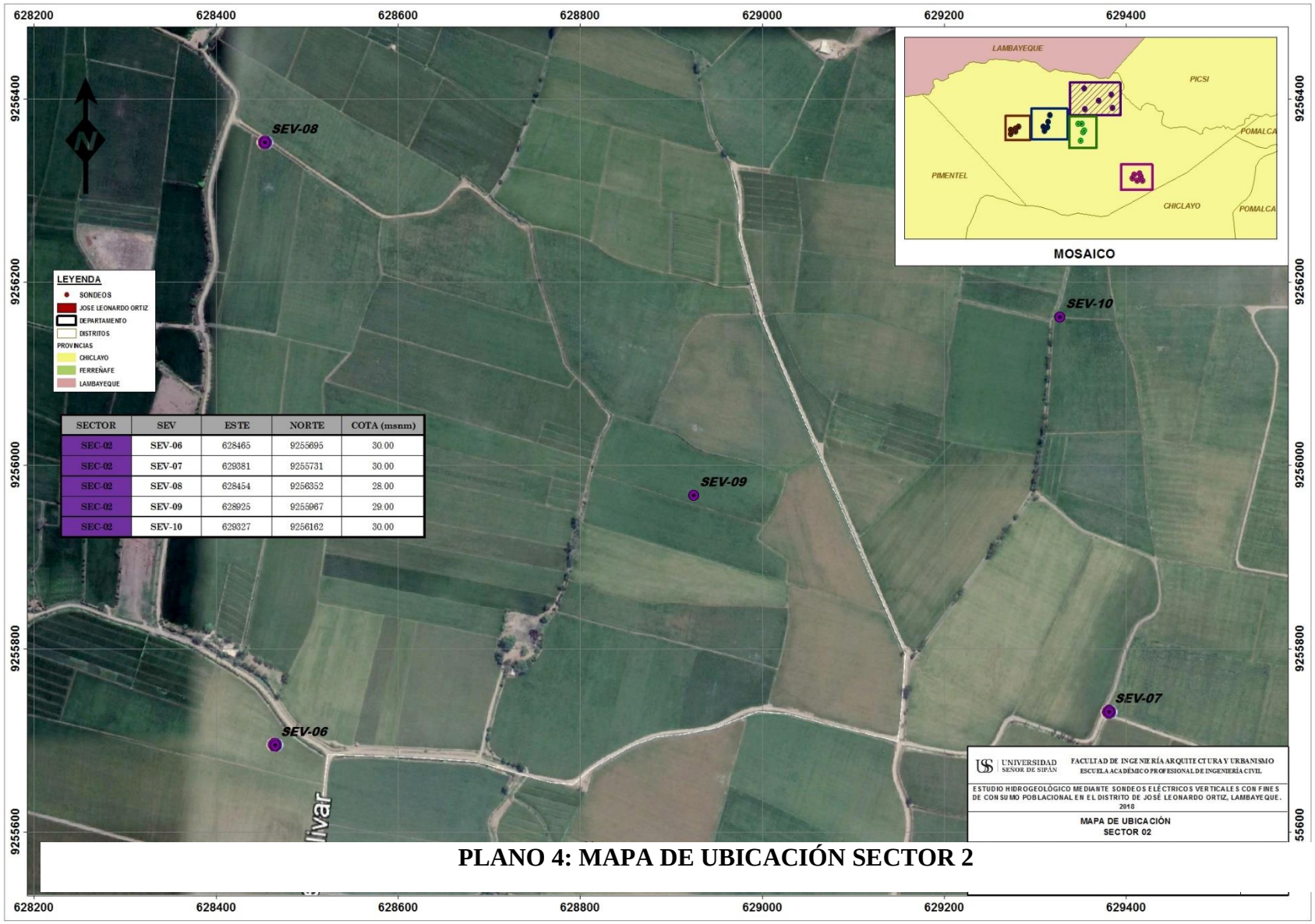



| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| SEC-01 | SEV-01 | 626309 | 9252223 | 29.00 |
| SEC-01 | SEV-02 | 626290 | 9252228 | 28.00 |
| SEC-01 | SEV-03 | 626411 | 9254964 | 29.00 |
| SEC-01 | SEV-04 | 626454 | 9255003 | 29.00 |
| SEC-01 | SEV-05 | 626337 | 9254863 | 27.00 |
| SEC-02 | SEV-06 | 626465 | 9255993 | 30.00 |
| SEC-02 | SEV-07 | 629381 | 9255731 | 30.00 |
| SEC-02 | SEV-08 | 626454 | 9256352 | 28.00 |
| SEC-02 | SEV-09 | 626925 | 9255967 | 29.00 |
| SEC-02 | SEV-10 | 629327 | 9256352 | 30.00 |
| SEC-03 | SEV-11 | 627342 | 9255801 | 28.00 |
| SEC-03 | SEV-12 | 627199 | 9254989 | 26.00 |
| SEC-03 | SEV-13 | 627138 | 9255155 | 27.00 |
| SEC-03 | SEV-14 | 627287 | 9255111 | 28.00 |
| SEC-03 | SEV-15 | 627283 | 9255261 | 28.00 |
| SEC-04 | SEV-16 | 626099 | 9255024 | 23.00 |
| SEC-04 | SEV-17 | 626339 | 9255159 | 26.00 |
| SEC-04 | SEV-18 | 626079 | 9254898 | 24.00 |
| SEC-04 | SEV-19 | 626229 | 9255078 | 24.00 |
| SEC-04 | SEV-20 | 626226 | 9254968 | 24.00 |
| SEC-05 | SEV-21 | 630349 | 9253369 | 31.00 |
| SEC-05 | SEV-22 | 630021 | 9253493 | 31.00 |
| SEC-05 | SEV-23 | 630199 | 9253403 | 31.00 |
| SEC-05 | SEV-24 | 630087 | 9253984 | 31.00 |
| SEC-05 | SEV-25 | 630244 | 9253829 | 30.00 |
| SEC-05 | SEV-26 | 630289 | 9253583 | 31.00 |

**PLANO 2: MAPA GENERAL DE SECTORES**

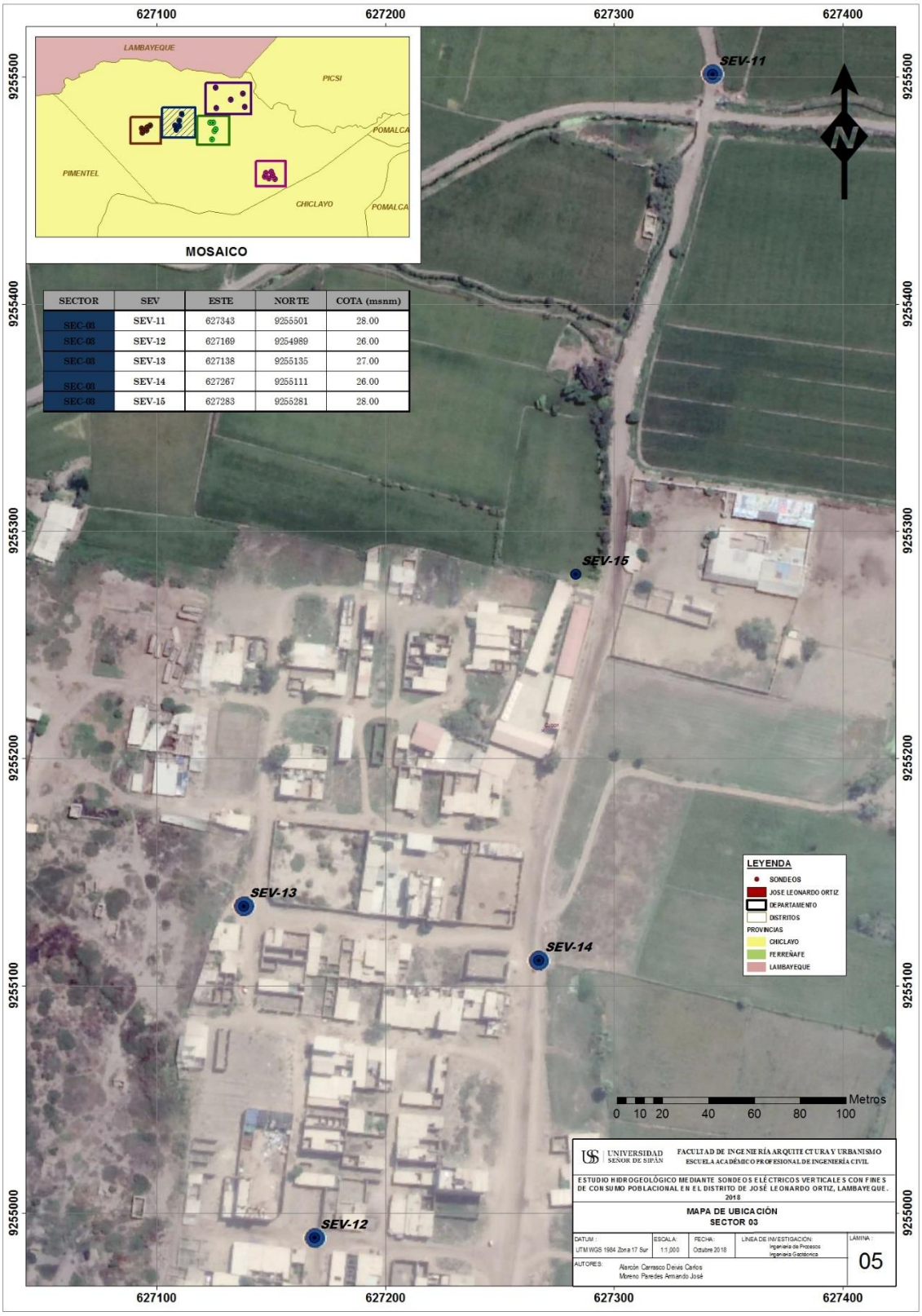



**PLANO 3: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 1**



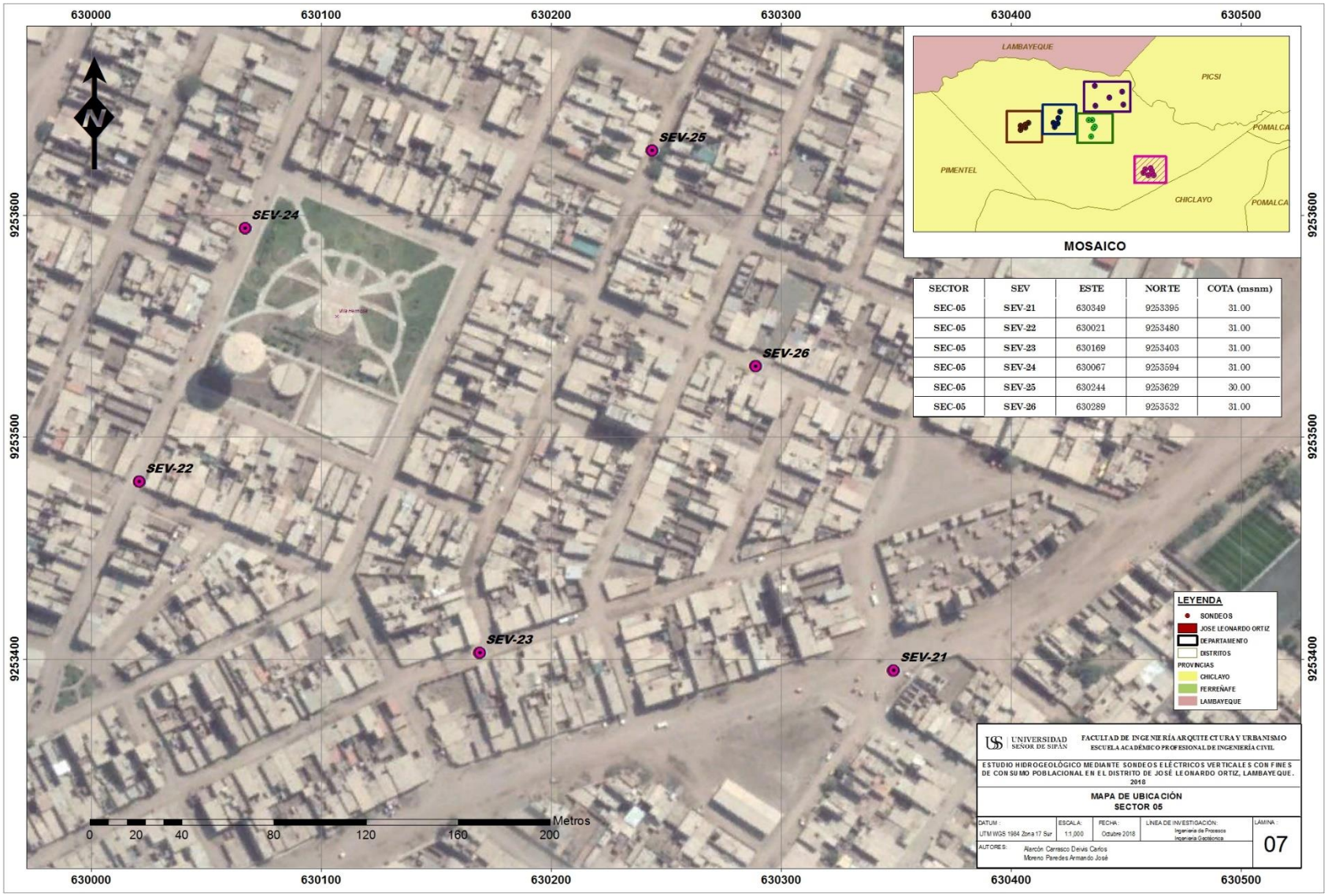

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| SEC-02 | SEV-06 | 628465 | 9255695 | 30.00 |
| SEC-02 | SEV-07 | 629381 | 9255731 | 30.00 |
| SEC-02 | SEV-08 | 628454 | 9256352 | 28.00 |
| SEC-02 | SEV-09 | 628925 | 9255967 | 29.00 |
| SEC-02 | SEV-10 | 629327 | 9256162 | 30.00 |

**PLANO 4: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 2**




| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| SEC-03 | SEV-11 | 627343 | 9255501 | 28.00 |
| SEC-03 | SEV-12 | 627169 | 9254989 | 26.00 |
| SEC-03 | SEV-13 | 627138 | 9255135 | 27.00 |
| SEC-03 | SEV-14 | 627267 | 9255111 | 26.00 |
| SEC-03 | SEV-15 | 627283 | 9255281 | 28.00 |

