

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y OBRAS SANITARIAS



**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS Y RADIOS DE  
INFLUENCIA DE POZOS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL ÁREA DE  
CONCESIÓN DE COSAALT**

POR:

**GUSTAVO ARIEL TACACHO CONDORI**

Proyecto presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería civil

**SEMESTRE I - 2019**

**TARIJA- BOLIVIA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y OBRAS SANITARIAS

**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS Y RADIOS DE  
INFLUENCIA DE POZOS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL ÁREA DE  
CONCESIÓN DE COSAALT**

POR:

**GUSTAVO ARIEL TACACHO CONDORI**

**SEMESTRE I -2019**

**TARIJA- BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

Dedicar todo este trabajo realizado a Dios, por haberme dado todas esas fuerzas para salir adelante y no dejarme vencer.

A mi familia, quienes con tanto tiempo de tristezas, alegrías y esfuerzos al fin verán los frutos que sembraron con tanto empeño, especialmente a mis padres quienes siempre me estuvieron motivando a ser alguien en la vida, agradecerte padre querido GUALBERTO RODOLFO TACACHO CEDRO y mi amada madre ELENA CONDORI AYLLON

## **AGRADECIMIENTOS**

Al ser tan divino Dios que me dio la gracia de existir y poder estar hoy aquí presente. A la Virgen de Chaguaya que por durante los últimos 5 años fue quien guio mi camino para seguir siempre adelante.

A las personas más importantes en mi vida, mis padres, que siempre supieron decirme las palabras correctas en el momento correcto, enderezarme cuando estaba torcido y siempre dándome el mejor de los ejemplos, hoy puedo decirles que gracias a ustedes es en quien me he convertido y es a ustedes a quienes les agradezco todo lo que hicieron por mí.

A mi hermano, amigo, compañero, cómplice de tantas locuras realizadas, supiste apoyarme cuando más lo necesitaba dándome los mejores consejos, a veces renegando conmigo pero siempre aguantándome todas las que te hice y no hice, a vos te digo, muchas gracias por ser como eres conmigo. ¡Eres mi gran ejemplo!

A mi familia, abuelos, tíos, primos que siempre supieron sacarme esas sonrisas haciéndome ver el lado positivo de la vida y enseñándome a valorar todo lo que logre conseguir.

Mis amigos, que siempre estuvieron ahí, ahora algunos cumpas, gracias por todos esos momentos de risas, charlas, momentos de salir a jugar, esas traspasadas, esas guitarreadas que siempre quedaran en mi memoria.

A todos los docentes de la carrera, a ellos que sin ningún problema me enseñaron lo que aprendí en estos años de universidad.

Agradecer a los ingenieros que me ayudaron con el tema de mi titulación, Ing. Mario C. Gamarra, al Ing. Gualberto Alarcón quien me dio todo el apoyo que necesite en COSAALT. Si no fuera por ustedes no habría encontrado esa emoción que siento por aprender más sobre pozos de agua subterránea.

