



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE**

**(CASO: URBANIZACIÓN VALLE ESMERALDA, DISTRITO  
PUEBLO NUEVO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE ICA)**

PRESENTADA POR

**JUAN DE DIOS CONCHA HUÁNUCO**

**JUAN PABLO GUILLÉN LUJAN**

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

**LIMA – PERÚ**

**2014**



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual  
CC BY-NC-SA**

El autor permite entremezclar, ajustar y construir a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE**

**(CASO: URBANIZACIÓN VALLE ESMERALDA, DISTRITO  
PUEBLO NUEVO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE ICA)**

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

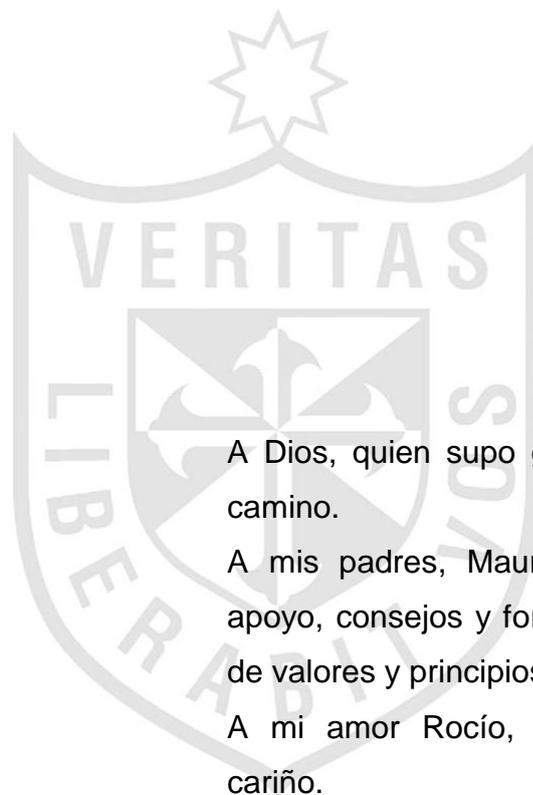
**PRESENTADA POR**

**CONCHA HUÁNUCO, JUAN DE DIOS**

**GUILLÉN LUJAN, JUAN PABLO**

**LIMA – PERÚ**

**2014**



### **DEDICATORIA**

A Dios, quien supo guiarme por el buen camino.

A mis padres, Mauro y Ángela por su apoyo, consejos y formación en un hogar de valores y principios.

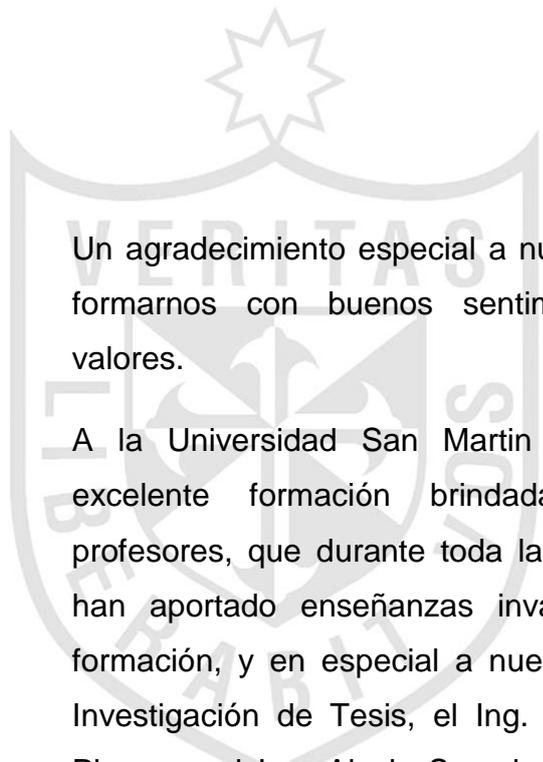
A mi amor Rocío, por su paciencia y cariño.

***Juan Pablo Guillén Lujan.***

A Dios, quien supo guiarme por el buen camino.

A mis padres, Juan de Dios y Juanita, quienes por su esfuerzo y consejos pude concluir mis estudios y realizarme como ingeniero Civil.

***Juan de Dios Concha Huánuco.***



Un agradecimiento especial a nuestras familias, por formarnos con buenos sentimientos, hábitos y valores.

A la Universidad San Martín de Porres por la excelente formación brindada y a nuestros profesores, que durante toda la carrera profesional han aportado enseñanzas invaluable a nuestra formación, y en especial a nuestros profesores de Investigación de Tesis, el Ing. Francisco Aramayo Pinazo y el Ing. Alexis Samohod Romero, por sus consejos, enseñanzas, por compartir sus experiencias y más que todo por su amistad.

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMEN</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b>	
1.1 Antecedentes del sistema de abastecimiento de agua potable	01
1.2 Concepto de abastecimiento de agua potable	04
1.3 Definición de términos básicos	53
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b>	
2.1 Tipo de investigación	54
2.2 Diseño de investigación	55
2.3 Población de la investigación	55
2.4 Muestra de la investigación	55
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
2.6 Flujograma de la metodología de trabajo	57
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	
3.1 Ubicación	59
3.2 Identificación y análisis de alternativas de solución	59
<b>CAPÍTULO IV. PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	
4.1 Cálculo de la demanda de agua para consumo humano	64
4.2 Determinación de la profundización	66
4.3 Cálculo de diseño de nuevo pozo	77

CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
FUENTES DE INFORMACIÓN	92
ANEXOS	93



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

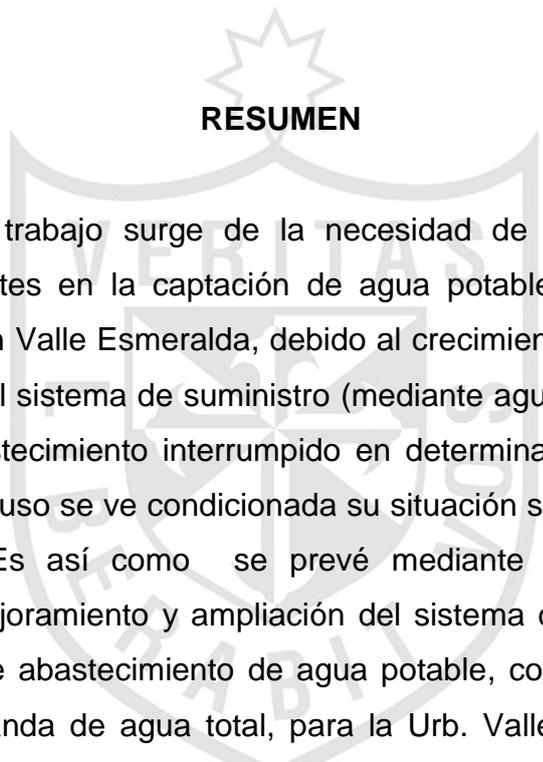
Gráfico 01. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua	05
Gráfico 02. Crecimiento poblacional	09
Gráfico 03. Método aritmético	11
Gráfico 04. Captación de agua de lluvia	22
Gráfico 05. Captación de agua superficial	23
Gráfico 06. Captación de agua subterránea	24
Gráfico 07. Ciclo hidrológico del agua	35
Gráfico 08. Tipos de acuífero	37
Gráfico 09. Equipo de perforación a percusión	46
Gráfico 10. Herramienta de perforación para fracturar las rocas	47
Gráfico 11. Sección fija de la máquina de perforación a rotación	51
Gráfico 12. Parte móvil de la máquina de perforación	52
Gráfico 13. Flujograma de la metodología empleada en la investigación	58
Gráfico 14. Distancia rio Ica a la zona de proyecto	63
Gráfico 15. Tubería en estado de degradación	69
Gráfico 16. Restos de tubería degradada	70
Gráfico 17. Equipo de bombeo oxidado	71

Gráfico 18. Reducción de tubería	72
Gráfico 19. Nivel estático del agua	73
Gráfico 20. Reducción de tubería a los 49.90 m	74
Gráfico 21. Tubería saturada con presencia de carbonatos de calcio	75



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Método de incremento de variables	14
Tabla 02. Dotación	18
Tabla 03. Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad el agua para usos domésticos	29
Tabla 04. Límites provisionales para las sustancias tóxicas en el agua potable	30
Tabla 05. Concentración de fluoruros recomendadas para el agua potable	30
Tabla 06. Normas de calidad bacteriológica aplicables a los abastecimientos de agua potable	31
Tabla 07. Características de los pozos de agua	38
Tabla 08. Cálculo de caudal de diseño	65
Tabla 09. Descripción del video	67
Tabla 10. Profundidad para el mejoramiento del pozo existente	76
Tabla 11. Resultados de la prospección geofísica	78
Tabla 12. Prueba de acuífero	80



## RESUMEN

El presente trabajo surge de la necesidad de dar solución a los problemas existentes en la captación de agua potable que afectará a la futura urbanización Valle Esmeralda, debido al crecimiento de la población y a la antigüedad del sistema de suministro (mediante agua subterránea), que generaría un abastecimiento interrumpido en determinados instantes en la población, que incluso se ve condicionada su situación sanitaria en un futuro no muy lejano. Es así como se prevé mediante el análisis de dos alternativas, el mejoramiento y ampliación del sistema de suministro actual para el sistema de abastecimiento de agua potable, con el propósito de satisfacer la demanda de agua total, para la Urb. Valle Esmeralda. Como primer análisis y alternativa se tiene proyectado la profundización del pozo tubular ya existente, debido al posible descenso de la napa freática. Esto como consecuencia de la explotación del recurso hídrico subterráneo en los últimos diez años. El análisis y alternativa evalúa la posibilidad de proyectar una nueva obra de captación para el sistema de abastecimiento de agua, para cada uno de sus componentes, desde la ubicación del nuevo pozo, la bomba sumergible, potencia de la bomba, y demás componentes que cumplan los requerimientos que la demanda futura amerite.

## **ABSTRACT**

The present work, it arises from the need to give solution to the existing problems in the capture of drinkable water that was concerning the future urbanization Fence In Emerald, due to the growth of the population and the antiquity of the system of supply (by means of underground water), that would generate a supply interrupted in certain instants in the population, enclosed what meets determined his sanitary situation in a not very distant future. It is as well as it is foreseen by means of the analysis of two alternatives, the improvement and extension of the system of current supply for the system of supply of drinkable water, with the intention of satisfying the demand of total water, for the Urb. Valley Emerald. This as a result of the exploitation of underground water resources in the past ten years. Analyzing and evaluating the possibility alternative of projecting a new work of capture for the system of water supply, for each of his components, from the location of the new well, the submersible bomb, power of the bomb, and other components that fulfill the requirements that the future demand deserves.

## INTRODUCCIÓN

La futura urbanización Valle Esmeralda, actualmente cuenta con un sistema de suministro de agua antiguo, que son recursos subterráneos provenientes de un pozo perforado en el área de la urbanización, debido a que no existen redes generales de EMAPICA en la zona.