**PLANO 5: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 3**

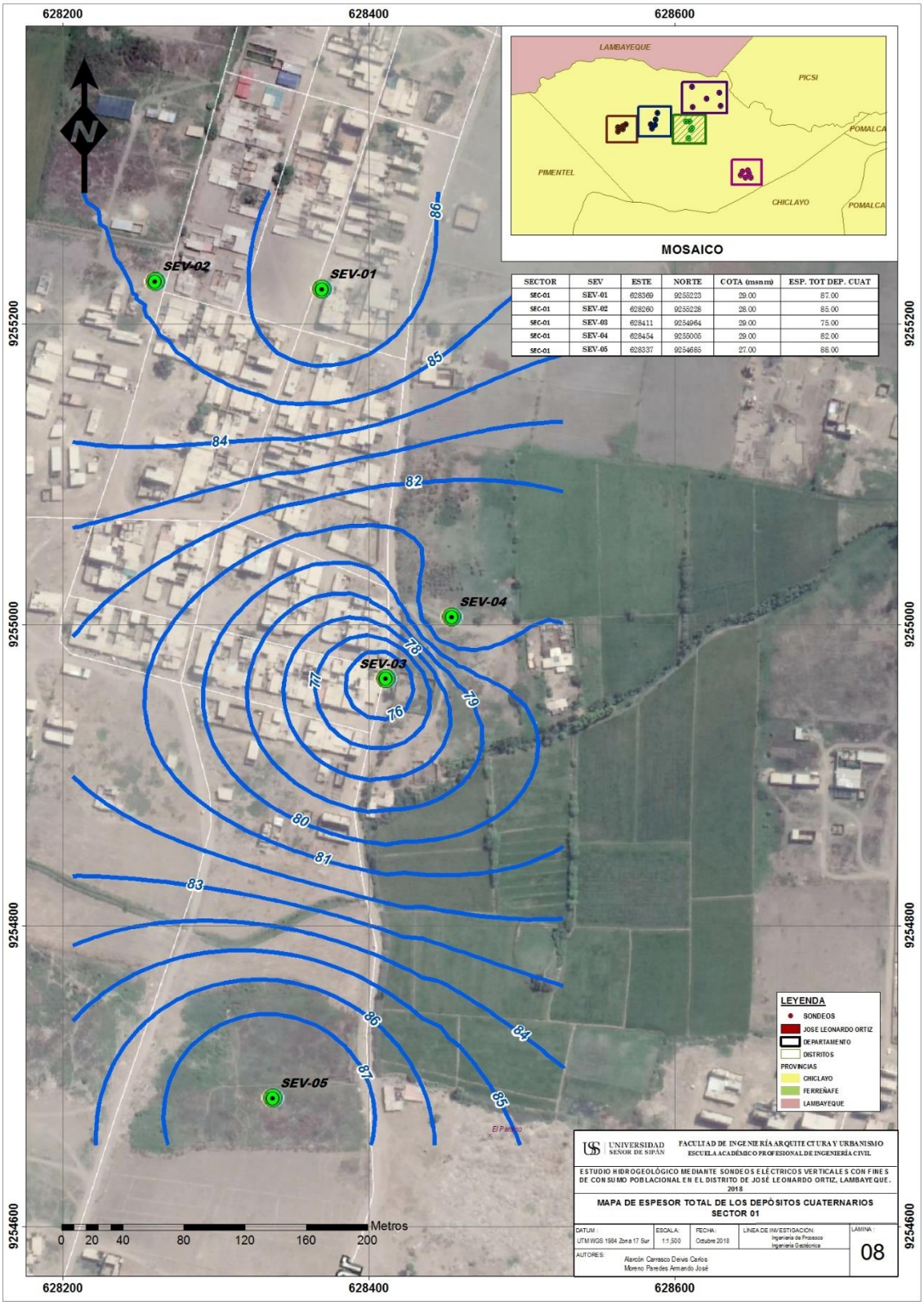



| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| SEC-05 | SEV-21 | 630349 | 9253395 | 31.00 |
| SEC-05 | SEV-22 | 630021 | 9253480 | 31.00 |
| SEC-05 | SEV-23 | 630169 | 9253403 | 31.00 |
| SEC-05 | SEV-24 | 630067 | 9253594 | 31.00 |
| SEC-05 | SEV-25 | 630244 | 9253629 | 30.00 |
| SEC-05 | SEV-26 | 630289 | 9253532 | 31.00 |

**PLANO 6: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 4**

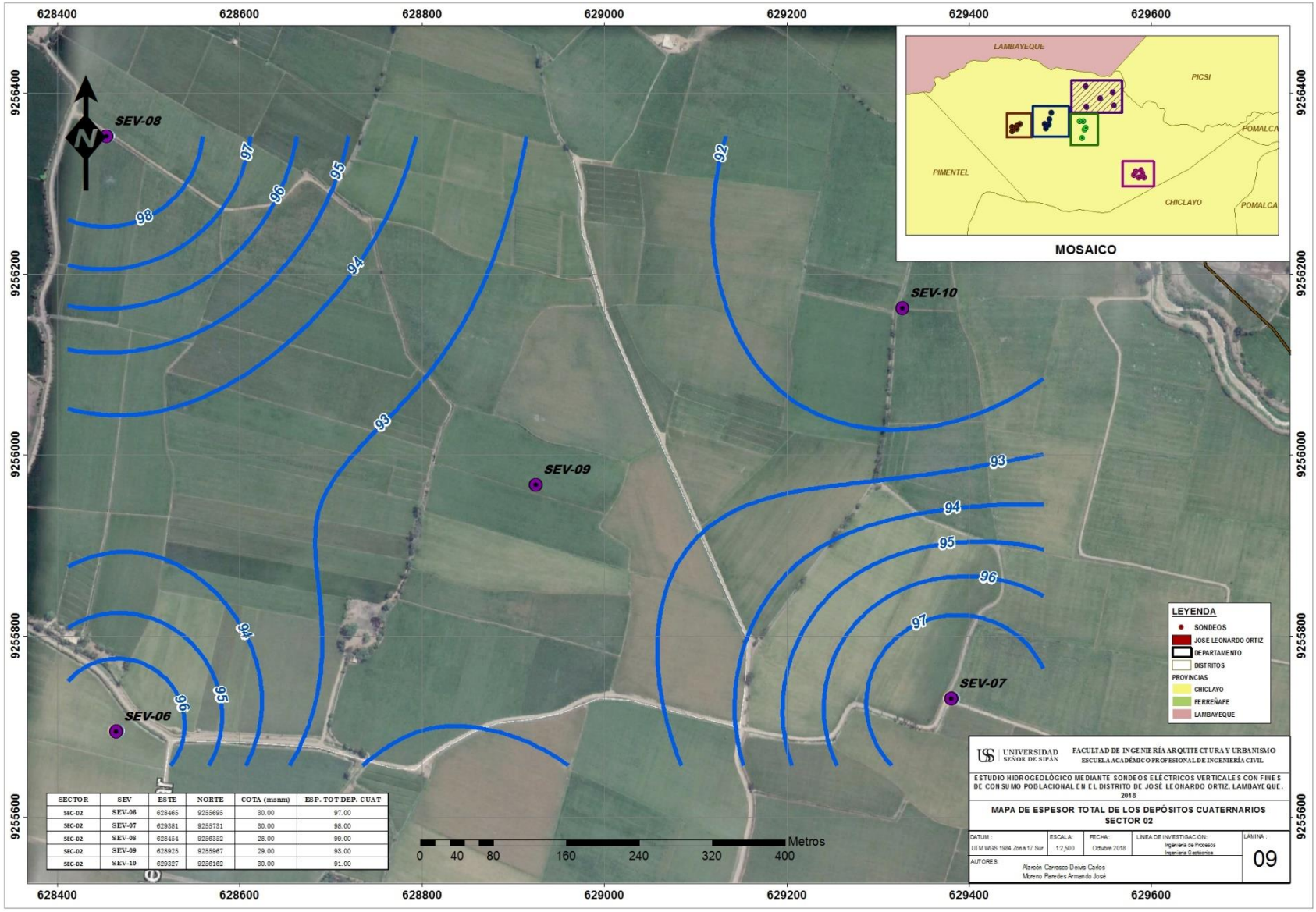


**PLANO 7: MAPA DE UBICACIÓN SECTOR 5**



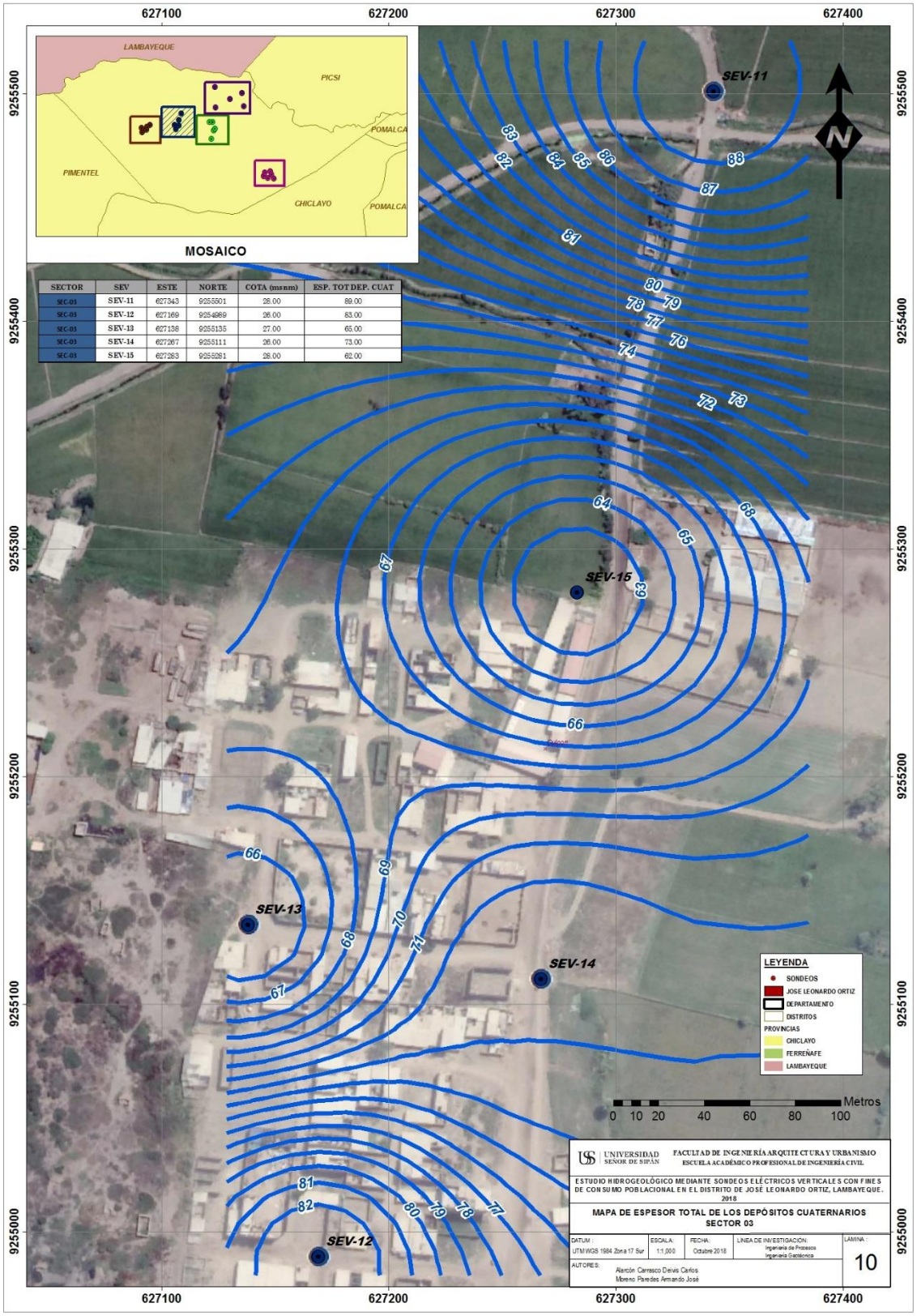

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESP. TOT DEP. CUAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-01 | SEV-01 | 628369 | 9255223 | 29.00 | 87.00 |
| SEC-01 | SEV-02 | 628260 | 9255228 | 28.00 | 85.00 |
| SEC-01 | SEV-03 | 628411 | 9254964 | 29.00 | 75.00 |
| SEC-01 | SEV-04 | 628454 | 9255005 | 29.00 | 82.00 |
| SEC-01 | SEV-05 | 628337 | 9254685 | 27.00 | 88.00 |

**PLANO 8: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 1**



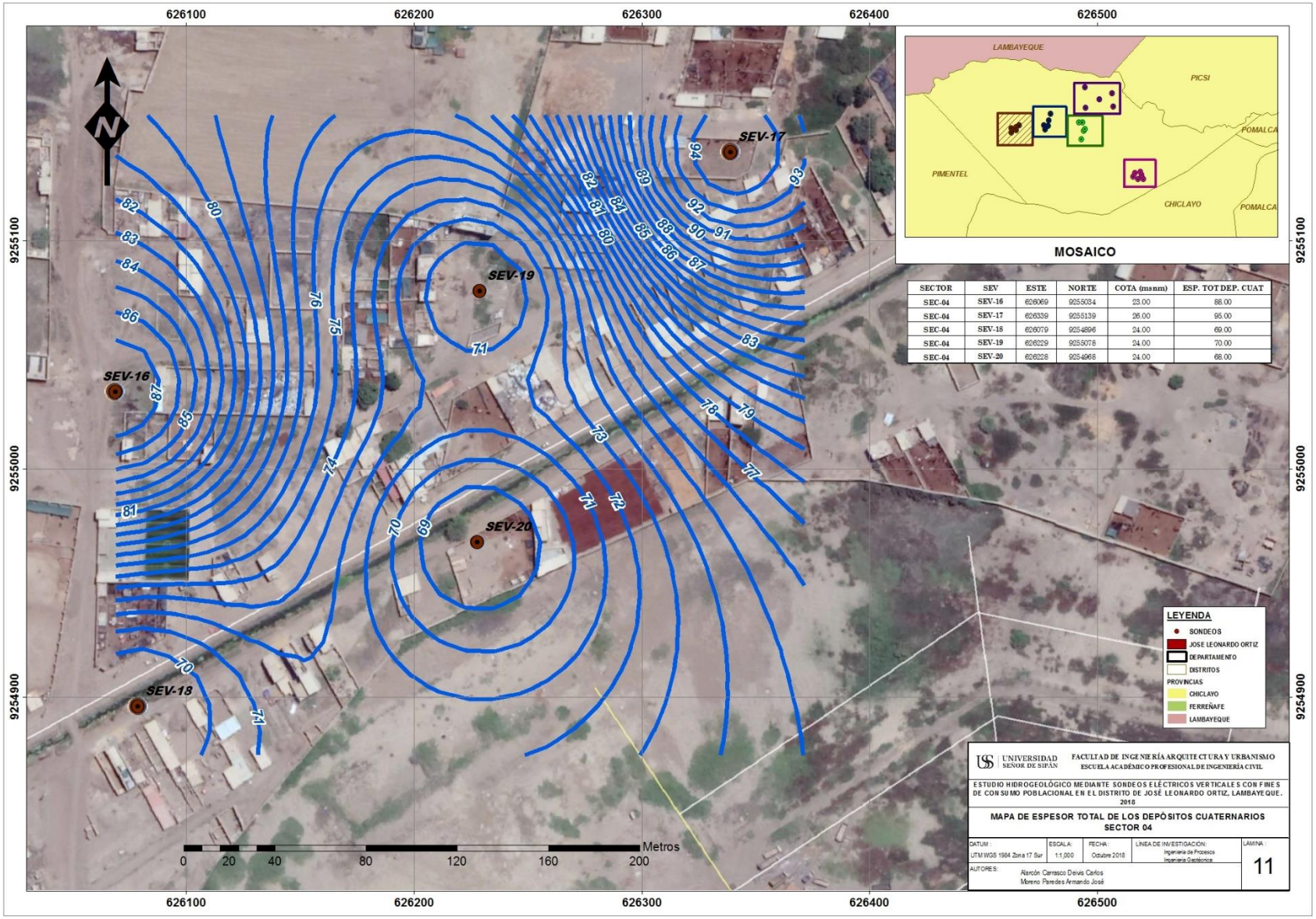

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESP. TOT DEP. CUAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-02 | SEV-06 | 628465 | 9255695 | 30.00 | 97.00 |
| SEC-02 | SEV-07 | 629381 | 9255731 | 30.00 | 98.00 |
| SEC-02 | SEV-08 | 628454 | 9256352 | 28.00 | 99.00 |
| SEC-02 | SEV-09 | 628925 | 9255967 | 29.00 | 93.00 |
| SEC-02 | SEV-10 | 629327 | 9256162 | 30.00 | 91.00 |