## **DEDICATORIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

## **RESUMEN**

## **ÍNDICE GENERAL**

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO I</b> .....                            | 13 |
| <b>1. GENERALIDADES</b> .....                      | 13 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN .....                            | 13 |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....              | 13 |
| 1.3. HIPÓTESIS .....                               | 14 |
| 1.4. OBJETIVOS .....                               | 14 |
| 1.4.1. GENERAL .....                               | 14 |
| 1.4.2. ESPECÍFICOS .....                           | 14 |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA .....                  | 15 |
| 1.6. LIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....                   | 15 |
| 1.7. ALCANCE DEL TRABAJO .....                     | 16 |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                           | 17 |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....                      | 17 |
| 2.1. MARCO CONCEPTUAL .....                        | 17 |
| 2.1.1. AGUA SUBTERRÁNEA Y ACUÍFEROS .....          | 17 |
| 2.1.2. TIPOS DE ACUÍFEROS Y SU COMPORTAMIENTO..... | 18 |
| 2.1.3. CAPTACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....         | 20 |
| 2.1.3.1. POZOS VERTICALES .....                    | 20 |
| 2.1.4. TIPOS DE PRUEBAS DE BOMBEO .....            | 21 |
| 2.1.5. TRANSMISIVIDAD.....                         | 23 |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 2.1.6.    | COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO.....                             | 24        |
| 2.1.7.    | PERMEABILIDAD .....  | 24        |
| 2.1.8.    | RADIOS DE INFLUENCIA .....                                     | 24        |
| 2.1.9.    | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....                   | 25        |
| 2.1.10.   | MÉTODO DE COOPER JACOB PARA ACUÍFEROS CONFINADOS..             | 26        |
| 2.1.10.1. | PROCEDIMIENTO .....  | 28        |
| 2.1.11.   | MÉTODO DE WALTON PARA ACUIFEROS SEMICONFINADOS ...             | 29        |
| 2.1.11.1. | PROCEDIMIENTO .....  | 30        |
| 2.2.      | MARCO NORMATIVO .....  | 31        |
| 2.2.1.    | DISTANCIA MÍNIMA ENTRE POZOS .....                             | 31        |
| 2.2.2.    | DIÁMETRO .....   | 31        |
| 2.2.3.    | PROFUNDIDAD .....  | 32        |
| 2.2.4.    | PRUEBA DE BOMBEO.....  | 32        |
| <b>3.</b> | <b>PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE UNA PRUEBA DE BOMBEO .....</b> | <b>34</b> |
| 3.1.      | OBJETIVOS DE LA PRUEBA.....                                    | 34        |
| 3.2.      | TRABAJOS PREVIOS.....  | 34        |
| 3.3.      | MÉTODO DE ENSAYO.....  | 35        |
| 3.4.      | ELABORACIÓN DE PLANILLAS.....                                  | 35        |
| 3.5.      | LIMPIEZA DEL SITIO.....  | 37        |
| 3.6.      | EQUIPO A UTILIZAR .....  | 37        |
| 3.7.      | REALIZACIÓN DE LA PRUEBA .....                                 | 38        |
|           | <b>CAPÍTULO IV.....</b>  | <b>39</b> |
| <b>4.</b> | <b>INTERPRETACIÓN DEL ENSAYO DE BOMBEO.....</b>                | <b>39</b> |
| 4.1.      | POZO STADIUM.....  | 39        |

|  |    |
|--|----|
| 4.1.1. MÉTODO DE WALTON. ....                  | 40 |
| 4.2. POZOS MORROS BLANCOS .....                | 46 |
| 4.2.1. MÉTODO DE COOPER JACOP.....             | 47 |
| 4.3. VILLA FÁTIMA .....                        | 52 |
| 4.3.1. MÉTODO DE WALTON. ....                  | 53 |
| <b>CAPÍTULO V</b> .....                        | 59 |
| <b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... | 59 |
| 5.1. CONCLUSIONES .....                        | 59 |
| 5.2. RECOMENDACIONES.....                      | 60 |