En los siguientes párrafos, se hace un análisis de las posibles fuentes de captación en la zona del proyecto para el abastecimiento de agua para la urbanización en mención, utilizando las aguas subterráneas existentes del acuífero local sobre la cual se encuentra asentada la urbanización Valle Esmeralda. Es decir, la extracción del recurso hídrico, haciendo uso exclusivo del sistema de pozos tubulares, con la finalidad de satisfacer la demanda total, actual y futura dentro de los próximos quince años, contemplando la mejor opción técnica-económica.

El valle de Ica es considerado como uno de los valles más fértiles de la costa, pero paradójicamente, es altamente deficitario en agua superficial. De allí que desde 1937 ya se explotaba el acuífero mediante 49 pozos tubulares, los mismos que contemplaban el riego de 12000 has. (Ica). Antes de entrar en funcionamiento el sistema de Choclococha, en el valle ya existían 500 pozos tubulares.

El objetivo principal es contar con un sistema de abastecimiento de agua potable eficiente que satisfaga la demanda actual y futura de la población, asegurando las condiciones sanitarias, minimizando costos que conlleva un abastecimiento mediante la fuente de captación.

Además de ello el objetivo puntual, materia del presente estudio es el abastecimiento de agua potable, tomando como alternativa el uso exclusivo del pozo tubular existente para la captación del agua subterránea, la misma que mediante verificaciones de diseño y de mejoramientos para dicho sistema de captación, cumplan y satisfagan el incremento de la demanda de agua potable para la urbanización Valle Esmeralda futura en los próximos 15 años, y de no darse el caso la proyección de un nuevo pozo tubular dentro de la Urbanización, minimizando y/o eliminando costos que conlleva un abastecimiento mediante el uso de dos fuentes (fuente superficial y subterránea).

El alcance que tiene el presente estudio está considerando dentro de la etapa de perfil para el marco del SNIP, basado en estudios previos ya realizados por profesionales especialistas, inspecciones de componentes existentes del sistema, e información técnica de diseño y análisis referente a sistema de pozos tubulares.

Como tal es recomendable realizar estudios complementarios de campo para la verificación de datos obtenidos mediante ensayos in situ, ya que algunos de ellos han sido estimados y/o solos por el cambio en su magnitud acorde a la explotación de los recursos, siendo estos datos utilizados en el presente documento.

Surge de la necesidad de dar solución a los problemas de abastecimiento de agua potable debidos a la sobre-explotación que afectan a la Urbanización Valle Esmeralda, debido al crecimiento de la población y a la antigüedad del sistema de suministro mediante agua subterránea, cuyo abastecimiento se interrumpe, afectando la salubridad de la población servida.

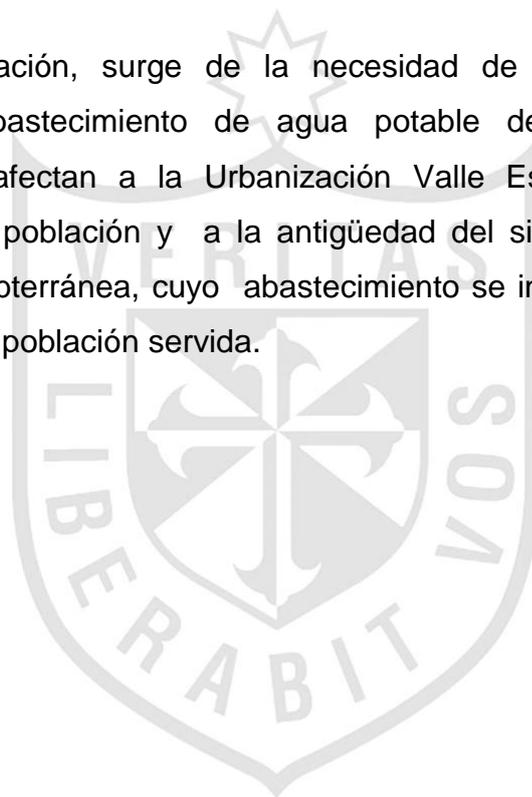
El problema general es "El desabastecimiento de agua potable en la Urbanización Valle Esmeralda, Ica".

Los problemas específicos son determinar los factores que ocasionan deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable en la Urbanización Valle Esmeralda, Ica. Además determinar las alternativas de

solución para el sistema de abastecimiento de agua potable en la Urbanización Valle Esmeralda, Ica.

Como objetivo general se plantea, mejorar y ampliar el sistema de abastecimiento de agua potable en la Urbanización Valle Esmeralda, Ica. Como objetivos específicos se plantea identificar, analizar y evaluar los factores para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable. Además identificar, analizar y evaluar las alternativas de solución para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

Como justificación, surge de la necesidad de dar solución a los problemas de abastecimiento de agua potable debidos a la sobre-explotación que afectan a la Urbanización Valle Esmeralda, debido al crecimiento de la población y a la antigüedad del sistema de suministro mediante agua subterránea, cuyo abastecimiento se interrumpe, afectando la salubridad de la población servida.



## **CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes del sistema de abastecimiento de agua potable**

#### **1.1.1 Ingeniería hidráulica**

La Ingeniería Hidráulica a lo largo de la historia ha tenido un papel fundamental en el desarrollo humano, debido a que el suministro de agua potable es indispensable para cualquier población humana. No sólo por ese factor, sino también en el desarrollo de técnicas para la eliminación y manejo adecuado de los residuos humanos generados, para así prevenir en lo posible la contaminación ambiental y evitar enfermedades.

#### **1.1.2 Antecedentes históricos**

La piedra angular de toda población sana es tener acceso al agua potable.

Desde tiempos de la revolución de la agricultura y los inicios de la vida sedentaria en los años 9.000-10.000 A. de C., comenzaron los primeros esfuerzos por controlar el caudal de agua, proveniente de manantiales, fuentes y arroyos. Y a partir del segundo milenio A. de C., en las antiguas ciudades, el suministro de agua es mediante gravedad, con tuberías o canales y sumideros.

Tales sistemas de abastecimiento no distribuían agua a viviendas individuales, sino que a un lugar central desde el cual la población podía llevarla a sus hogares. Estos sistemas eran con frecuencia inadecuados y apenas cubrían las modestas demandas sanitarias, por lo que nace la construcción de acueductos para transportar agua desde fuentes lejanas.

Luego de la caída del Imperio romano, se dio comienzo a una época de retroceso en la tecnología hídrica, lo que provocó que el saneamiento y la salud pública sufrieran un declive en Europa. Eran tales las condiciones sanitarias, que el agua suministrada estaba contaminada, había desechos de animales y humanos en las calles, y las aguas servidas se arrojaba por las ventanas a las calles, sobre los transeúntes. Como resultado, se originan terribles epidemias que provocaron estragos en Europa.

Hasta mediados del siglo XVII, los materiales de construcción utilizados en redes para el suministro de agua eran tuberías hechas de madera, arcilla o plomo, que apenas lograban resistir bajas presiones, sin embargo las redes generalmente estaban instaladas de acuerdo con la línea del gradiente hidráulico.

Con la inserción del hierro fundido en la construcción, las redes de distribución de agua potable se instalan con tuberías de este material, además, gracias a su bajo costo y al avance en nuevos métodos de elevación de agua, se hizo posible que el vital elemento llegara a cada residencia, no solo a los considerados ricos como ocurría en la antigüedad.

A pesar de los nuevos desarrollos en tecnología en los sistemas de suministro de agua potable, con el explosivo crecimiento de las ciudades, los residuos generados en estas, comenzaron a contaminar tanto sus propias fuentes de abastecimiento como las de otras ciudades. Entonces, ya no sólo se comienza a desarrollar nuevas tecnologías para el mejoramiento de las redes, sino que además, comienza la preocupación por

la protección de la salud de los consumidores con métodos de tratamiento para las aguas.

Recién en el año de 1900 aproximadamente, se dio inicio a la aplicación de tratamientos en las ciudades, en que fueron puestos en uso los filtros, que redujeron fuertemente las enfermedades provocadas por ingerir agua potable, aunque con la introducción de la desinfección con cloro, aumentó enormemente la eficacia de los tratamientos en el agua potable.

### **1.1.3 Agua potable en el Perú**

Según Agüero (**Ref.1**), El agua y saneamiento son factores importantes que contribuyen a la mejora de las condiciones de vida de las personas.

Lamentablemente, no todos tenemos acceso a ella. Las más afectadas son las poblaciones con menores ingresos. Según revelan cifras actuales, en el Perú existen 7.9 millones de pobladores rurales de los cuales 3 millones (38%) no tienen acceso a agua potable y 5.5 millones (70%) no cuentan con saneamiento.

Consecuencias negativas sobre el ambiente y la salud de las personas y, en los niños y niñas el impacto es tres veces mayor.

En el futuro esta situación se agravará. Para el 2025 se prevé la escasez de agua en 48 países y uno de ellos es el Perú. Recibimos una debilidad histórica de los años 1990 al 2002 por los limitados recursos económicos y el lento aprendizaje de parte de los diferentes gobiernos. No se entendió la importancia del tema de agua y saneamiento y no se abordó de manera integral el componente educativo y el fortalecimiento organizacional de los modelos de gestión comunitaria.

Ante esta debilidad histórica, fueron principalmente las ONGs y las entidades de cooperación al desarrollo, las que implementaron

proyectos que llenaban estos vacíos y en la práctica hicieron incidencia en las políticas de intervención.

En los últimos 5 años y con el financiamiento del Banco Mundial, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a través del Programa Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural (PRONASAR), viene implementando masivamente proyectos de agua y saneamiento con Operadores Regionales. Dentro de sus actividades incorpora los componentes de Infraestructura, Educación Sanitaria, Gestión de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) y fortalecimiento a la unidad técnica municipal (UTM).