**PLANO 9: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 2**



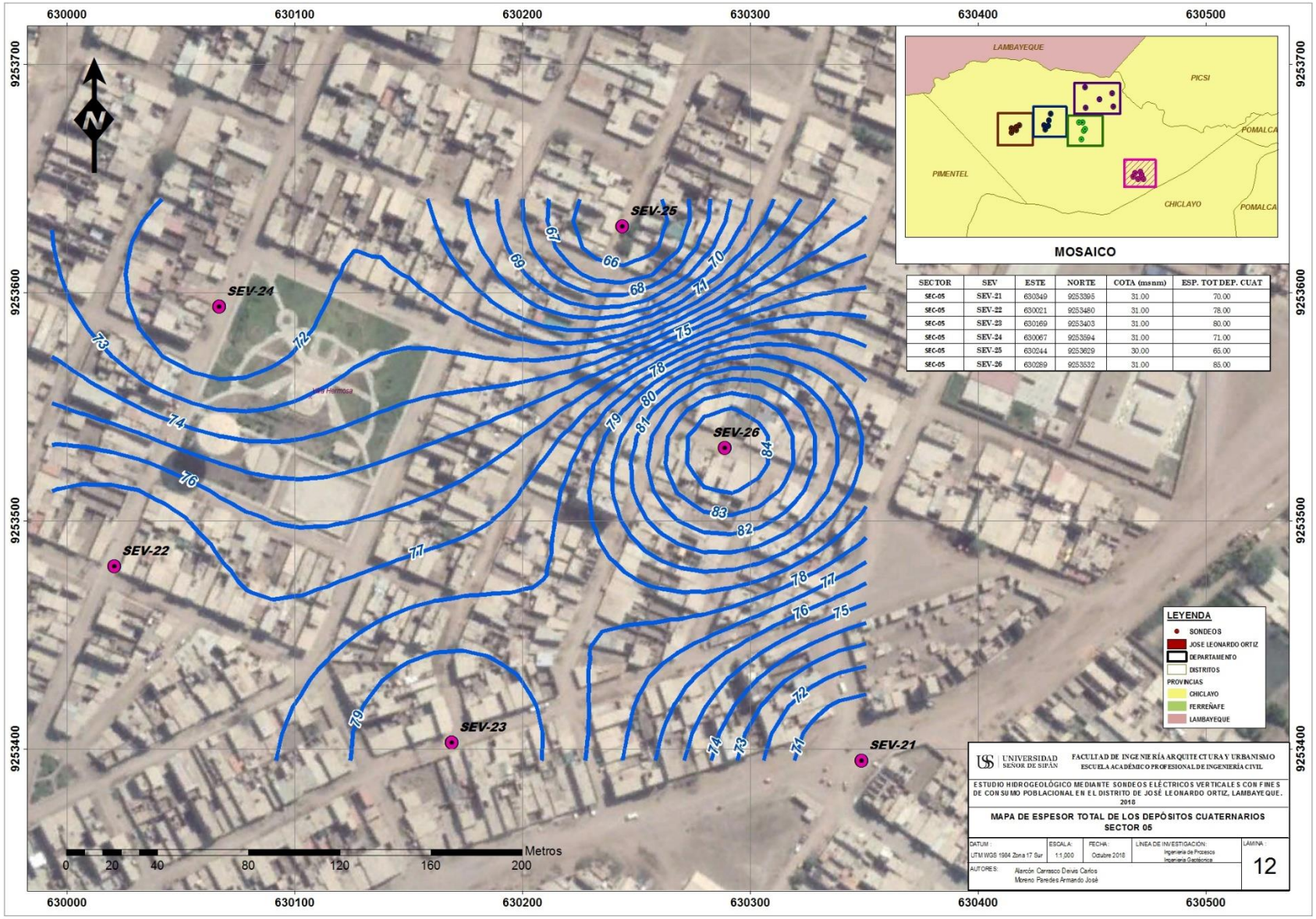

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESP. TOT DEP. CUAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-03 | SEV-11 | 627343 | 9255501 | 28.00 | 89.00 |
| SEC-03 | SEV-12 | 627169 | 9254989 | 26.00 | 83.00 |
| SEC-03 | SEV-13 | 627138 | 9255135 | 27.00 | 65.00 |
| SEC-03 | SEV-14 | 627267 | 9255111 | 26.00 | 73.00 |
| SEC-03 | SEV-15 | 627283 | 9255281 | 28.00 | 62.00 |

**PLANO 10: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 3**



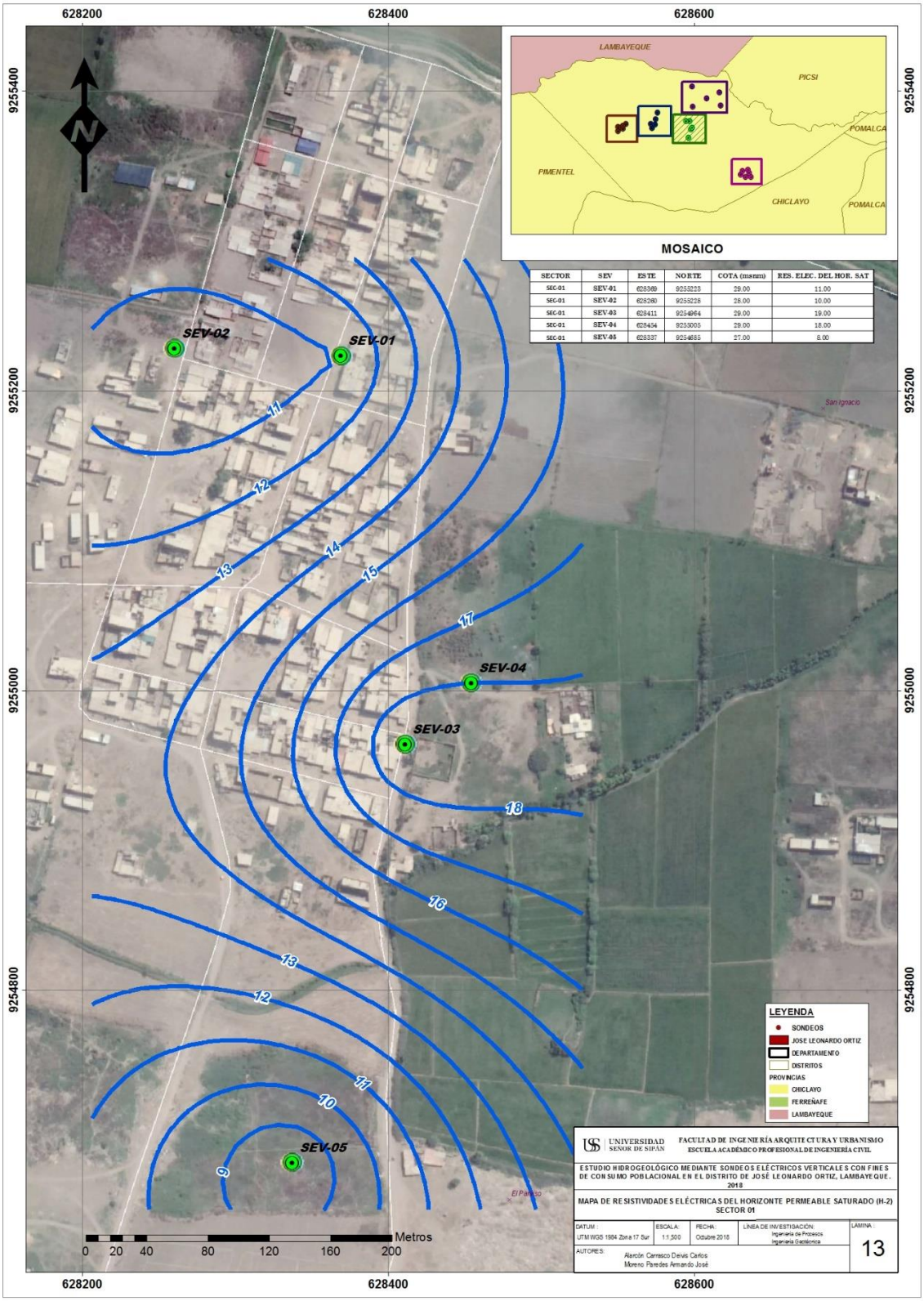

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESP. TOT DEP. CUAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-04 | SEV-16 | 626069 | 9255034 | 23.00 | 88.00 |
| SEC-04 | SEV-17 | 626339 | 9255139 | 26.00 | 95.00 |
| SEC-04 | SEV-18 | 626079 | 9254896 | 24.00 | 69.00 |
| SEC-04 | SEV-19 | 626229 | 9255078 | 24.00 | 70.00 |
| SEC-04 | SEV-20 | 626228 | 9254968 | 24.00 | 68.00 |

**PLANO 11: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 4**



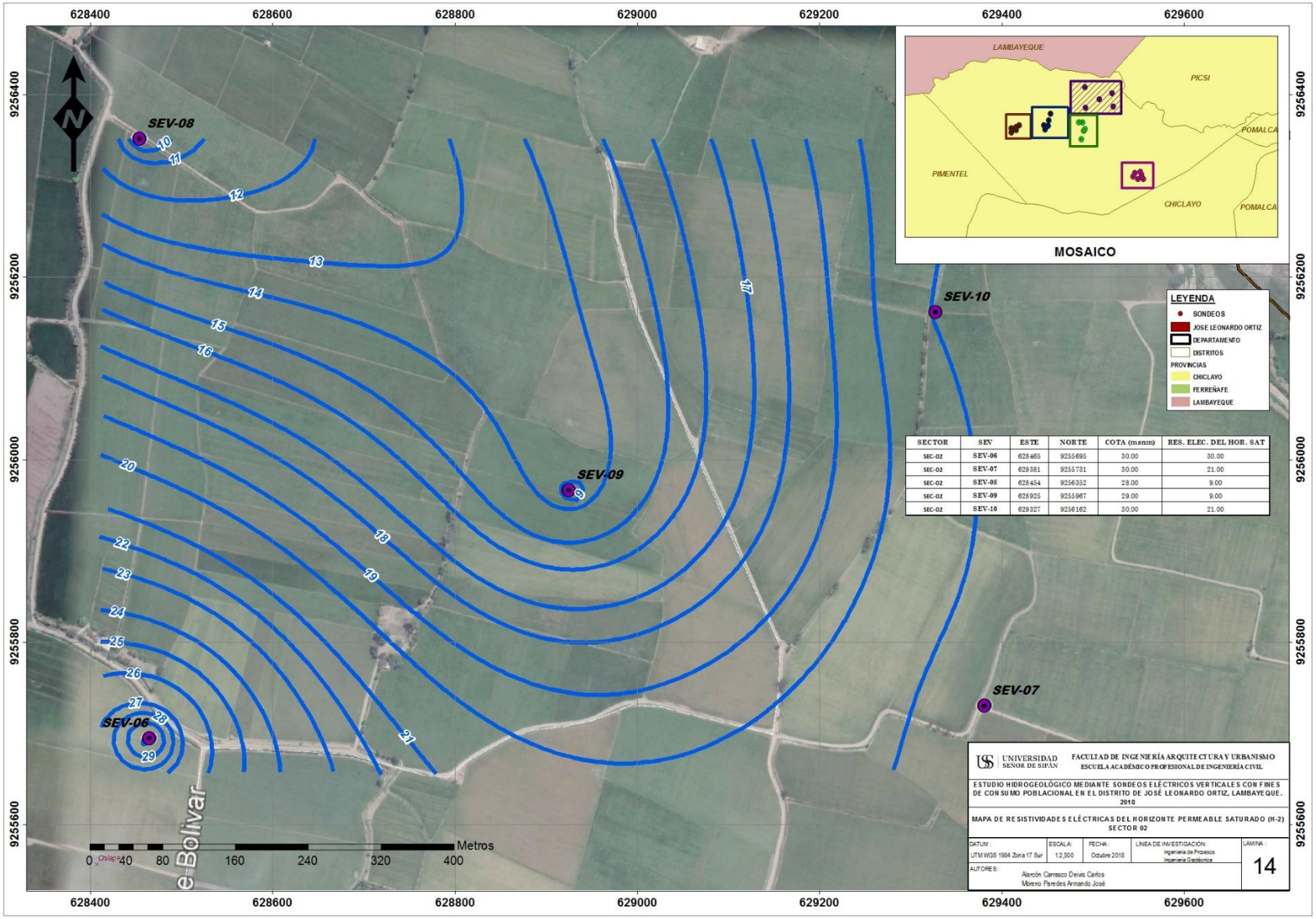

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESP. TOT DEP. CUAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-05 | SEV-21 | 630349 | 9253395 | 31.00 | 70.00 |
| SEC-05 | SEV-22 | 630021 | 9253480 | 31.00 | 78.00 |
| SEC-05 | SEV-23 | 630169 | 9253403 | 31.00 | 80.00 |
| SEC-05 | SEV-24 | 630067 | 9253594 | 31.00 | 71.00 |
| SEC-05 | SEV-25 | 630244 | 9253629 | 30.00 | 65.00 |
| SEC-05 | SEV-26 | 630289 | 9253532 | 31.00 | 85.00 |