## BIBLIOGRAFÍA

## WEBGRAFÍA

## ANEXOS

**Anexo A.** Planillas de bombeo, recuperación y control de parámetros del pozo STADIUM B y PN

**Anexo B.** Planillas de bombeo, recuperación y control de parámetros del pozo MORROS BLANCOS A y B

**Anexo C.** Planillas de bombeo, recuperación y control de parámetros del pozo VILLA FÁTIMA A y B

**Anexo D.** Gráficos de descensos y recuperación vs tiempo de los pozos

**Anexo E.** Registro fotográfico de los pozos STADIUM PN y B

**Anexo F.** Registro fotográfico de los pozos MORROS BLANCOS A y B

**Anexo G.** Registro fotográfico de los pozos VILLA FÁTIMA A y B

**Anexo H** Curvas tipo Walton

**Anexo I** Perfiles litológicos y filtros de los pozos dentro del área de concesión de COSAALT.

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Tipos De Ensayo De Bombeo A Caudal Constante Y Métodos De Interpretación A Usar En El Estudio De Acuíferos Confinados, Semiconfinados O Libres ..... | 23 |
| Tabla 2 Relación Entre El Diámetro Del Pozo Y El Caudal De Bombeo.....   | 32 |
| Tabla 3 Intervalos De Tiempo Para La Lecturación De Niveles Piezométricos En Pozos.  | 36 |
| Tabla 4 Clasificación De Acuífero En Función De Transmisividad. ....   | 43 |
| Tabla 5 Valores Típicos De Coeficiente De Almacenamiento.....  | 44 |
| Tabla 6 Relación Entre El Diámetro Del Pozo Y El Caudal De Bombeo.....   | 45 |
| Tabla 7 Clasificación De Acuífero En Función De Transmisividad. ....   | 49 |
| Tabla 8 Valores Típicos De Coeficiente De Almacenamiento.....  | 50 |
| Tabla 9 Relación Entre El Diámetro Del Pozo Y El Caudal De Bombeo.....   | 51 |
| Tabla 10 Clasificación De Acuífero En Función De Transmisividad. ....  | 55 |
| Tabla 11 Valores Típicos De Coeficiente De Almacenamiento.....   | 56 |
| Tabla 12 Relación Entre El Diámetro Del Pozo Y El Caudal De Bombeo.....  | 57 |
| Tabla 13 Tabla De Resultados.....  | 58 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Agua subterránea y tipos de acuíferos.....  | 17 |
| Figura 2: Ciclos del agua.....  | 18 |
| Figura 3: Pozos excavados y perforados.....   | 19 |
| Figura 4: Pozos excavados y perforado.....  | 20 |
| Figura 5: Curva típica de abatimiento (m)-tiempo (min) para acuífero confinado.....               | 26 |
| Figura 6: Curva típica de abatimiento (m)-tiempo (min) para acuífero semi-confinado<br>.....      | 26 |
| Figura 7: Curva típica de abatimiento (m)-tiempo (min) para acuífero libre.....                   | 26 |
| Figura 8: Familia de Curvas Tipo del Método de Walton.....  | 30 |
| Figura 9: Perfil Litológico y perfil de filtros del pozo Stadium PN .....                         | 34 |
| Figura 10: Diagrama de funcionamiento al momento de bombeo de pozo.....                           | 35 |
| Figura 11: Planilla de bombeo del pozo Circunvalación A.....                                      | 37 |
| Figura 12: Curva abatimiento vs tiempo del pozo STADIUM.....                                      | 39 |
| Figura 13: Curva típica de abatimiento (m)-tiempo (min) para acuífero semi-confinado<br>.....     | 39 |
| Figura 14: Familia de Curvas Tipo del Método de Walton.....                                       | 40 |
| Figura 15: Curva abatimiento vs tiempo del pozo STADIUM.....                                      | 41 |
| Figura 16: Superposición de curvas.....   | 42 |
| Figura 17: Curva abatimiento vs tiempo del pozo MORROS BLANCOS.....                               | 46 |
| Figura 18: Curva típica de abatimiento (m)-tiempo (min) para acuífero confinado.....              | 46 |
| Figura 19: Curva abatimiento vs tiempo en papel semilogarítmico.....                              | 47 |
| Figura 20: Curva abatimiento vs tiempo en papel semilogarítmico y línea de superposición<br>..... | 47 |
| Figura 21: Obtención de datos de la gráfica.....  | 48 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 22: Curvas abatimiento vs tiempo del pozo Villa Fátima.....                     | 52 |
| Figura 23: Curva típica de abatimiento (m)-tiempo (min) para acuífero semi-confinado.. | 52 |
| Figura 24: Familia de Curvas Tipo del Método de Walton.....                            | 53 |
| Figura 25: Curva abatimiento vs tiempo del pozo VILLA FÁTIMA.....                      | 53 |
| Figura 26: Superposición de curvas.....  | 54 |