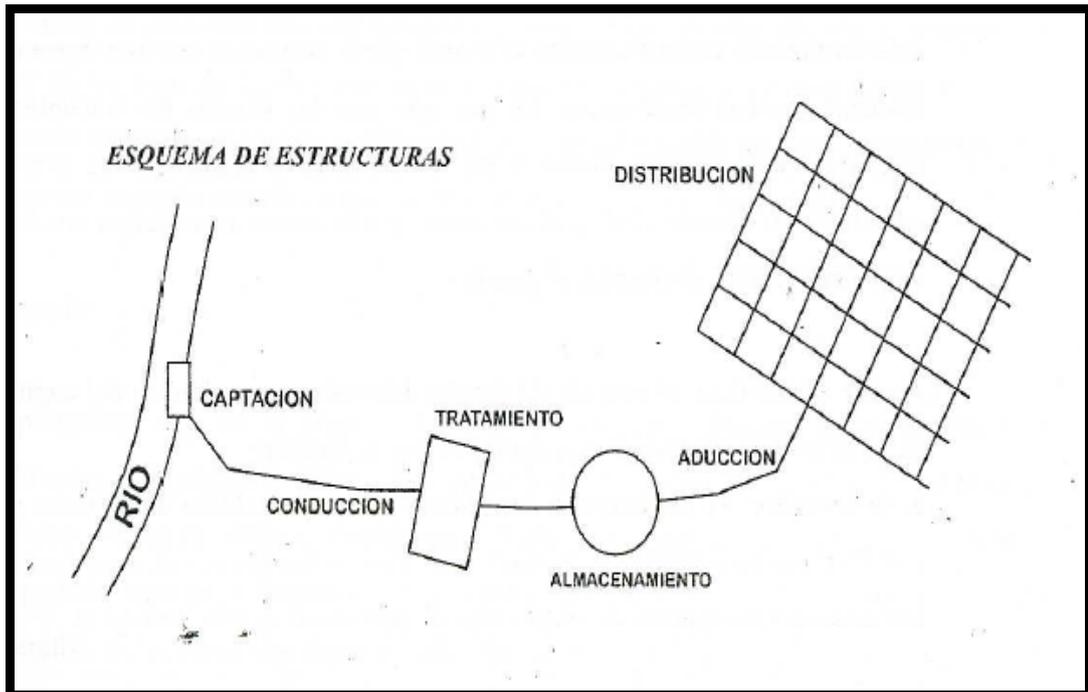
En el caso de comunidades rurales que se encuentran aisladas geográficamente, es necesario evaluar alternativas de diseño y analizar costos, tomando en cuenta la condición de difícil acceso.

## **1.2 Concepto de abastecimiento de agua potable**

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos. Consiste en proporcionar agua a la población de manera eficiente considerando la calidad (desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico), cantidad, continuidad y confiabilidad de esta.

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua:

1. Fuente de abastecimiento
2. Captación
3. Conducción
4. Tratamiento
5. Almacenamiento
6. Aducción
7. Distribución



**Gráfico N° 01.** Componentes de un sistema de Abastecimiento de Agua

**Fuente :** Vierendel, Abastecimiento de agua y alcantarillado

### 1.2.1 Datos básicos de diseño

Un sistema de abastecimiento de Agua Potable está conformado por una serie de estructuras (captación, conducción, tratamiento, almacenamiento, aducción y distribución) que serán diseñadas adecuadamente según la función que desempeñan de acuerdo con los diferentes parámetros:

1. Periodo de diseño
2. Consumo y dotación
3. Población
4. Área de diseño

### 1.2.1.1 Período de diseño

En el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario establecer la vida útil de todos los elementos integrantes del sistema es decir que se debe precisar hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la población.

El período de diseño sería entonces el tiempo para el cual diseñamos una obra, dónde este sea útil y eficiente en una cantidad de años.

Existen dos criterios para determinar el período de diseño:

- a) Población-tiempo: Esto nos indica que debemos asumir población para luego calcular el tiempo en que se alcanzara esa población.
- b) Tiempo-población: Asumiremos un período de tiempo para luego calcular la población que se alcanzará al final de este tiempo.

### Métodos para el cálculo de la población

La población futura de una ciudad puede ser calculada mediante 2 métodos:

- a). Método racional
- b). Método analítico

#### Método racional

En realidad, este método es el más lógico puesto que toma en cuenta todos los factores que influyen en el crecimiento de las poblaciones. Entre estos factores, podrían considerarse la zona de ubicación de la ciudad, aspectos

comerciales, industriales o agrícolas con que cuenta la zona (potencial económico).

Para aplicar el método racional, debemos tener en cuenta algunos criterios como son:

- Crecimiento vegetativo del pueblo. Está referida a la diferencia de nacimientos y muertes que se presentan anualmente (natalidad y mortalidad). Este crecimiento vegetativo depende esencialmente del factor sanitario, pues estas instalaciones sanitarias con la que cuente la ciudad tendrá la influencia en la morbilidad y mortalidad, especialmente en la niñez. Estos datos de mortalidad y natalidad los obtendremos en cada municipalidad distrital y la morbilidad en las postas sanitarias u hospitales.
- Migraciones. La población de una ciudad no permanece fijo; sino que tiene capacidad de movimiento, así la juventud sale de su terruño en busca de centros de instrucción como son: institutos superiores, universidades, etc., las personas mayores a 18 años salen en busca de trabajo o de mejores condiciones de vida, esto hace de que muchas veces la población solo está constituida de niños y ancianos y no aumente la población real. También influyen las políticas como la reforma agraria que hizo que el pueblo (que por lo general se dedicaba a la agricultura) tuviera que abandonar el campo para ir a las urbes. Otra fuerza fue la época del terrorismo que hizo que el pueblo abandonara su terruño para refugiarse en las grandes ciudades.
- Población flotante. Esto se refiere a personas que se instalan en un lugar por periodos pequeños debido a alguna atracción en el lugar, por ejemplo en la época veraniega en Ancón y todos los balnearios en general son poblados con gente en busca de distracción en el mar, pero en realidad durante el resto del año esta gente permanece en sus hogares en el cual realizan su vida cotidiana y así abandonan las zonas veraniegas dejándolas despobladas. Existe otros núcleos humanos que son atraídos por motivos de fe religiosos así tenemos el caso de Muruhuay en la

ciudad de Tarma y, en otros casos, la población es atraída por el turismo es el caso del Cuzco.

En resumen, debemos hacer un examen de todos los factores que pueden influir en el crecimiento poblacional, de esta manera el cálculo de la población será igual:

$$P = (N+I) - (D+E) + Pf$$

Donde:

P = Población

N = Nacimientos

D = Defunciones

I = Inmigraciones

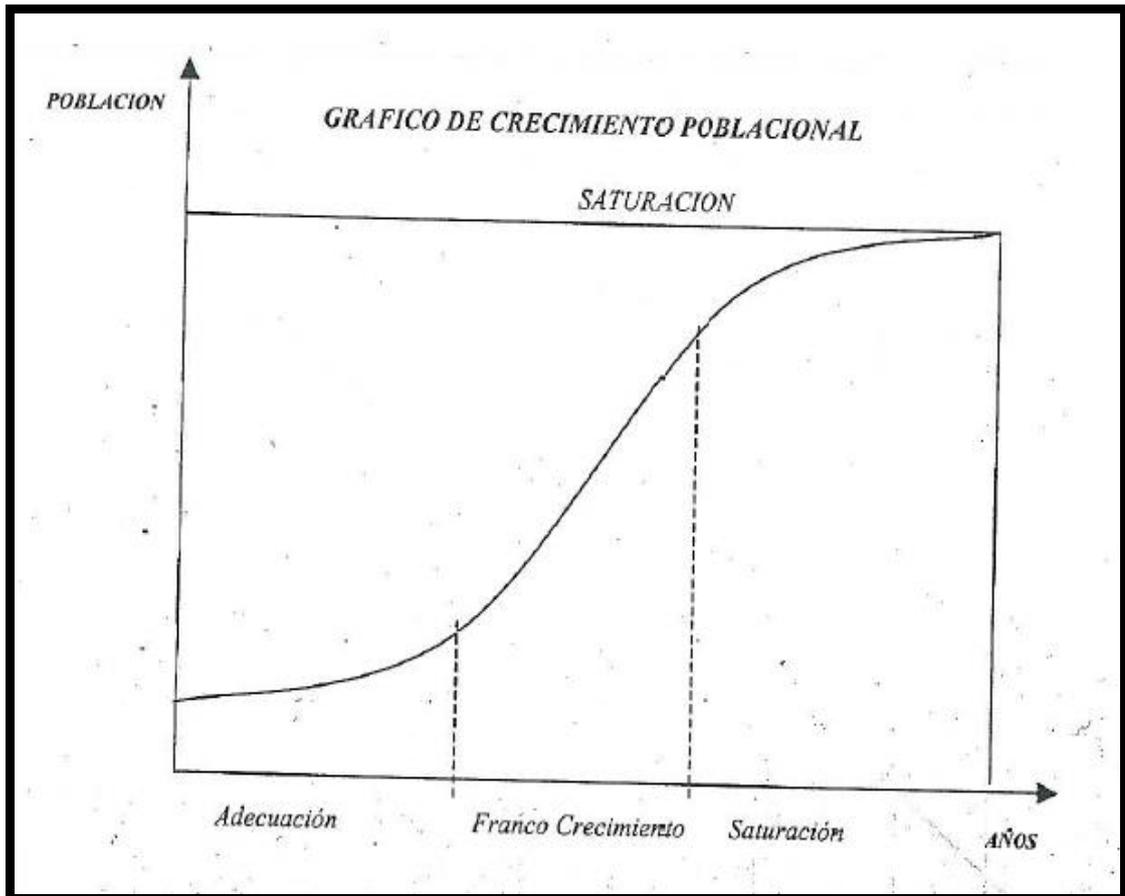
E = Emigraciones

Pf = Población flotante

**Método analítico.** Consiste en determinar una ecuación analítica que demuestre la curva de crecimiento de una población. Antes deberemos tener en cuenta que la población presenta tres etapas en su crecimiento, representadas por una curva llamada curva de crecimiento.

La primera etapa se inicia al momento de establecerse en un lugar y empieza a adecuarse tanto en modus-vivendi como en la construcción de sus viviendas y las actividades se desarrollan en forma independiente, la actividad agrícola, ganadera, industrias, comercios, etc.

Una vez asentada la población, en dicho lugar, comienza un segundo periodo, el del franco crecimiento en que la población crece como una línea recta para luego llegar a un tercer período que es la saturación en que la población crece en forma parabólica y luego haciéndose asíntota hacia la recta horizontal de saturación.



**Gráfico N° 02.** Crecimiento Poblacional

**Fuente :** Dr. Ing. Próspero Moya Sácciga, abastecimiento de Agua potable y Alcantarillado, Primera edición

AB: Crecimiento temprano (índice creciente), la curva es parabólica.

BC: Crecimiento intermedio (índice constante – franco crecimiento), línea recta.

CD: Crecimiento tardío (índice decreciente – Saturación), curva parabólica y asintótica.

## 1. Método aritmético

Este método considera el crecimiento de la población igual a una línea recta y por consiguiente se está adecuando al periodo de franco crecimiento.

Ecuación de una recta:

$$y=A+Bx$$

$$r = P - P_0 / (t - t_0)$$

Donde:

P = Población a calcular.