**PLANO 12: MAPA DE ESPESOR TOTAL DE LOS DEPÓSITOS CUATERNARIOS SECTOR 5**

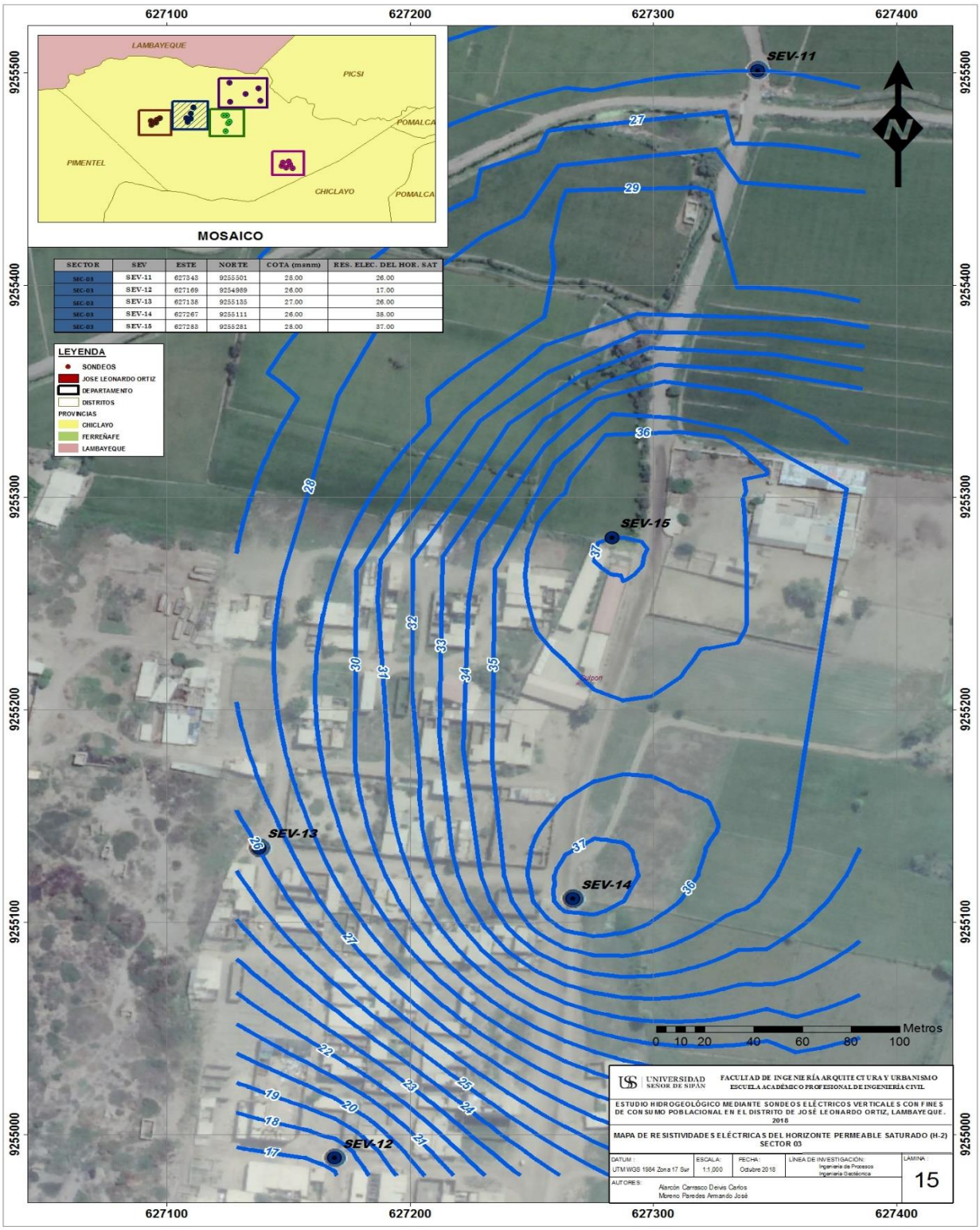



| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | RES. ELEC. DEL HOR. SAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-01 | SEV-01 | 628369 | 9255223 | 29.00 | 11.00 |
| SEC-01 | SEV-02 | 628260 | 9255228 | 28.00 | 10.00 |
| SEC-01 | SEV-03 | 628411 | 9254964 | 29.00 | 19.00 |
| SEC-01 | SEV-04 | 628434 | 9255005 | 29.00 | 18.00 |
| SEC-01 | SEV-05 | 628337 | 9254685 | 27.00 | 8.00 |

**PLANO 13: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 1**

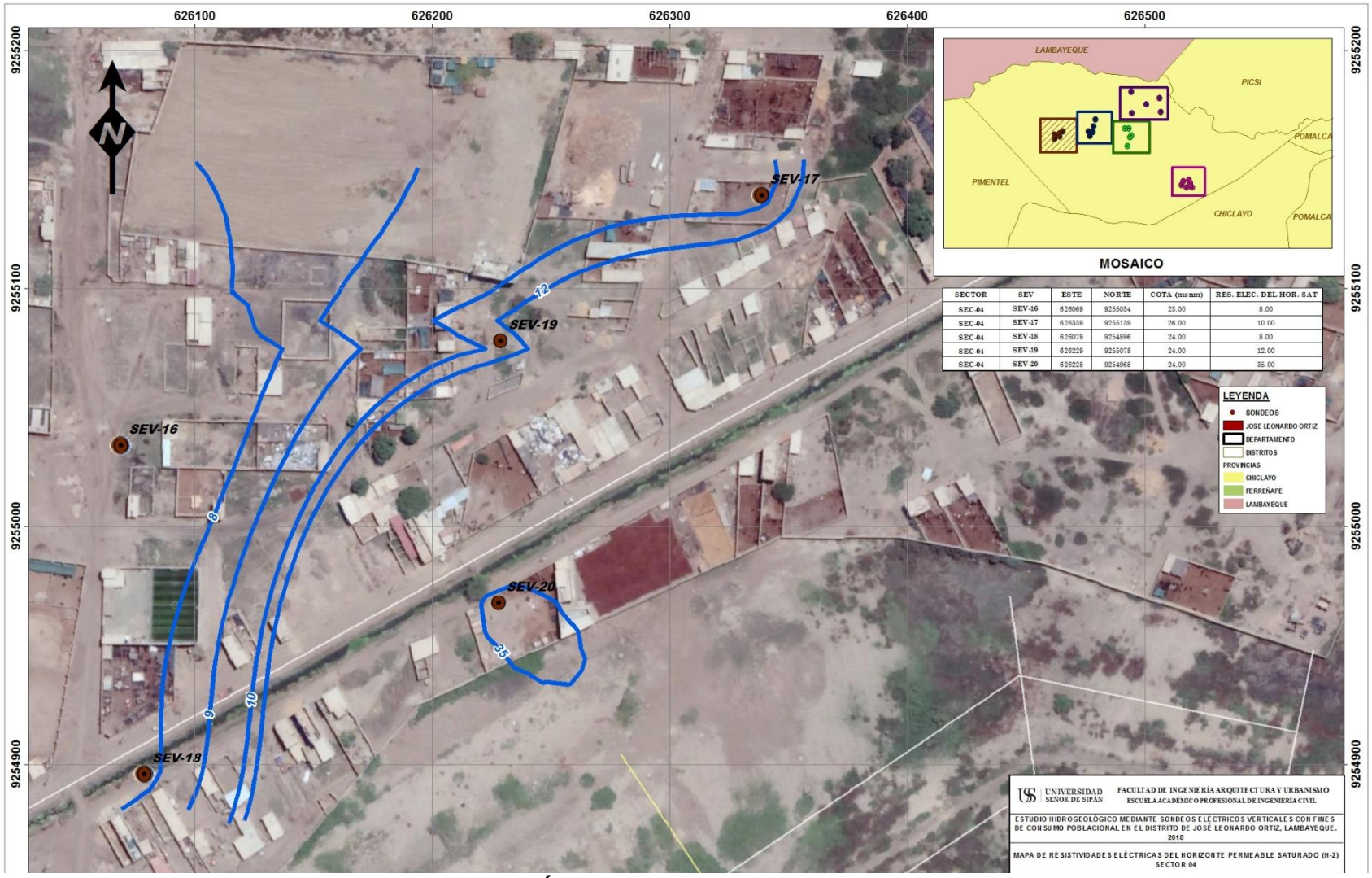



**PLANO 14: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 2**




| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | RES. ELEC. DEL HOR. SAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-03 | SEV-11 | 627343 | 9255501 | 28.00 | 26.00 |
| SEC-03 | SEV-12 | 627169 | 9254989 | 26.00 | 17.00 |
| SEC-03 | SEV-13 | 627138 | 9255135 | 27.00 | 26.00 |
| SEC-03 | SEV-14 | 627267 | 9255111 | 26.00 | 38.00 |
| SEC-03 | SEV-15 | 627283 | 9255281 | 28.00 | 37.00 |

**PLANO 15: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 3**

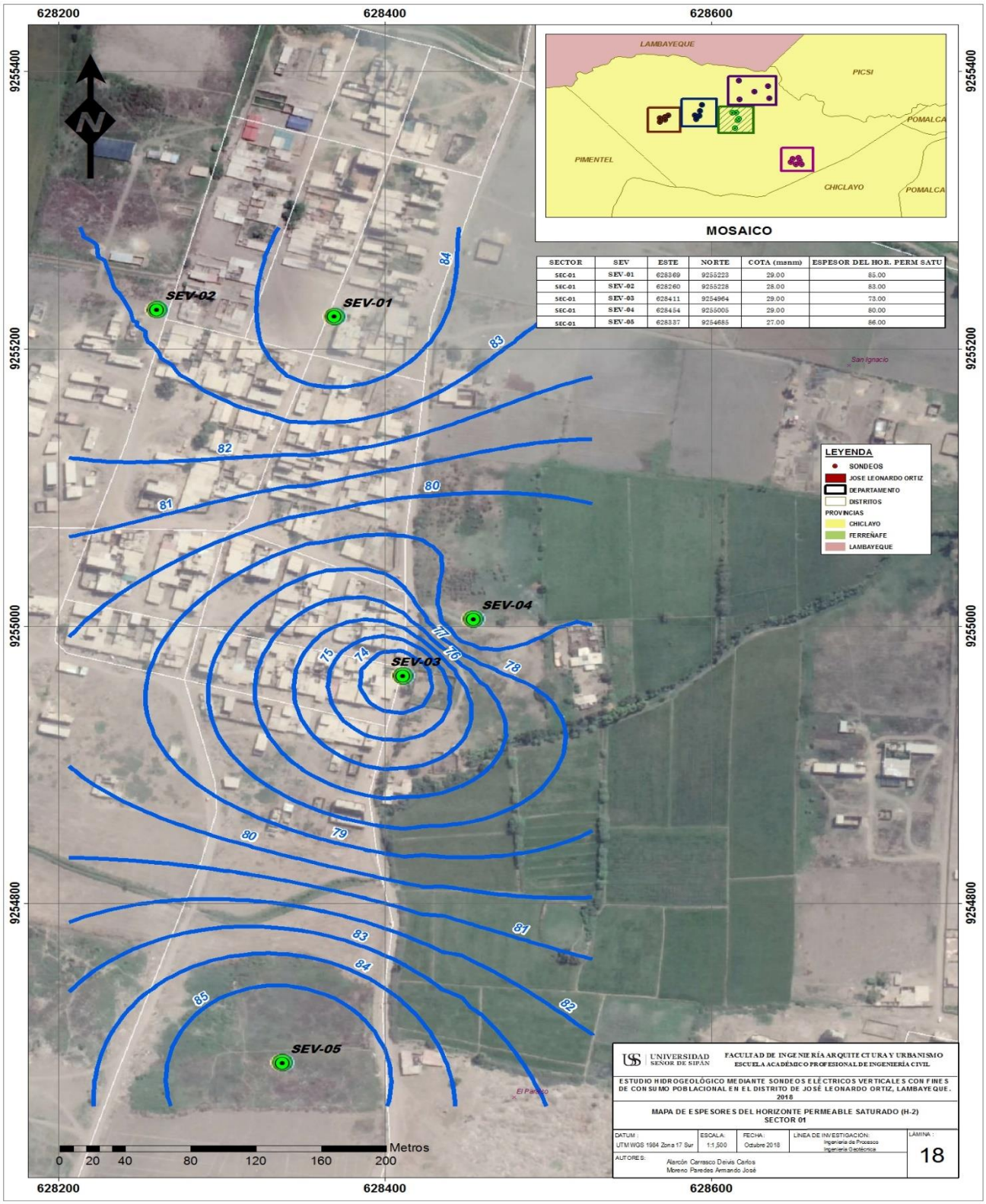



| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | RES. ELEC. DEL HOR. SAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-04 | SEV-16 | 626069 | 9255034 | 23.00 | 8.00 |
| SEC-04 | SEV-17 | 626339 | 9255139 | 26.00 | 10.00 |
| SEC-04 | SEV-18 | 626079 | 9254896 | 24.00 | 8.00 |
| SEC-04 | SEV-19 | 626229 | 9255078 | 24.00 | 12.00 |
| SEC-04 | SEV-20 | 626228 | 9254968 | 24.00 | 35.00 |

**PLANO 16: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 4**

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | RES. ELEC. DEL HOR. SAT |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-05 | SEV-21 | 630349 | 9253395 | 31.00 | 25.00 |
| SEC-05 | SEV-22 | 630021 | 9253480 | 31.00 | 15.00 |
| SEC-05 | SEV-23 | 630169 | 9253403 | 31.00 | 20.00 |
| SEC-05 | SEV-24 | 630067 | 9253594 | 31.00 | 20.00 |
| SEC-05 | SEV-25 | 630244 | 9253629 | 30.00 | 18.00 |
| SEC-05 | SEV-26 | 630289 | 9253532 | 31.00 | 20.00 |

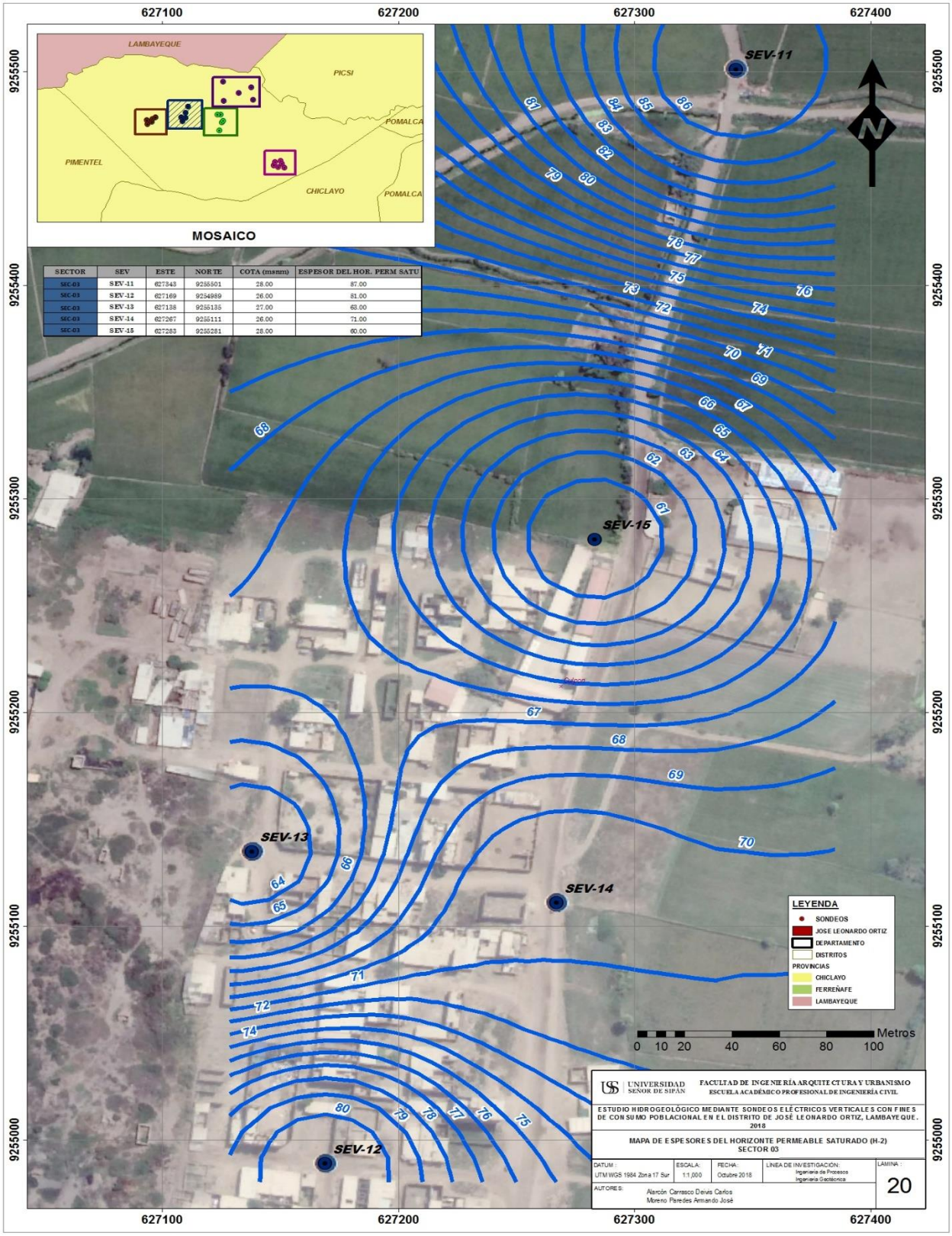
**PLANO 17: MAPA DE RESISTIVIDADES ELÉCTRICAS DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO-SECTOR 5**




| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESPESOR DEL HOR. PERM SATU |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-01 | SEV-01 | 628369 | 9255223 | 29.00 | 85.00 |
| SEC-01 | SEV-02 | 628260 | 9255228 | 28.00 | 83.00 |
| SEC-01 | SEV-03 | 628411 | 9254964 | 29.00 | 73.00 |
| SEC-01 | SEV-04 | 628454 | 9255005 | 29.00 | 80.00 |
| SEC-01 | SEV-05 | 628337 | 9254685 | 27.00 | 86.00 |

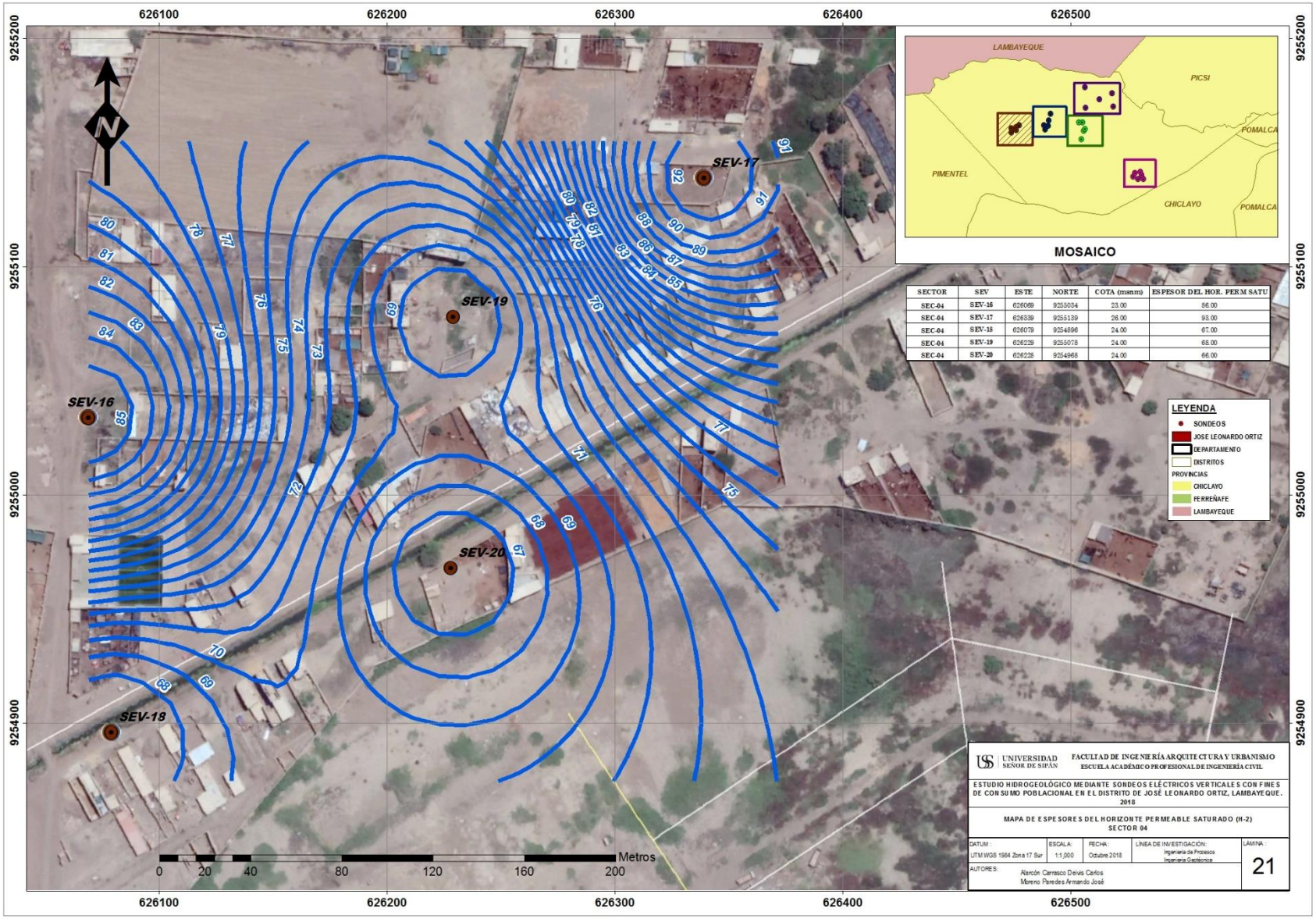
**PLANO 18: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 1**

**PLANO 19: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 2**



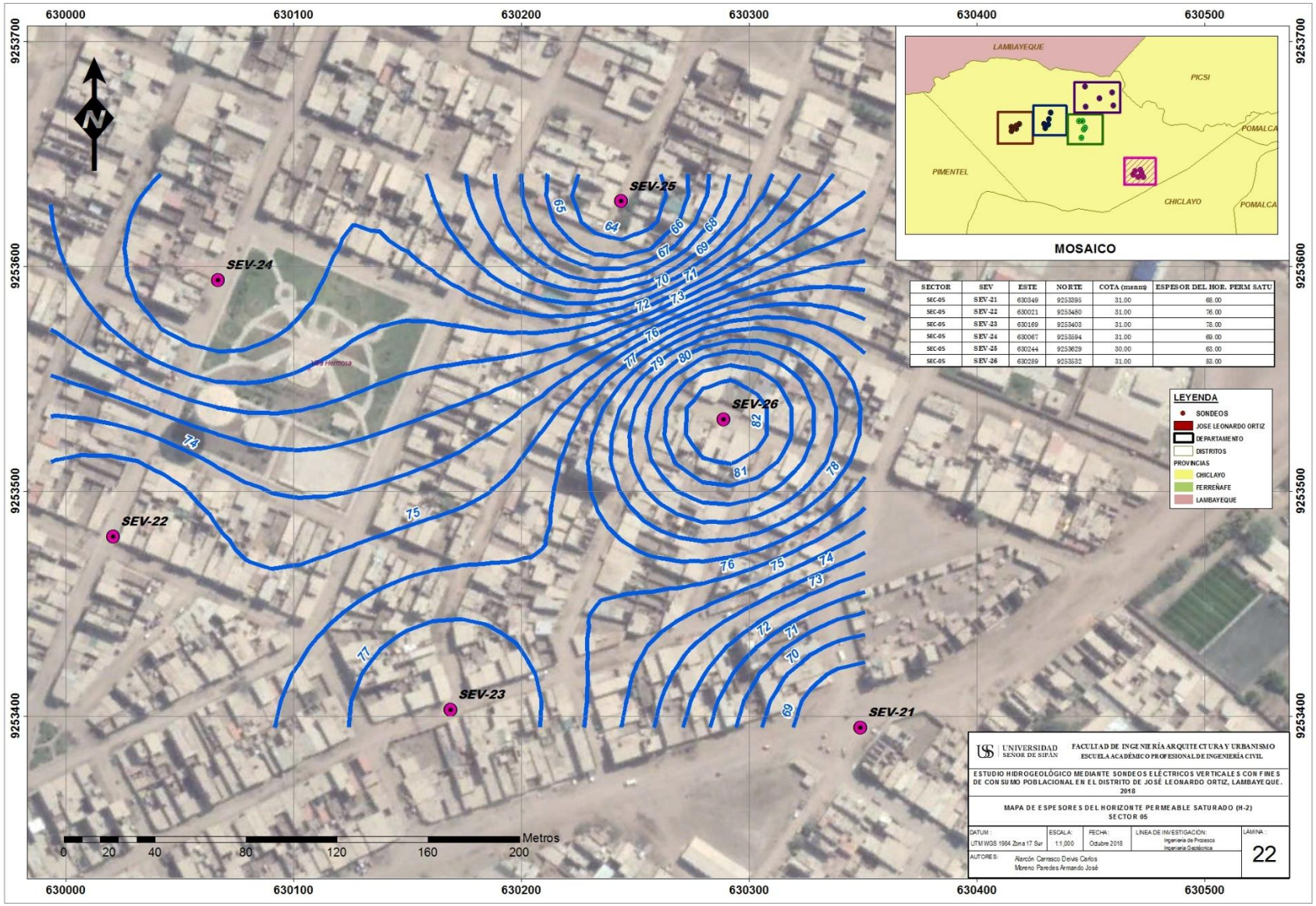

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESPESOR DEL HOR. PERM SATU |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-03 | SEV-11 | 627343 | 9255501 | 28.00 | 87.00 |
| SEC-03 | SEV-12 | 627169 | 9254989 | 26.00 | 81.00 |
| SEC-03 | SEV-13 | 627138 | 9255135 | 27.00 | 63.00 |
| SEC-03 | SEV-14 | 627267 | 9255111 | 26.00 | 71.00 |
| SEC-03 | SEV-15 | 627283 | 9255281 | 28.00 | 60.00 |

**PLANO 20: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 3**



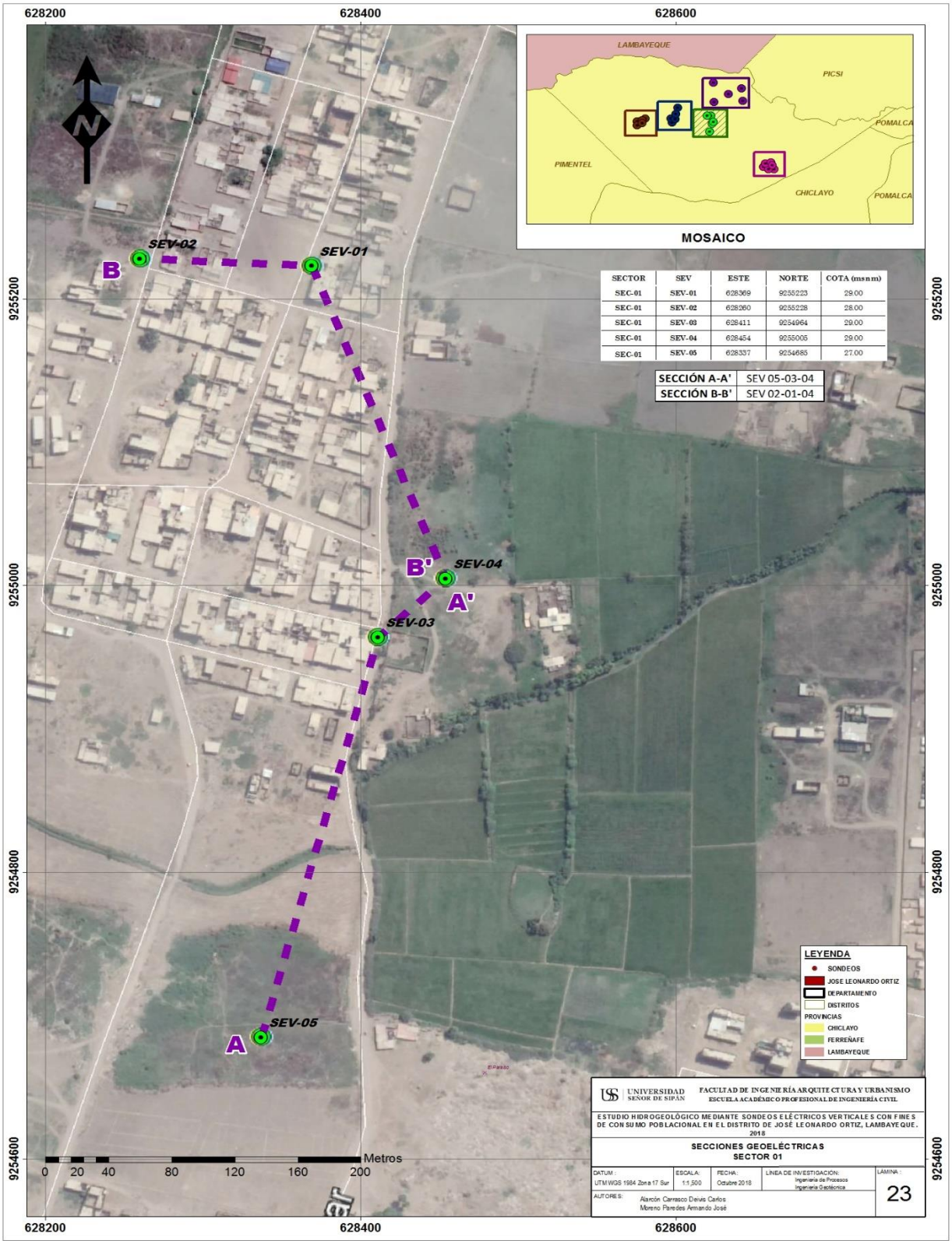

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESPESOR DEL HOR. PERM SATU |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-04 | SEV-16 | 626089 | 9255034 | 23.00 | 86.00 |
| SEC-04 | SEV-17 | 626339 | 9255139 | 26.00 | 93.00 |
| SEC-04 | SEV-18 | 626079 | 9254896 | 24.00 | 67.00 |
| SEC-04 | SEV-19 | 626229 | 9255078 | 24.00 | 68.00 |
| SEC-04 | SEV-20 | 626228 | 9254968 | 24.00 | 66.00 |