P<sub>0</sub> = Población actual

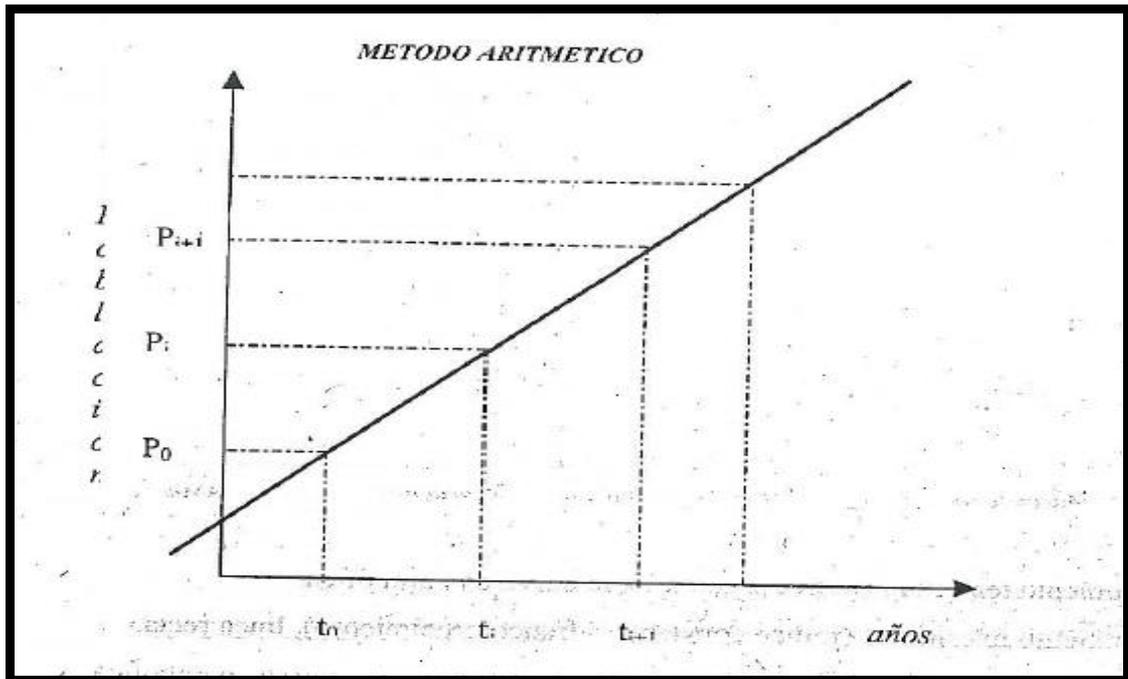
r = razón de crecimiento, constante

t = tiempo futuro o tiempo a calcular.

t<sub>0</sub> = Tiempo inicial o actual.

Obteniendo con el valor de los censos r<sub>i</sub> y luego promediándolos tendremos el valor de r (media aritmética de los valores de r).

$$r = (\sum.r)/n$$



**Gráfico N° 03:** Método Aritmético

**Fuente :** Dr. Ing. Próspero Moya Sácfga, abastecimiento de agua potable y Alcantarillado, Primera edición

## 2. Método de interés Simple

Se considera el crecimiento de la población como el crecimiento de un capital colocado a un interés simple y tendremos la ecuación de una línea recta.

$$P = P_0 [1 - r (t-t_0)];$$

$$P = P_0 - rP_0 (t-t_0); \text{ también es la fórmula de la línea recta } y = A + Bx;$$

$$r = (P_{i+1} - P_i) / (P_i (t - t_0))$$

Donde:

P = Población a calcular

P<sub>0</sub> = Población actual

r = razón de crecimiento, constante

t = tiempo futuro o tiempo a calcular

t<sub>0</sub> = tiempo inicial o actual

Obteniendo con el valor de los censos r<sub>i</sub>, r<sub>i+1</sub>, r<sub>i+2</sub>, r<sub>i+3</sub> y luego promediándoles tendremos el valor de r (media aritmética de los valores de r).

$$r = (\sum.r)/n = (r_i + r_{i+1} + r_{i+2} + r_{i+3})/4$$

### 3. Método de interés compuesto o método geométrico

Considera que el crecimiento de una población es semejante al crecimiento de un capital colocado a un interés compuesto; esto se emplea en el periodo de adecuación o saturación (la curva es parabólica).

$P = P_0 * r^{(t-t_0)}$  ; si despejamos el valor de r, tendremos:

$r = \sqrt[t-t_0]{P_{i+1}/P_i}$  ; reemplazando los valores de los censos hallaremos para cada uno de estos un r<sub>i</sub>

, a los cuales calcularemos la media geométrica para obtener  $\bar{r}$ ;

$$\bar{r} = \sqrt[n]{r_i \times r_{i+1} \times r_{i+2} \times \dots \times r_n}$$

### 4. Método de la ecuación de segundo grado

$$y = Ax^2 + Bx + C;$$

Donde:

y = Población a calcular.

A, B, C = constantes.

x = intervalos de tiempo.

Para el desarrollo de este método, se escogen tres datos de los censos existentes, siendo uno de ellos la fecha de inicio. El método consistirá en

obtener en base a tres censos el valor de las constantes A, B, C y para obtener las poblaciones futuras se aplicara la formula siendo Y la población futura y X el año futuro contados a partir del año con que se obtuvo la formula.

## 5. Método exponencial

Este método utiliza tres datos que estén en lapsos de tiempos iguales.

$$P = k (t-t_0)^n$$

Donde k y n son constantes.

Como no existe el valor de la población en el año 71, esto deberá obtenerse interpolando.

Digamos que si tenemos censos realizados en los año 40, 61, 72,81; como no existe el valor de la población en el año 71, esto deberá obtenerse interpolando. Así tendremos:

$$61 - P_{61}$$

$$71 - P_{71}$$

$$81 - P_{81}$$

Reemplazando en la fórmula se tendrá:

$$P_{71} = k \times 10^n$$

$P_{81} = k \times 20^n$  : del cual podemos hallar las incógnitas k y n; y así obtendremos una curva parabólica.

## 6. Método de incrementos variables

Es un método de variación de tendencias poblacionales. Para este método los datos deberán pertenecer a periodos iguales, sino fuese así se obtendrán mediante una interpolación lineal.

**Tabla N° 01**

Método de incrementos variables

Población	Incremento poblacional $\Delta 1$	Segundo incremento $\Delta 2$
a	-	-
b	b-a	-
c	c-b	(c-b)-(b-a)
d	d-c	(d-c)-(c-b)
e	e-d	(e-d)-(d-c)
f	f-e	(f-e)-(e-d)
g	g-f	(g-f)-(f-e)
	$\sum \Delta 1 = g - a$	$\sum \Delta 2 = (g - f) - (b - a)$

**Fuente:** Dr. Ing. Próspero Moya Sáliga, abastecimiento de agua potable y alcantarillado, Primera edición.

$$\sum \Delta 1 \text{ promedio} = \sum \Delta 1 / n - 1 = \Delta 1$$

$$\sum \Delta 2 \text{ promedio} = \sum \Delta 2 / n - 2 = \Delta 2$$

Por ejemplo:  $P_n$  población actual y queremos las poblaciones futuras cada 10 años  $P_r$ ,  $P_s$ ,  $P_t$ ;

$P_n$

$$P_r = P_n + \Delta 1$$

$$P_s = P_r + \Delta 1 + \Delta 2 = P_n + 2\Delta 1 + \Delta 2$$

$$P_t = P_s + \Delta 1 + 2\Delta 2 = P_n + 3\Delta 1 + \Delta 2 + 2\Delta 2; \text{ y se generalizaría}$$

$$P_t = P_n + n^1 \Delta_1 + (1+2+3+\dots+n^1) \Delta_2 P$$

$n^1$  = número de poblaciones futuras.

Si luego queremos obtener las poblaciones futuras en base a una población actual.

$$P_{71} = k \times 10^n$$

$$P_{81} = k \times 20^n$$

## 7. Método normal logístico

Se basa en que toda población posee una población de saturación que cuando lo alcanzan dejan de crecer, es decir es utilizado el método para el periodo cercano a la saturación.

Esta teoría nace de la experiencia que se obtienen de los laboratorios con medios de cultivo en que se siembran bacterias y se ve el crecimiento de la población bacteriana y se infiere que la población humana seguirá la misma forma de crecimiento.

$$P_f = P_s / (1 - e^{-at})$$

Donde:

$P_f$  = población futura.

$P_s$  = Población de saturación.

$t$  = tiempo de población futura en décadas.

$A$  y  $b$  = constantes.

Para aplicar este método se requieren tres datos que son los últimos, con poblaciones equidistantes en el tiempo.

$P_0$  = Población en el tiempo  $t_0$

$t_0 = 0$

$P_1$  = Población en el tiempo  $t_1$

$t_1 = d$  (década)

$P_2$  = Población en el tiempo  $t_2$

$t_2 = 2d$  (década)

Reemplazando estos valores en la fórmula:

$$P_f = P_s / (1-m) \text{ si hacemos } m=e^{a+bt}$$

Despejando m,  $m = P_s/P_f - 1$ , luego

$$m_0 = P_s/P_0 - 1$$

$$m_1 = P_s/P_1 - 1$$

$$m_2 = P_s/P_2 - 1$$

Por otra parte

$$\text{Cuando } t = 0 \quad m_0 = e^a$$

$$t = n \quad m_1 = e^{a+bn}$$

$$t = 2n \quad m_2 = e^{a+2bn}$$

De dónde:

$$m_1/m_0 = e^{bn}$$

$$m_2/m_1 = e^{bn}; \text{ osea que: } m_1/m_0 = m_2/m_1$$

$$\text{De donde } m_2 = m_1 \times m_0$$

Reemplazando valores:

$$(P_s/P_1 - 1)^2 = (P_s/P_0 - 1) (P_s/P_2 - 1)$$

Desarrollando la ecuación y despejando  $P_s$ :

$$P_s = [2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)] / [P_0P_2 - P_1^2]$$

Las constantes a y b expresadas en función de logaritmos.

$$a = \ln (P_s/P_0 - 1); \quad b = \ln [P_0 (P_s - P_1) / P_1 (P_s - P_0)]$$

Este método debe aplicarse a poblaciones que están cercanas a la saturación. La condición de aplicación de este método es:

- a)  $P_0 P_2 \leq P_1^2$
- b)  $P_0 + P_2 > 2P_1$

### 1.2.1.2 CONSUMO

En el diseño de un abastecimiento de agua potable el factor esencial es el conocimiento de la cantidad de agua que se necesita para atender a una población del cual dependerá del:

- Consumo por habitante.
- Cantidad de habitantes a considerar.

El consumo por habitante por día se expresa en litros por persona y por día lts/hab/día a la cual se le denomina dotación.

#### **DOTACIÓN**

Es la cantidad de agua en promedio que consume cada habitante y que comprende todos los tipos de consumo en un día promedio anual, incluyendo las pérdidas físicas en el sistema.