**PLANO 21: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 4**

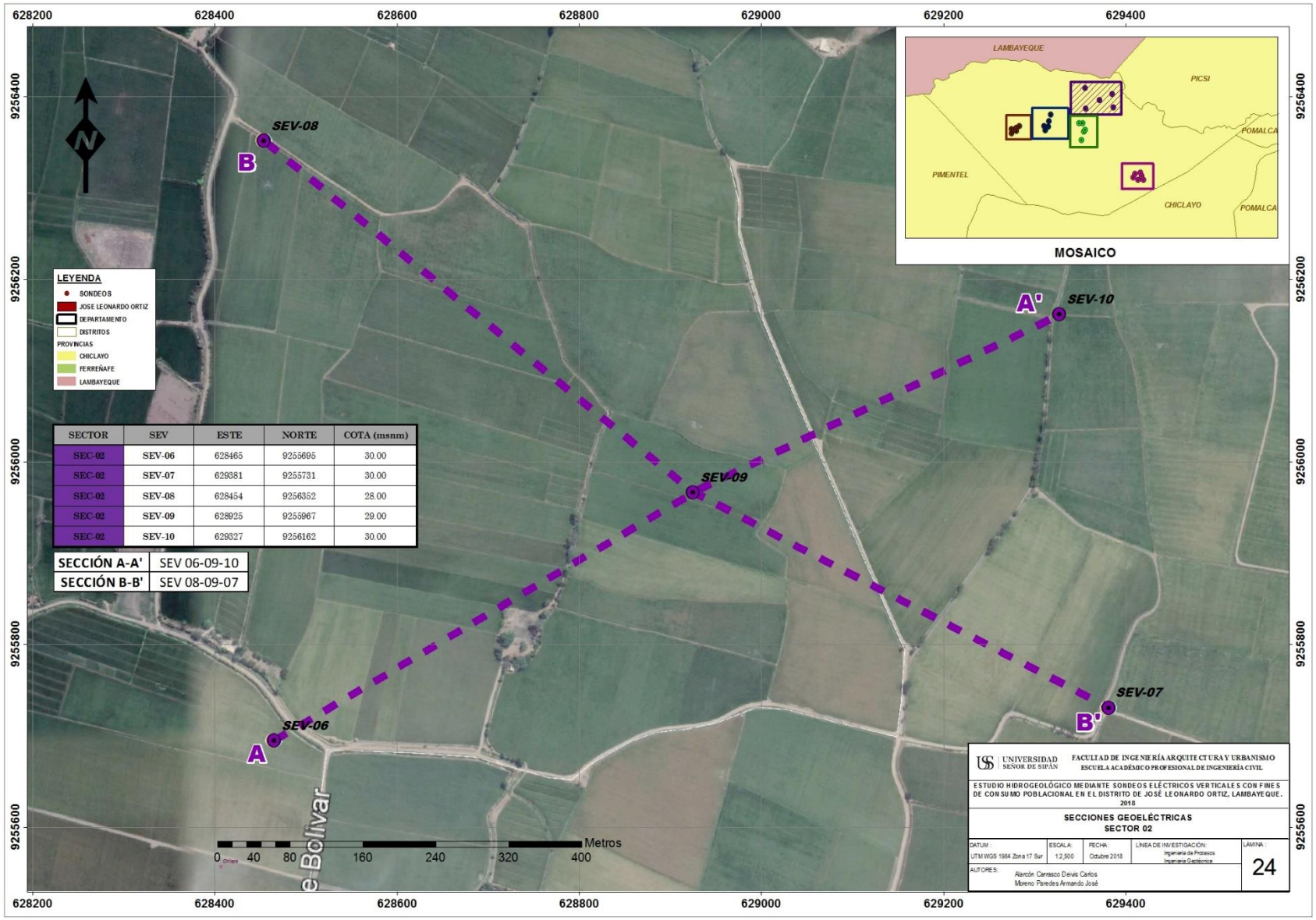



| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) | ESPESOR DEL HOR. PERM SATU |
|---|---|---|---|---|---|
| SEC-05 | SEV-21 | 630349 | 9253395 | 31.00 | 68.00 |
| SEC-05 | SEV-22 | 630021 | 9253480 | 31.00 | 76.00 |
| SEC-05 | SEV-23 | 630169 | 9253403 | 31.00 | 78.00 |
| SEC-05 | SEV-24 | 630067 | 9253694 | 31.00 | 69.00 |
| SEC-05 | SEV-25 | 630244 | 9253629 | 30.00 | 63.00 |
| SEC-05 | SEV-26 | 630259 | 9253532 | 31.00 | 83.00 |

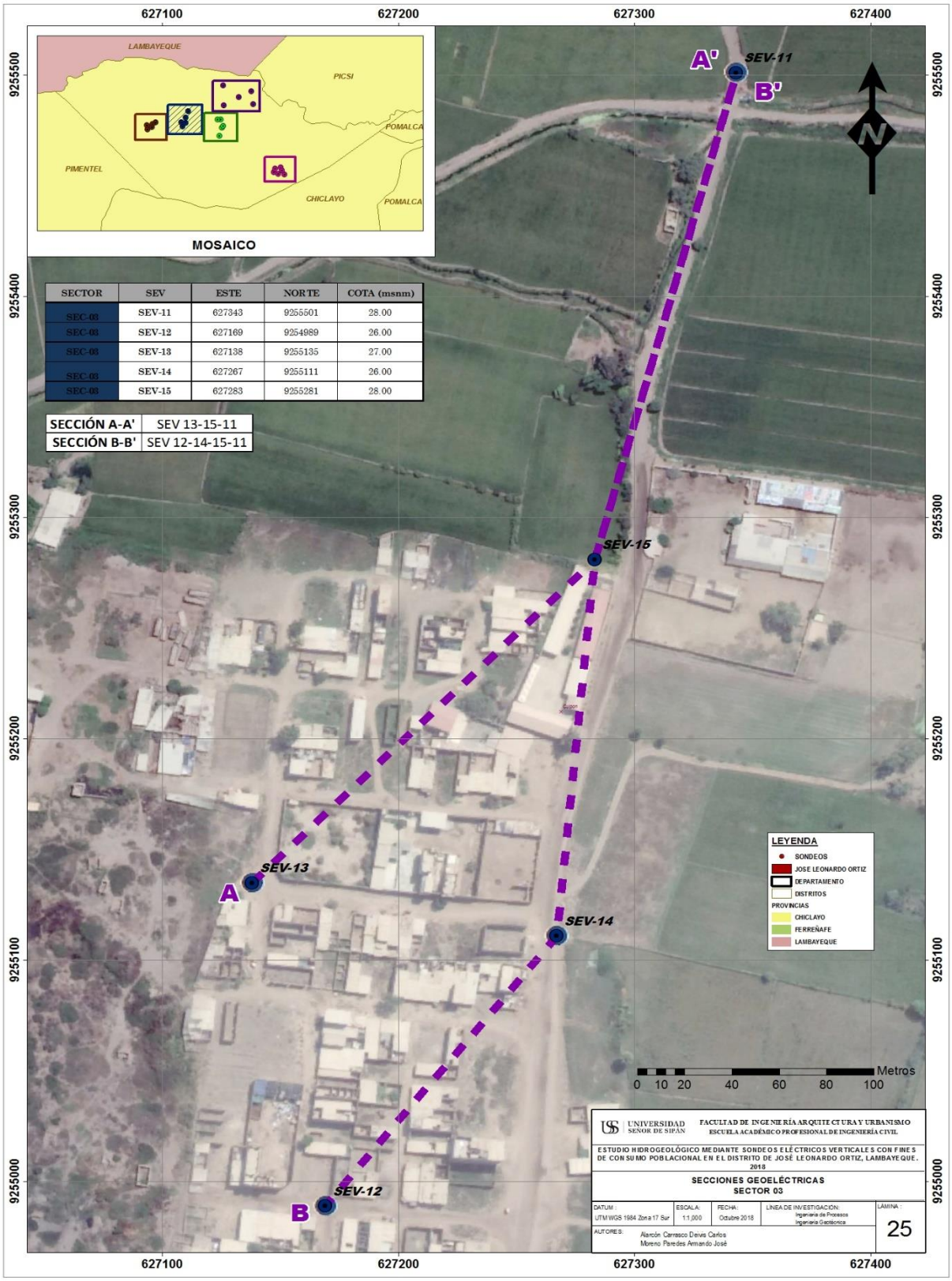
**PLANO 22: MAPA DE ESPESORES DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO SECTOR 5**




**PLANO 23: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 1**



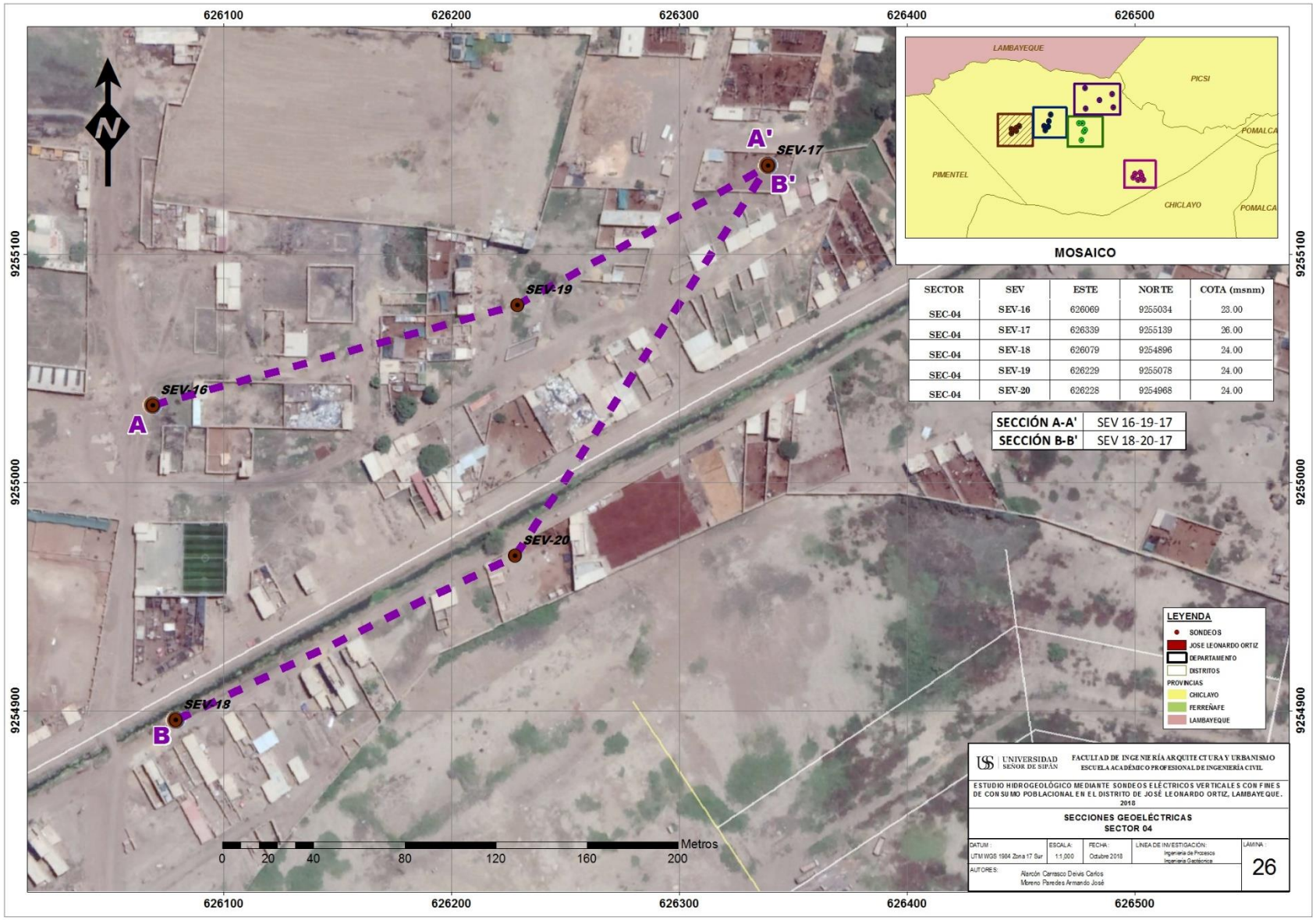

**PLANO 24: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 2**



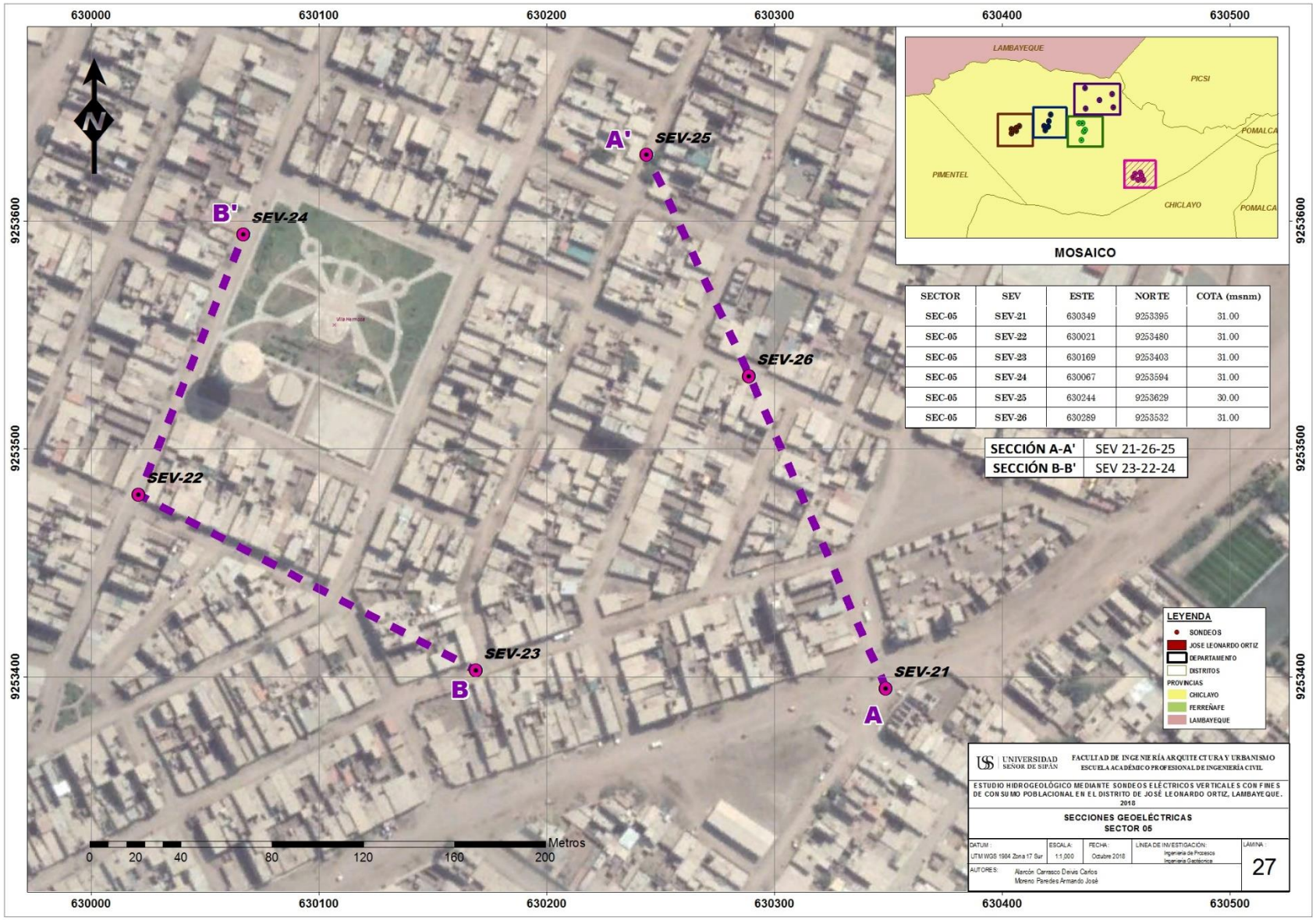

| SECTOR | SEV | ESTE | NORTE | COTA (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| SEC-03 | SEV-11 | 627343 | 9255501 | 28.00 |
| SEC-03 | SEV-12 | 627169 | 9254989 | 26.00 |
| SEC-03 | SEV-13 | 627138 | 9255135 | 27.00 |
| SEC-03 | SEV-14 | 627267 | 9255111 | 26.00 |
| SEC-03 | SEV-15 | 627283 | 9255281 | 28.00 |

| | |
|---|---|
| SECCIÓN A-A' | SEV 13-15-11 |
| SECCIÓN B-B' | SEV 12-14-15-11 |

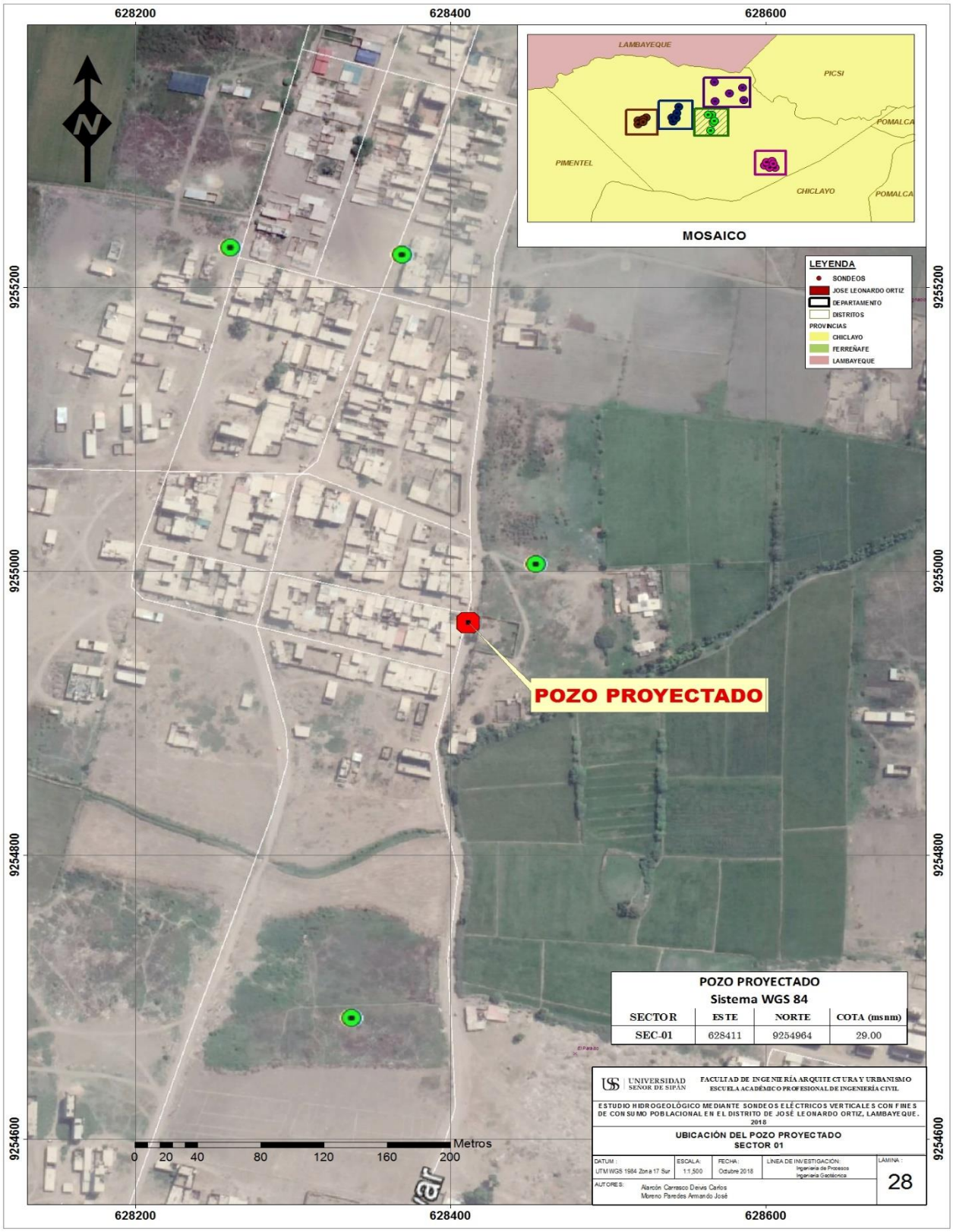
**PLANO 25: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 3**




**PLANO 26: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 4**

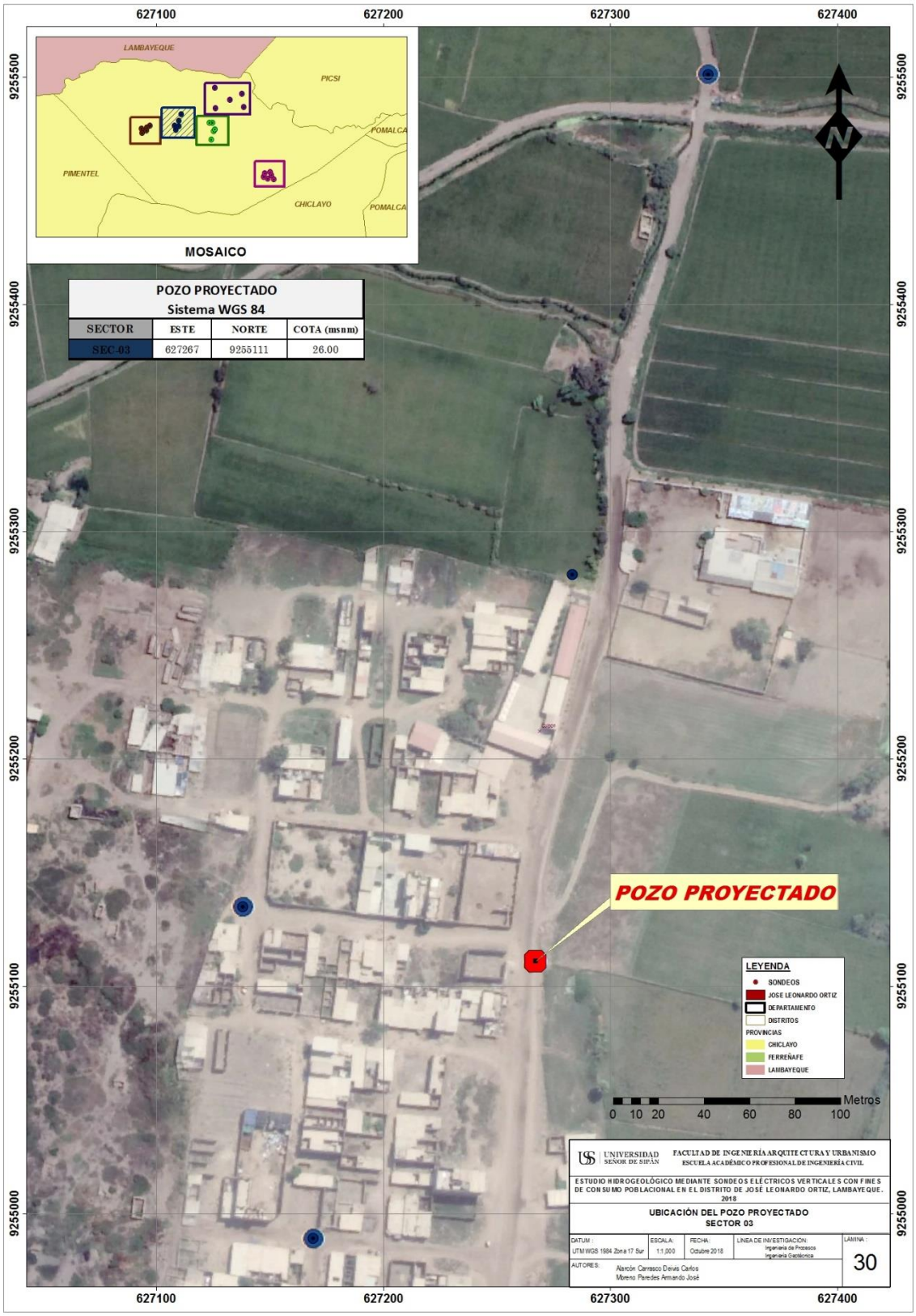



**PLANO 27: MAPA DE SECCIONES GEOLÉCTRICAS SECTOR 5**




**PLANO 28: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 1**

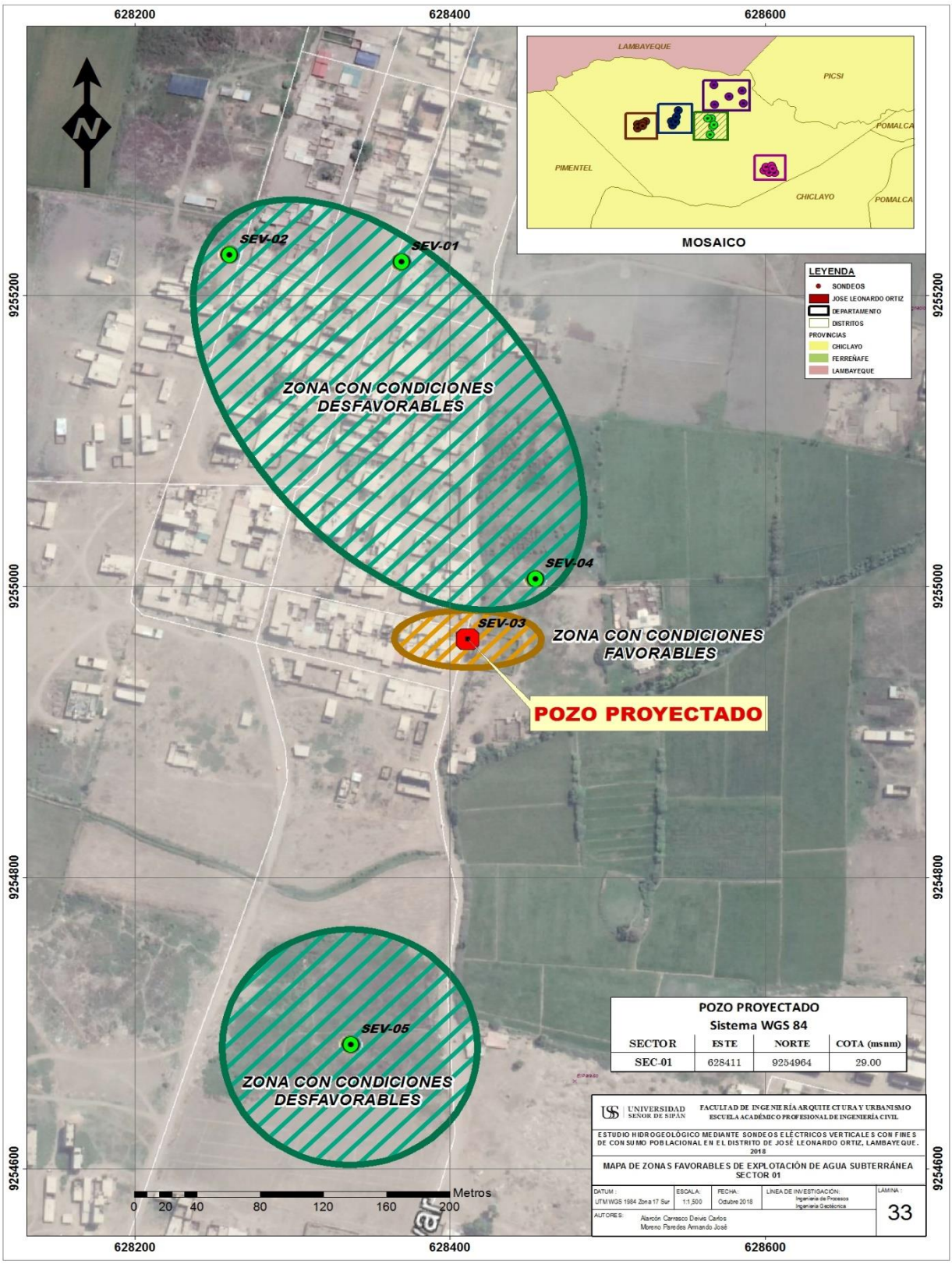
**PLANO 29: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 2**