Consumo = Dotación x N° habitantes (lts/día o m<sup>3</sup>/día)

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución

**Tabla N° 02**

## Dotación

<b>Tipo</b>	<b>Clima</b>	<b>Dotación (lts/hab/día)</b>
Para sistemas con conexiones domiciliarias.	Clima frío.	180
	Clima templado o cálido.	220
Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m <sup>2</sup> .	Clima frío.	120
	Clima templado o cálido.	150
Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas.	Clima frío.	30 y 50
	Clima templado o cálido.	30 y 50
Para habilitaciones tipo industrial.	Clima frío. Clima templado o cálido.	Debe determinarse de acuerdo con el uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.
Para habilitaciones tipo comercial.	Clima frío. Clima templado o cálido.	Se aplicará la norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

**Fuente:** Reglamento nacional de edificaciones ,2006.

### **Consumo Promedio Diario (caudal Promedio –Qp)**

Se define como el promedio de los consumos diarios durante un año, esta expresado en lt/s. Así tenemos:

$$Q_p = \text{Población (hab)} \times \text{Dotación (lt/s/hab/día)} / 86400$$

### **Variaciones del consumo**

El consumo de agua potable, en una población, sufre variaciones debido a las actividades, hábitos, condiciones de la ciudad, clima, costumbre, etc. Este consumo varía de año en año, varía durante los meses del año, varía durante los días del mes y durante las horas del día.

### **Variaciones diarias**

La variación que sufre el consumo durante los días del año es importante pues las estaciones tienen una influencia grande en el consumo. Así en el verano el consumo de agua aumenta mientras que en el invierno disminuye.

### **Consumo Máximo Diario (Qmax Diario):**

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros durante los 365 días del año.

El consumo máximo diario se puede relacionar con el caudal promedio, obteniéndose así la siguiente expresión:

$$Q_{\text{max Diario}} = 1,3 \times Q_p$$

## Variaciones horarias

Existe una variación del consumo en las 24 horas del día y depende bastante entre el modo de vida y el tamaño de la población; en poblaciones pequeñas en las que las costumbres son similares (al levantarse, al almorzar, dormir, etc. que son actividades realizadas a la misma hora) el consumo máximo horario es grande, mientras que en las ciudades grandes, la costumbre de los pobladores son distintas (por ejemplo hay personas que trabajan de noche y duermen durante el día) entonces el consumo máximo horario es menor.

### Consumo máximo horario ( $Q_{\max}$ Horario):

Se define como la hora de máximo consumo. El consumo máximo horario está relacionado respecto al caudal promedio.

$$Q_{\max} \text{ Horario} = K_2 \times Q_p$$

$$K_2 = \text{varía entre } 1,8 \text{ a } 2,5$$

Este coeficiente  $K_2$  varía según el tamaño de la población, así tendremos para poblaciones de 2,000 a 10,000 hab.  $K_2$  se considerara igual 2,5; en cambio para poblaciones mayores a 10,000 hab. Se tomara  $K_2$  igual a 1,8.

### 1.2.2 Fuentes de Abastecimiento de agua potable

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de Abastecimiento así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo.

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad.

En los Sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo.

Siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al Centro poblado.

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en cantidad suficiente a la población.

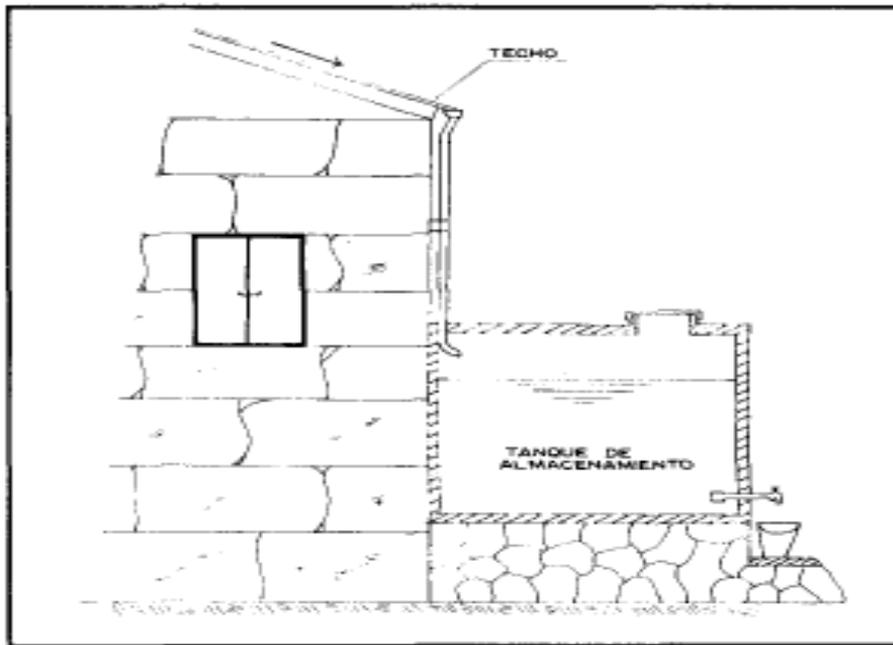
De acuerdo con la forma de abastecimiento se consideran tres tipos principales de fuente: aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas.

#### **1.2.2.1 Tipos de Fuente**

##### **Agua de lluvia**

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico. En la Figura 4, se muestra la captación del agua de lluvia mediante el techo de una vivienda.

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad.

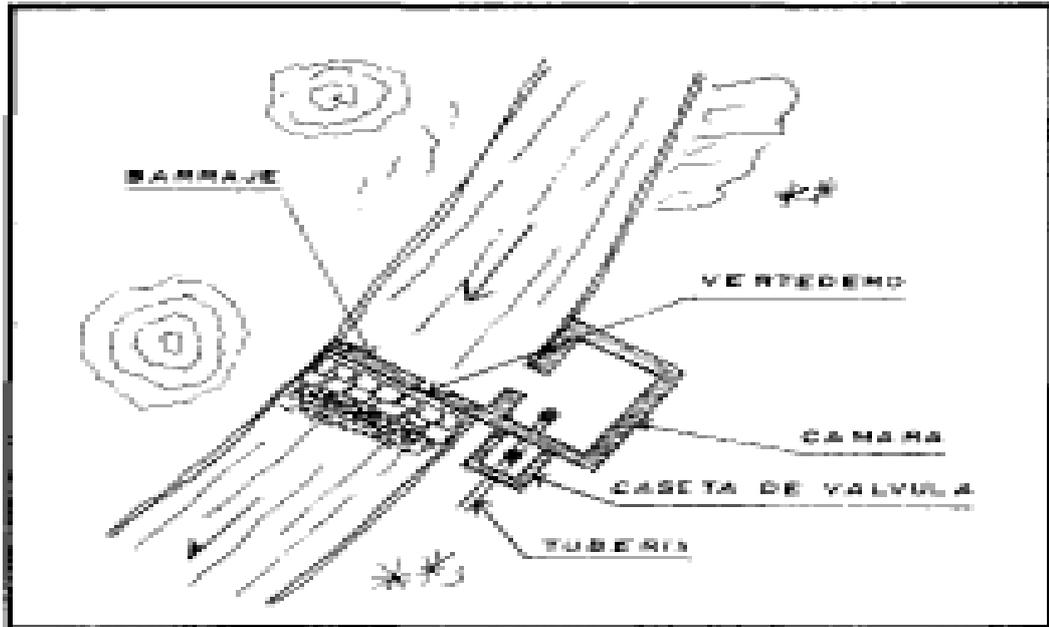


**Gráfico N° 04.** Captacion de agua de lluvia

**Fuente :** [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable4.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable4.pdf)

### **Aguas superficiales**

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas abajo. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua (ver figura 05).



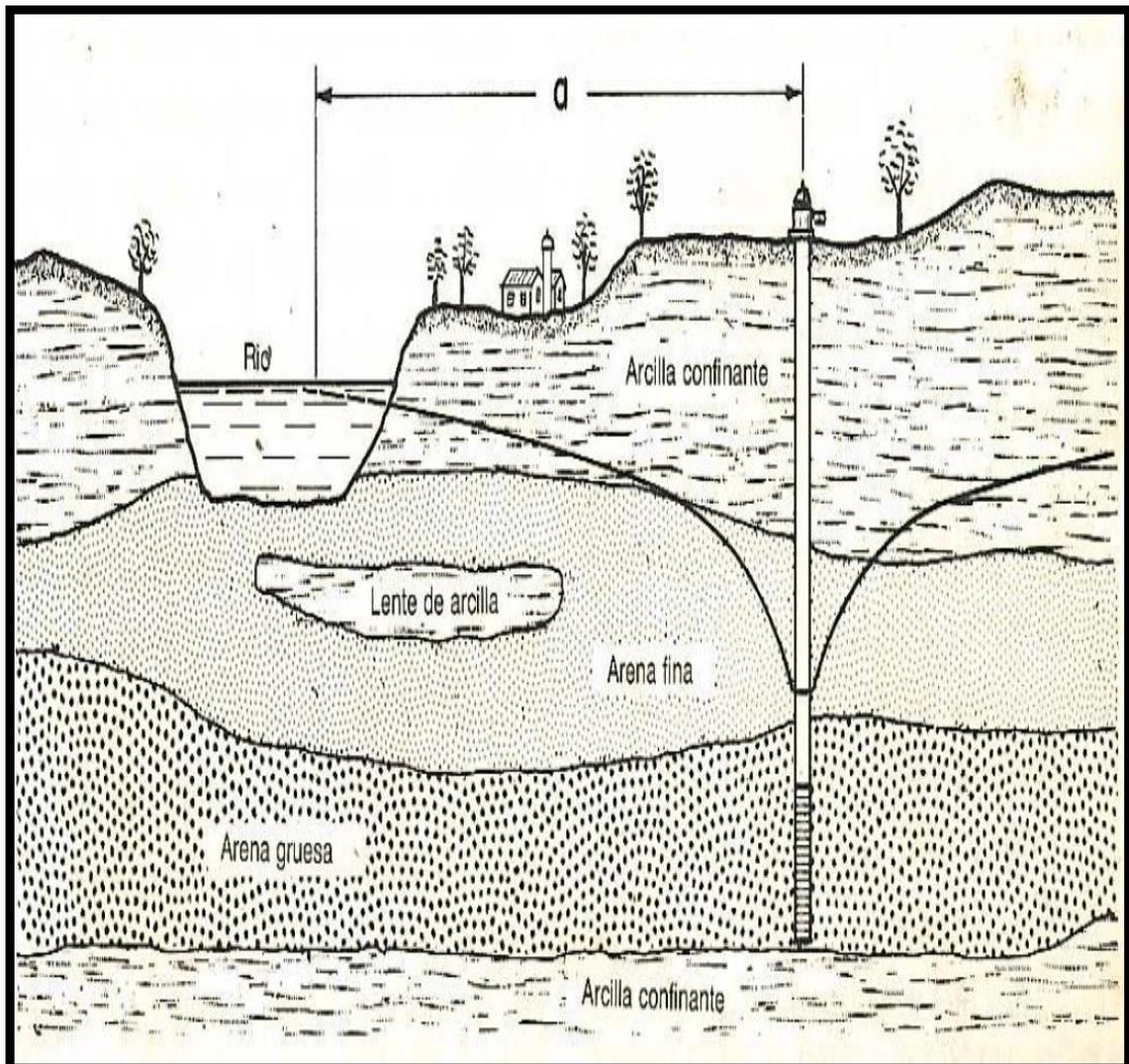
**Gráfico N° 05.** Captación de agua superficial

**Fuente :** [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable4.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable4.pdf)

### **Aguas subterráneas**

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero.