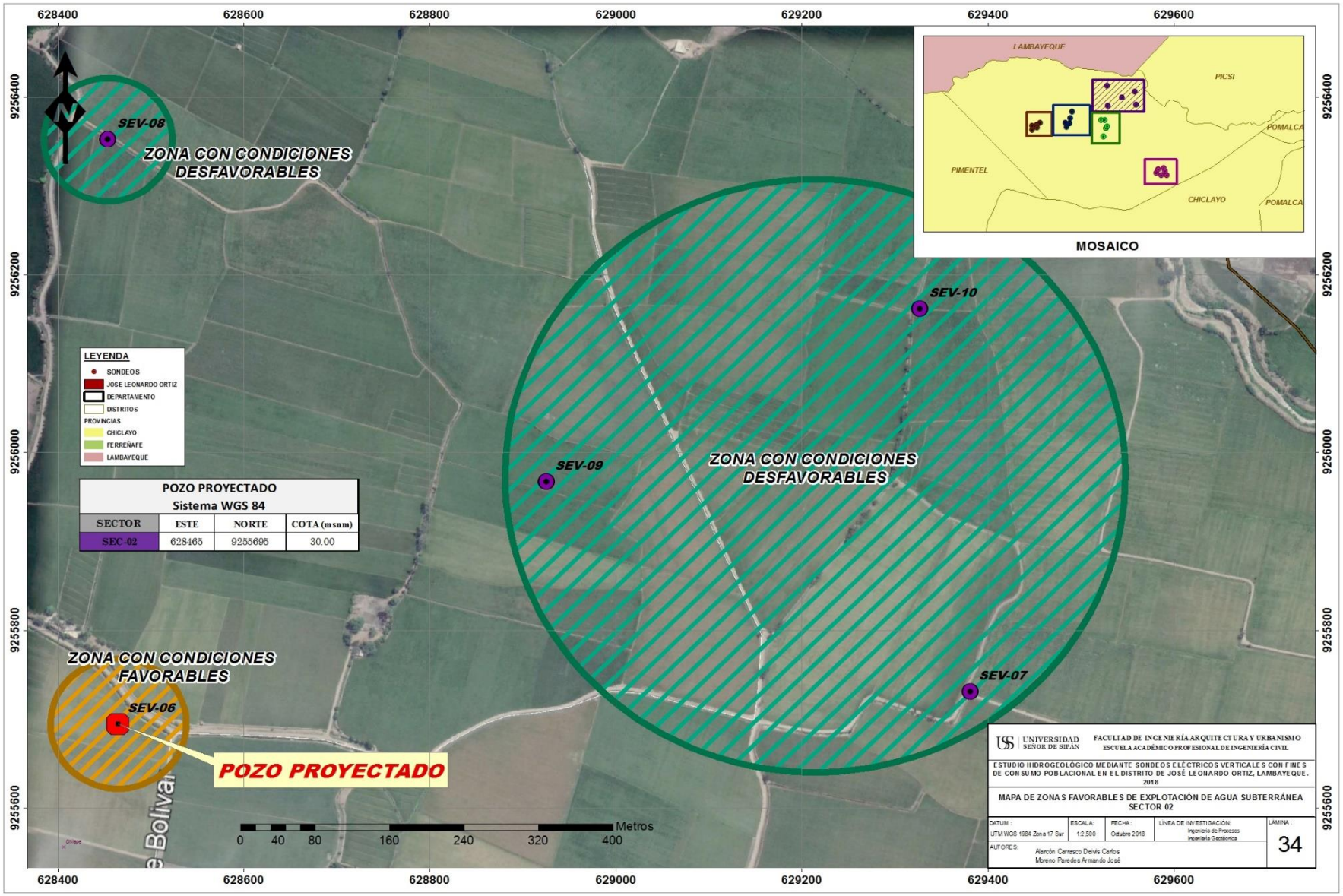

**PLANO 30: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 3**

**PLANO 31: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 4**

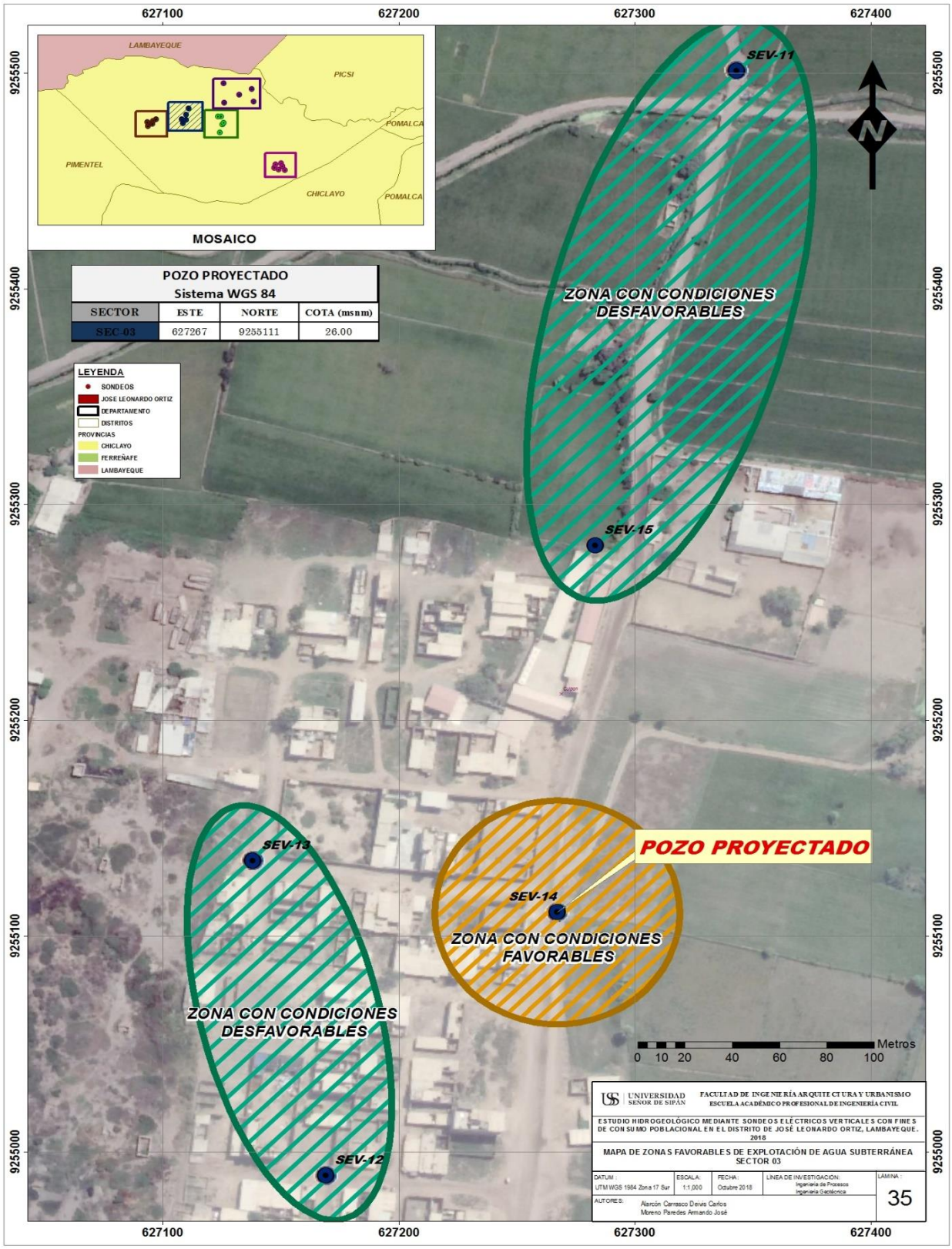
**PLANO 32: UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO SECTOR 5**



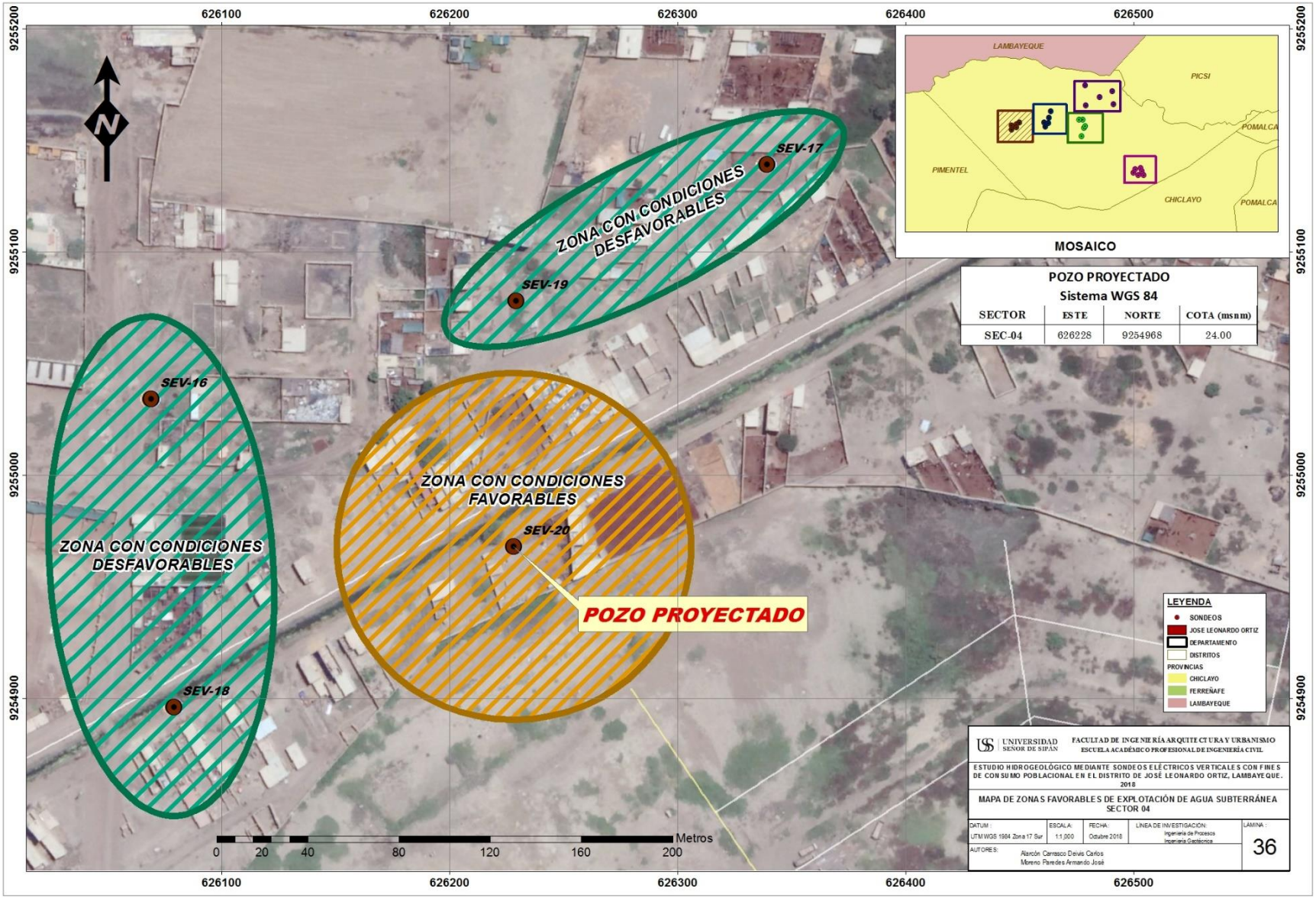

**PLANO 33: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 1**



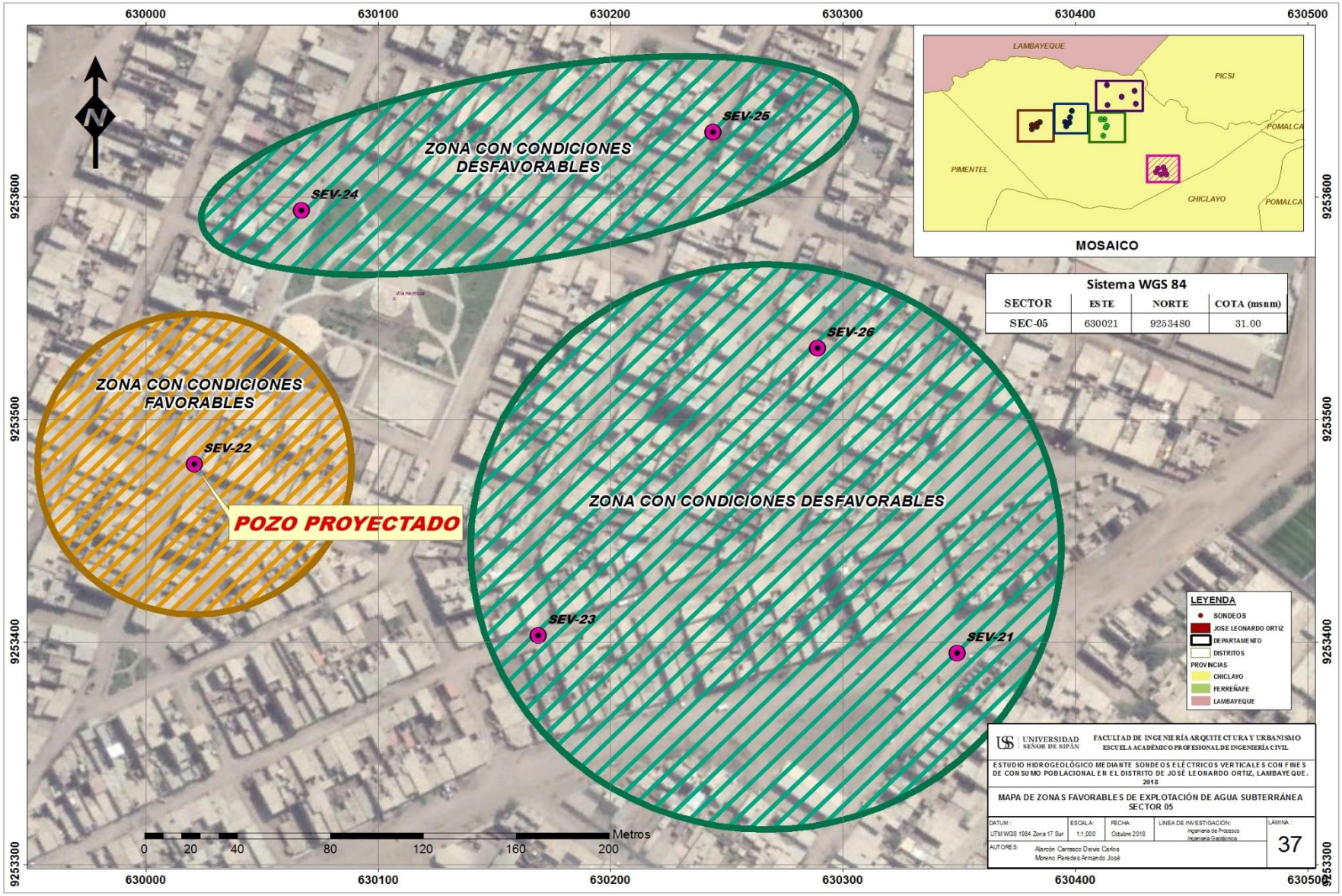

**PLANO 34: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 2**




**PLANO 35: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 3**




**PLANO 36: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 4**




**PLANO 37: MAPAS DE ZONAS FAVORABLES DE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR 5**