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares). En la Figura 3.3, se observa una de las muchas formas de aprovechamiento del agua subterránea con fines de consumo humano.



**Gráfico N° 06.** Captacion de agua subterránea

**Fuente :** Edward Johnson, El agua subterránea y los pozos, primera edición

### 1.2.2.2 Selección de la fuente de abastecimiento

En la mayoría de poblaciones rurales existen dos tipos de fuentes de agua: superficial y subterránea. La primera representada por las quebradas, riachuelos y ríos, que generalmente conduce agua contaminada con la presencia de sedimentos y residuos orgánicos; siendo necesario plantear para su captación un sistema de tratamiento, que implica la construcción de obras civiles como bocatomas, desarenadores, cámaras de filtros e instalación de sistemas de cloración.

Plantear dicha alternativa representa un costo elevado y en la mayoría de centros poblados rurales del país esta propuesta no tiene resultados satisfactorios debidos principalmente al mantenimiento que requiere el sistema.

La segunda alternativa representada por la captación por pozos localizados en agua de buena calidad.

### **1.2.2.3 Cantidad de agua**

La mayoría de sistemas de abastecimientos de agua potable en las poblaciones rurales de nuestro país, tiene como fuente los manantiales.

La carencia de registros hidrológicos nos obliga a realizar una concienzuda investigación de las fuentes. Lo ideal sería que los aforos se efectuaran en la temporada crítica de rendimientos que corresponde a los meses de estiaje y lluvias, con la finalidad de conocer los caudales mínimos y máximos.

El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario (Qmd) con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura.

Se recomienda preguntar a los pobladores de mayor edad acerca del comportamiento y las variaciones de caudal que pueden existir en el manantial, ya que ellos conocen con mayor certeza si la fuente de agua se seca o no.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta un máximo de 10 11% y el segundo para caudales mayores a 10 11s.

#### **1.2.2.4 Calidad del agua**

El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema.

Los requerimientos básicos para que el agua sea potable, son (1):

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- Ser aceptablemente clara (por ejemplo: baja turbidez, poco color, etc.).
- No salina.
- Que no contenga compuestos que causen sabor y olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa lavada con ella.

En cada país existen reglamentos en los que se consideran los límites de tolerancia en los requisitos que debe satisfacer una fuente. Con la finalidad de conocer la calidad de agua de la fuente que se pretende utilizar se deben realizar los análisis físico, químico y bacteriológico, siendo necesario tomar muestras de agua siguiendo las instrucciones que se dan a continuación.

#### **Toma de muestra para el análisis físico y químico:**

- Limpiar el área cercana al manantial eliminando la vegetación y cuerpos extraños, en un radio mayor al afloramiento.

- Ubicar el ojo del manantial y construir un embalse lo más pequeño posible utilizando para el efecto material libre de vegetación y dotarlo, en su salida, de un salto hidráulico para la obtención de la muestra.
- Retirar los cuerpos extraños que se encuentran dentro del embalse.
- Dejar transcurrido un mínimo de 30 minutos entre el paso anterior y la toma de muestra.
- Tomar la muestra en un envase de vidrio de boca ancha.
- Enviar la muestra al laboratorio lo más pronto posible, con tiempo límite de 72 horas.

#### **Toma de muestra para el análisis bacteriológico:**

- Utilizar frascos de vidrio esterilizados proporcionados por el laboratorio.
- Si el agua de la muestra contiene cloro, solicitar un frasco para este propósito.
- Durante el muestreo, sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.
- Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio de un tercio (1/3) De aire.
- Tapar y colocar el capuchón de papel.
- Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de muestreo, el nombre el muestreado y la fecha de muestreo.
- Enviar la muestra al laboratorio a la brevedad posible de acuerdo a las siguientes condiciones:

1 a 6 horas sin refrigeración.

6 a 30 horas con refrigeración.

En los tablas 6, 7, 8, se presentan los rangos tolerables para las características fisicoquímicos del agua y en la tabla 9 se indican Los

requisitos bacteriológicos; de acuerdo con las Normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos valores son los mismos que establece el Ministerio de Salud.



**Tabla N° 03**

Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos.

CONCENTRACIÓN O PROPIEDAD	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DESEABLE	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ADMISIBLE
SUSTANCIAS	5 unidades	50 unidades
Decolorantes (coloración)		
SUSTANCIAS Olorosas	ninguna	ninguna
SUSTANCIAS QUE DAN SABOR	ninguna	ninguna
MATERIAS EN SUSPENSIÓN (Turbidez)	5 unidades	25 unidades
SÓLIDOS TOTALES	500 mg/l	1500 mg/l
p.H.	7.0 a 8.5	6.5 a 9.2
DETERGENTES ANIÓNICOS	0.2 mg/l	1.0 mg/l
ACEITE MINERAL	0.001 mg/l	0.30 mg/l
COMPUESTOS FENÓLICOS	0.001 mg/l	0.002 mg/l
DUREZA TOTAL	2 m Eq/l (100mg/lCaCO <sub>3</sub> )	10 m Eq/l (500mg/lCaCO <sub>3</sub> )
NITRATOS (NO <sub>3</sub> )	—	45 mg/l
CLORUROS (en Cl)	200 mg/l	600 mg/l
COBRE (en Cu)	0.05 mg/l	1.5 mg/l
CALCIO (en Ca)	75 mg/l	200 mg/l
HIERRO (en Fe)	0.1 mg/l	1.0 mg/l
MAGNESIO (en Mg)	30 mg/l	150 mg/l
MANGANESO (en Mn)	0.05 mg/l	0.5 mg/l
SULFATO (en SO <sub>4</sub> )	200 mg/l	400 mg/l
ZINC (en Zn)	5.0 mg/l	15 mg/l

**Fuente:** OMS- Ministerio de Salud (1972)

**Tabla N° 04**

Límites provisionales para las sustancias tóxicas en el agua potable.

SUSTANCIA	CON CONCENTRACIÓN MÁXIMA mg/l
ARSÉNICO (en As)	0.05
CADMIO (en Cd)	0.01
CIANURO (en Cn)	0.05
MERCURIO TOTAL (en Hg)	0.001
PLOMO (en Pb)	0.1
SELENIO (en Se)	0.01

Fuente: OMS- Ministerio de Salud (1972)

**Tabla N° 05**

Concentración de fluoruros recomendadas para el agua potable

PROMEDIO ANUAL DE TEMPERATURAS MÁXIMAS DE AIRE EN °C	LÍMITES RECOMENDADOS PARA LOS FLUORUROS (en F) (mg/l)	
	INFERIOR	MÁXIMA
10.0 - 12.0	0.90	1.70
12.1 - 14.6	0.80	1.50
14.7 - 17.6	0.80	1.30
17.7 - 21.4	0.70	1.20
21.5 - 26.2	0.70	1.00
26.3 - 32.6	0.60	0.80

Fuente: OMS- Ministerio de Salud (1972)

**Tabla N° 06**

Normas de calidad bacteriológica aplicables a los abastecimientos de agua potable

<b>1. EL AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>
a. En el curso del año el 95% de las muestras no deben contener ningún germen coliforme en 100 m.l. b. Ninguna muestra ha de contener E. Coli en 100 m.l. c. Ninguna muestra ha de contener más de 10 gérmenes coliforme por 100 m.l. d. En ningún caso han de hallarse gérmenes en 100 m.l. de dos muestras consecutivas
<b>2. AL ENTRAR EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>
AGUA SIN DESINFECTAR.... Ningún agua que entre en la red de distribución debe considerarse satisfactoria si en una muestra de 100 m.l. se halla E-Coli; en ausencia de este puede tolerarse hasta tres gérmenes coliformes en algunas muestras de 100 m.l. de agua no desinfectada.

**Fuente:** OMS- Ministerio de Salud (1972)

### **1.2.3 Agua Subterránea**

#### **1.2.3.1 Definición**

El término agua subterránea no se refiere a un agua cualquiera que se encuentre por debajo de la superficie del terreno. Es el agua que se encuentra en las rocas, sean consolidadas o no. El agua que se infiltra en el suelo se denomina agua subsuperficial pero no toda se convierte en agua subterránea. Tres son los hechos fundamentales que ocurren con esta agua:

- Una primera fracción es retenida en la franja intermedia del suelo. Su función es la de hidratar la tierra, y eventualmente es devuelta a la atmósfera por evaporación.
- Una segunda parte, es absorbida por las raíces de las plantas que crecen en el suelo, ingresando de nuevo a la atmósfera a través del proceso de transpiración.
- Por último, el agua que se ha infiltrado en el suelo, desciende por la fuerza de gravedad hasta alcanzar el nivel de la zona de saturación

que constituye el depósito de agua subterránea o acuífero y que abastece de la misma a los pozos.

Las aguas subterráneas se forman a partir de la infiltración de las lluvias y por aportes de los cursos superficiales.

Viajan en forma vertical por la fuerza de la gravedad, generalmente hasta encontrar un piso impermeable, y luego discurren horizontalmente hasta desaguar en los colectores mayores que la llevaran al mar para reiniciar su ciclo.

En este tránsito, se alojan en los espacios intersticiales de los sedimentos del subsuelo y forman los yacimientos de agua subterránea o acuíferos.

Su existencia y comportamiento depende de factores como el clima, el relieve, la red de avenamiento, la naturaleza de los suelos, la estratigrafía, etc.

Este recurso de fundamental importancia está ausente en buena parte del país y, en los lugares donde se lo explota, no se observan fielmente los principios del desarrollo sustentable.

### **1.2.3.2 Origen y formación del agua subterránea**

En la tierra solo existen dos fuentes de agua a la disposición del hombre: las de la superficie, que comprenden lagos, ríos, áreas de drenaje que envían agua hacia los embalses y los procedimientos que permiten captar y retener agua de lluvia; y las subterráneas que incluyen a los pozos, manantiales y galerías horizontales. El agua de superficie, puede convertirse en agua subterránea, pudiendo a su vez emerger de nuevo como agua superficial (manantial) en un tercer sitio. Esto es posible por las interconexiones hidráulicas que existen en el subsuelo.

### 1.2.3.3 Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico se refiere al movimiento y circulación natural que el agua tiene en toda la tierra y su atmósfera. Este movimiento se da por medio de distintos fenómenos que hacen circular el agua, subiéndola desde el mar hasta la atmósfera y regresándola por las lluvias hacia la tierra y a los mismos océanos. El ciclo no tiene principio ni fin, pero se puede decir que el concepto de ciclo hidrológico se origina en el agua de los océanos.

Por ser un ciclo tiene distintas fases:

**La evaporación:** Es un fenómeno de la naturaleza que ocurre cuando la radiación solar hace subir el agua en forma de vapor o humedad desde el mar hasta la atmósfera. Aunque la mayor cantidad de evaporación sale del mar, también se da en toda la superficie de la tierra donde hay agua estancada, por ejemplo, los lagos, lagunas, ríos y embalses. Toda el agua que es evaporada y llevada hacia arriba en forma de humedad se aglomera y forma las nubes.

**Evapotranspiración:** Es un fenómeno que explica la evaporación del agua contenida en las plantas de la tierra. Se inicia cuando las raíces de la planta absorben el agua del suelo, luego la transportan por el tronco hasta llegar por las ramas a las hojas, donde se evapora hacia la atmósfera.

**La precipitación:** Es la caída del agua desde la atmósfera hacia la superficie de la tierra. Este fenómeno se inician cuando se dan ciertas condiciones de temperatura en la atmósfera (básicamente enfriamiento), entonces, la humedad contenida en las nubes se condensa, se forman las gotas y por gravedad se precipitan hacia la tierra en forma de lluvia o granizo, la cual puede caer sobre los océanos o sobre la tierra.

**La retención:** Es el fenómeno que se da cuando parte del agua que viene de la atmósfera en forma de lluvia no llega a la superficie de la tierra, sino que es interceptada por la vegetación, edificios, u otros objetos, y vuelve a evaporarse.

**La infiltración:** Se le llama así al paso del agua que cae de las lluvias y penetra entre la superficie y las capas del suelo, a través de los poros y aberturas que se encuentran entre las rocas del suelo. El agua que se infiltra en el suelo se denomina agua subsuperficial. El agua que se infiltra puede seguir tres caminos: Puede ser devuelta a la superficie y evaporada hacia la atmósfera, puede ser absorbida por las raíces de las plantas y regresada por la evapotranspiración y por último puede infiltrarse profundamente en el suelo, formando corrientes subterráneas.

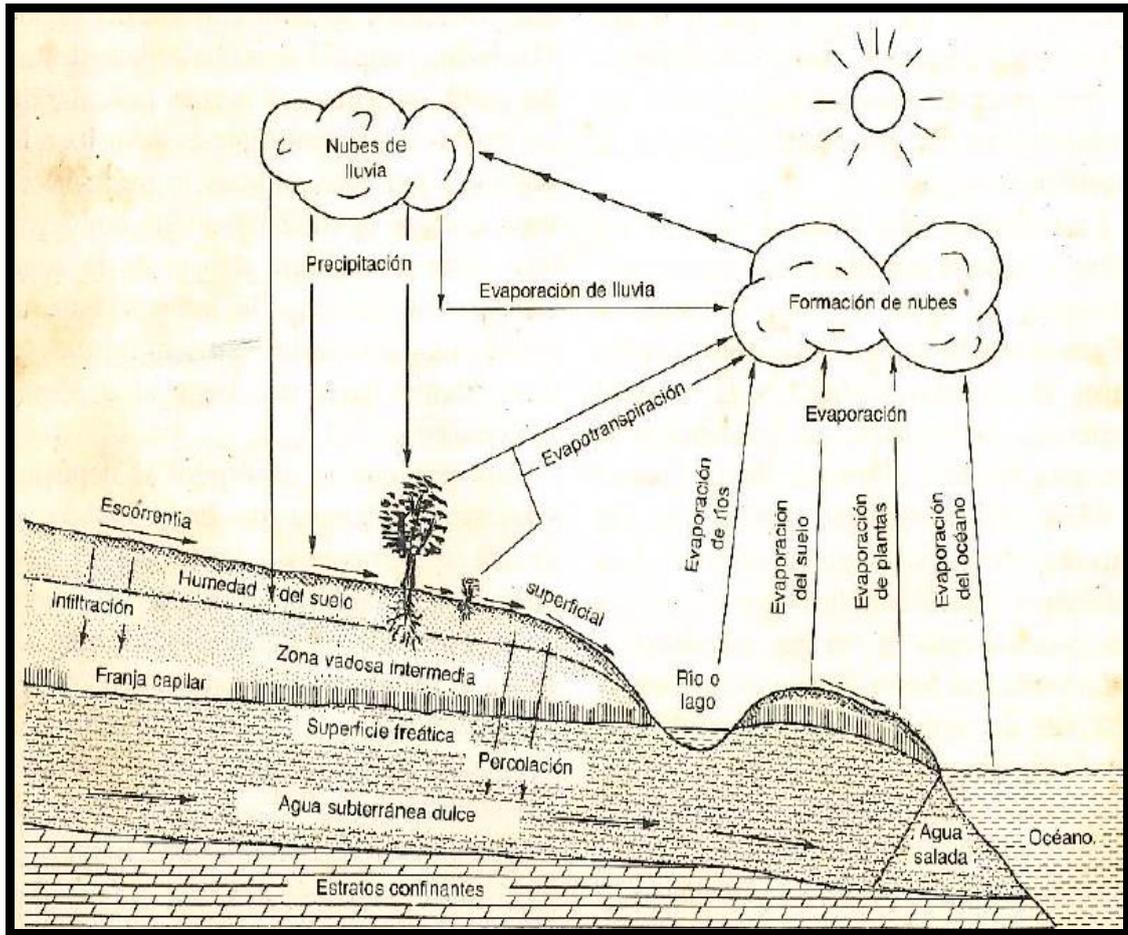
**Las corrientes subterráneas:** Son las aguas que se han infiltrado en el suelo que en algunos casos fluyen subterráneamente y se unen a ríos o lagos, y en otros casos, contribuyen a mantener los mantos de aguas subterráneas llamados “mantos acuíferos”.

**La escorrentía superficial:** es el movimiento del agua de lluvia que llega a la superficie de la tierra, y se concentra en pequeños recorridos de agua, que luego forman arroyos o riachuelos y posteriormente desembocan en los ríos que se dirigen hacia un lago o al mar.

Una parte del agua que circula sobre la superficie se evaporará y otra se infiltrará en el terreno.

El ciclo hidrológico es un proceso continuo pero irregular en el espacio y en el tiempo. Una gota de lluvia puede recorrer todo el ciclo o una parte de él. Vale destacar que cualquier acción del hombre en una parte del ciclo, alterará el ciclo entero para una determinada región. El hombre actúa introduciendo cambios importantes en el ciclo hidrológico de algunas regiones de manera progresiva al desecar zonas pantanosas, modificar el régimen de los ríos, construir embalses, etc.

El ciclo hidrológico además de mantener en movimiento el agua, cumple con una función importante, colaborando en mantener la superficie de la Tierra más fría y la atmósfera más caliente.



**Gráfico N° 07. Ciclo hidrológico del agua**

**Fuente :** Edward Johnson, El agua subterránea y los pozos, primera edición

#### **1.2.3.4 Importancia del agua subterránea**

Puesto que las aguas de la superficie son tangibles y se han gastado sumas fabulosas de dinero en construir represas, diques, embalse artificiales, acueductos y canales de riego, todas obras visibles, resulta lo más natural que nos inclinemos a pensar que esta manifestación de la agua constituye la mayor fuente para satisfacer las necesidades del mundo.

En realidad algo menos de un 3% de la disponibilidad de agua dulce fluida, de nuestro planeta Tierra, corresponde a ríos y lagos.

El 97% restante, algo así como 1,230 km. Cúbicos de agua se encuentran en el subsuelo.

El agua dulce en estado líquido de lagos y ríos representa la parte que se halla en tránsito, en tanto que las fuentes subsuperficiales corresponden al agua almacenada. El agua subterránea se ha venido acumulando a través de varios siglos, aumentando ligeramente su volumen cada año por el efecto de la lluvia. Como promedio anual, el agua de los ríos es restituida unas 31 veces.

Más aun, no toda la cantidad de agua que se encuentra por debajo de la superficie de la tierra puede extraerse de las formaciones que la contienen. Una parte se halla dentro de formación tan profunda que solo los costos de bombeo invalidarían su extracción.

Otra parte yace dentro de acuíferos que se oponen de diversas maneras a la extracción y desafían la acción del bombeo.

Aunque las cifras comparativas de los volúmenes de agua disponibles tanto en la superficie como en el subsuelo no pueden adoptarse como índice de los recursos reales, si nos revelan que la reserva subterránea es varias veces mayor que la de la superficie y que no se ha hecho suficiente hincapié en el desarrollo y utilización de las vasta reservas de agua dulce que yacen bajo la superficie de la tierra.



#### **1.2.3.5 Acuíferos**

Un acuífero es un estrato natural permeable y poroso que tiene capacidad de almacenar agua y permitir su movimiento en todas las direcciones dentro de dicho estrato.

Las aguas almacenadas en los acuíferos tienen su origen en la infiltración o recarga de aguas superficiales, provenientes de lluvias, ríos, lagos y lagunas. Los acuíferos se clasifican en: Freáticos y Artesianos.

## TIPOS DE ACUÍFEROS:

### a) Acuíferos de nivel freático

Son los acuíferos que tienen la parte superior del agua contenida en ellos a presión atmosférica. En los pozos perforados en estos acuíferos se encuentra el agua tan pronto como se llegue a la zona saturada, constituyendo este nivel de saturación al nivel estático del agua.

### b) Acuíferos artesianos

Son los acuíferos que tienen el agua sometida a presión por encontrarse entre dos capas impermeables que la confinan. Cuando al hacer una perforación se rompe la capa confinante superior, el agua sube hasta el nivel estático, que está determinado por un agente de recarga (río, lago, etc.) en contacto con el acuífero.

El gráfico N° 08 nos muestra los tipos de acuífero.

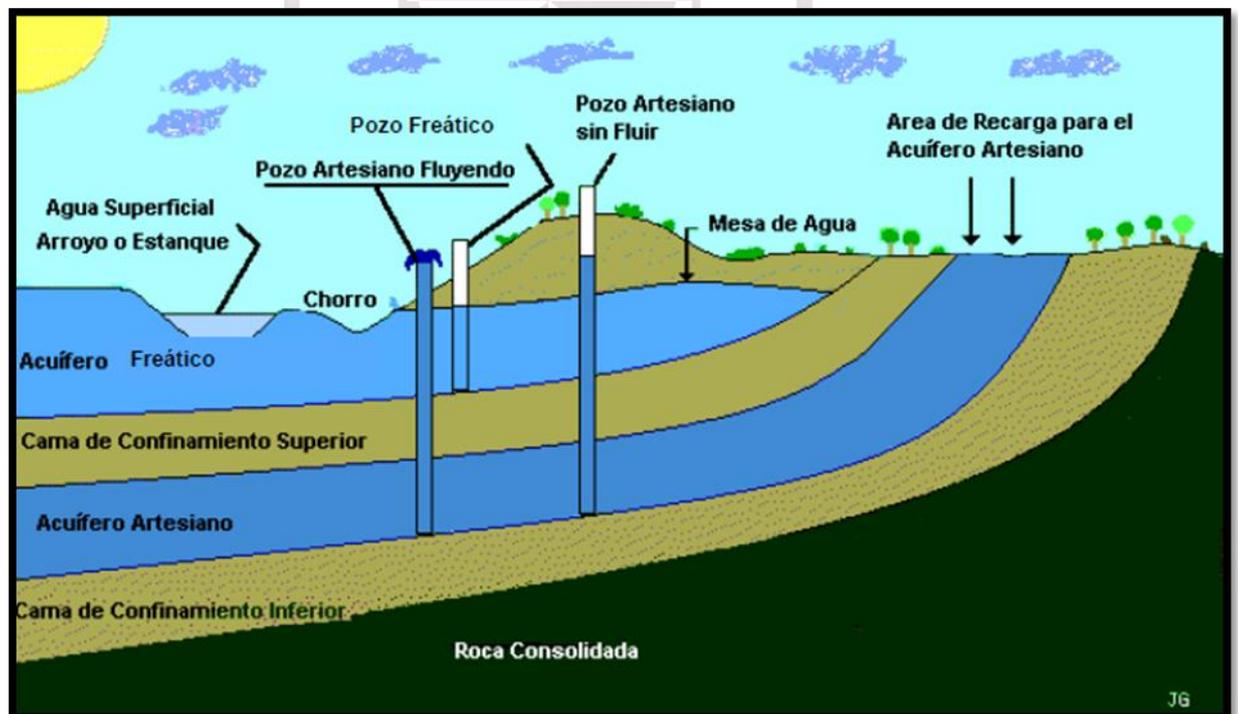


Gráfico N° 08. Tipos de acuífero

Fuente : <http://www.foroact.com/>

## FUNCIONES DEL ACUÍFERO

Las funciones más importantes que realiza un acuífero son dos: Almacenar agua y transmitir agua. Este almacena agua sirviendo como depósito y transmite agua como lo hace un conducto. Los poros o aberturas de una formación acuífera le sirven tanto de espacio de almacenamiento como de red de conductos.

El agua subterránea se mueve constantemente a través de distancias extensas y desde las área de recarga hacia las de descarga. El desplazamiento es muy lento con velocidades que se miden en metros por día o metros por año. Como consecuencia de ello y del gran volumen que su porosidad representa, un acuífero retiene enormes cantidades de agua en almacenamiento inestable.

El siguiente cuadro resume algunas características de los pozos artesianos y freáticos.

**Tabla N° 07.** Características de los pozos de agua

<b>Tipo de acuífero</b>	<b>¿Cómo se encuentra la superficie del agua?</b>	<b>Tipo de pozo</b>
Freático	A presión atmosférica (normal)	Pozo raso
Artesiano	A una presión mayor que la atmosférica	Pozo artesiano o profundo

**Fuente:** Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural del centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente

### **1.2.3.6 Propiedades Físicas, Químicas y Microbiológicas del Agua**

La mayoría de las aguas subterráneas no contienen materia en suspensión y prácticamente están libres de bacterias. Por lo general es clara, sin color y presenta una temperatura relativamente constante. Estas características contrastan con las del agua superficial; la cual es normalmente turbia y contiene considerable cantidad de bacterias. Por esta razón, el agua subterránea resulta ser de una calidad sanitaria superior.

#### **a) Propiedades físicas**

Físicamente, el agua del subsuelo es generalmente clara, incolora, con poca o ninguna partícula en suspensión y tiene una temperatura relativamente constante, la excepción son las aguas del subsuelo conectadas hidráulicamente con aguas superficiales cercanas a través de aberturas, fisuras e intersticios de algunas gravas donde pueden ser notables los sabores y los olores de la vegetación en descomposición. Las propiedades físicas más comunes en el agua son: color, olor, sabor y turbidez.

En este caso particular se evaluará la turbidez generada en los pozos existentes producto de su operación.

#### **Turbidez**

La turbidez es causada por la presencia de partículas coloidales en suspensión que absorben el paso de luz a través del agua, lo que confiere al agua una apariencia opaca y le resta atractivo, además de alto riesgo de contaminación microbiana que podría estar asociado. Las partículas coloidales suspendidas pueden ser el origen orgánico y/o inorgánico y pueden estar asociadas a compuestos como el hierro, manganeso, zinc, arcillas y limos entre otros. Todos aquellos valores de turbidez que estén por

encima de la norma, 1 UNT (unidades nefelométricas de turbidez) son considerados como fugas de turbidez.

### **b) Propiedades químicas**

La calidad química del agua del subsuelo está también considerablemente influenciada por su movimiento relativamente lento a través del suelo. Su grado relativamente lento de percolación a través de la tierra proporciona el tiempo suficiente.

Para que muchos de los minerales que forman la corteza terrestre se incorporen a la solución. Las siguientes propiedades y sustancias químicas del agua subterránea se encuentran dentro de las más importantes y son de interés para los propietarios de pozos; pH, alcalinidad, dureza, hierro, manganeso, sílice, nitratos, cloruros, sulfatos, dióxido de carbono, sólidos totales y conductividad. En esta investigación la *conductividad eléctrica* del agua juega un papel muy importante en la ubicación del agua en los estratos.

### **c) Propiedades bacteriológicas**

Los microorganismos más importantes que podemos encontrar en las aguas son: bacterias, virus, hongos, protozoos y distintos tipos de algas (por ej. Las azul verdosas). La contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales, ya que los agentes patógenos –bacterias y virus- se encuentran en las heces, orina y sangre, y son de origen de muchas enfermedades y epidemias (fiebres tifoideas, disentería, cólera, polio, hepatitis infecciosa,...). Desde el punto de vista histórico, la prevención de las enfermedades originadas por las aguas constituyó la razón fundamental del control de la contaminación.

En la red de control de aguas superficiales, se analizan los coliformes totales y *Escherichia coli* que es un indicador de contaminación fecal. En la red de

control de aguas de baño se realizan controles de *Escherichia coli* y *Enterococos* intestinales.

### **Coliformes totales**

Las bacterias del género coliformes se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, es decir, homeotermos, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales. Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal. Sin embargo, existen muchos coliformes de vida libre.

Tradicionalmente, se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura. Asimismo, su número en el agua es proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces.

No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales -que comprende la totalidad del grupo- y los coliformes fecales -aquellos de origen intestinal-. Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante puesto que permite asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta el agua es de origen fecal.

## **Escherichia coli**

Escherichia coli (E. coli) es quizás el organismo procarionte más estudiado por el ser humano, se trata de una bacteria que se encuentra generalmente en los intestinos animales y por ende en las aguas negras. Es la bacteria más conocida del grupo de los coniformes, y E. coli, en su hábitat natural, vive en los intestinos de la mayor parte de mamíferos sanos. Es el principal organismo anaerobio facultativo del sistema digestivo.

Como indicador de la calidad del agua se considera como indicador de contaminación fecal reciente.

## **Enterococos intestinales**

Los enterococos intestinales incluyen las especies del género Streptococcus y son un subgrupo del grupo más amplio de los estreptococos fecales. Estas bacterias son grampositivas y relativamente tolerantes al cloruro sódico y al pH alcalino.

El grupo de los enterococos intestinales puede utilizarse como índice de contaminación fecal, ya que la mayoría de las especies no proliferan en medios acuáticos. La concentración de enterococos intestinales en las heces humanas es, generalmente, alrededor de un orden de magnitud menor que la de E. coli. Este grupo presenta importantes ventajas: tienden a sobrevivir durante más tiempo que E. coli (o que los coliformes termotolerantes) en medios acuáticos, y son más resistentes a la desecación y a la cloración. Los enterococos intestinales se han utilizado en el análisis del agua natural como índice de la presencia de agentes patógenos fecales que sobreviven durante más tiempo que E. coli.

Los enterococos intestinales se excretan habitualmente en las heces humanas y de otros animales de sangre caliente. Algunas especies de este grupo también se han detectado en suelos, en ausencia de contaminación fecal. Hay concentraciones altas de enterococos intestinales en las aguas

residuales y en los medios acuáticos contaminados por aguas residuales o por residuos humanos o animales.

### **1.2.3.7 Captación por Pozos Tubulares**

#### **a). Pozos de agua**

En este capítulo se tratará de las diversas características de un pozo de agua, como la calidad del agua subterránea que es menos contaminada debido que no se encuentra sometido a diversos agentes contaminantes.

Además de, tipos de pozos como los métodos más comunes como los son el método a percusión y método a rotación.

#### **b). Características**

La mayoría de las aguas de pozo no contienen materia en suspensión y prácticamente están libres de bacterias. Por lo general es clara, sin color y presenta una temperatura relativamente constante. Estas características contrastan con las del agua superficial; la cual es normalmente turbia y contiene considerable cantidad de bacterias. Por esta razón, el agua subterránea resulta ser de una calidad sanitaria superior.

#### **c). Tipos de pozos**

Los pozos se clasifican en cinco tipos de acuerdo con el método de construcción.

- **Pozo excavado**

Aquel que se construye por medio de picos, palas, etc., o equipo para excavación como cucharones de arena. Son de poca profundidad y se usan donde el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

- **Pozo taladrado**

Aquel en que la excavación se hace por medio de taladros rotatorios, ya sean manuales o impulsados por fuerza motriz. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

- **Pozo a chorro**

Aquel en que la excavación se hace mediante un chorro de agua a alta velocidad. El chorro afloja el material sobre el cual actúa y lo hace rebalsar fuera del hueco.

- **Pozo clavado**

Aquel que se construye clavando una rejilla con punta, llamada puntera. A medida que esta se calva en el terreno, se agregan tubos o secciones de tubos enroscados. Son de pequeño diámetro.

- **Pozo perforado**

La excavación se hace mediante sistemas de percusión o rotación. El material cortado se extrae del hueco con un achicador, mediante presión hidráulica, o con alguna herramienta hueca de perforar, etc.

Cada tipo de pozo tiene sus ventajas particulares, que pueden ser, la facilidad de construcción, tipo de equipo requerido, capacidad de alma.

### **Pozos Perforados a Percusión**

El método se basa en la caída libre de un peso en sucesión de golpes rítmicos dados contra el fondo del pozo.

Las partes típicas de un equipo motorizado de perforación a percusión son:

- Tren de rodaje

Estos equipos vienen generalmente montados sobre un chasis de acero sobre cuatro ruedas con neumáticos, pero también las hay montadas sobre un camión.

- Bastidor

Es una caja de ángulos de acero y brazos articulados en donde se ubican las piezas vitales de la perforadora y soporta además a la torre.

- Mástil o torre

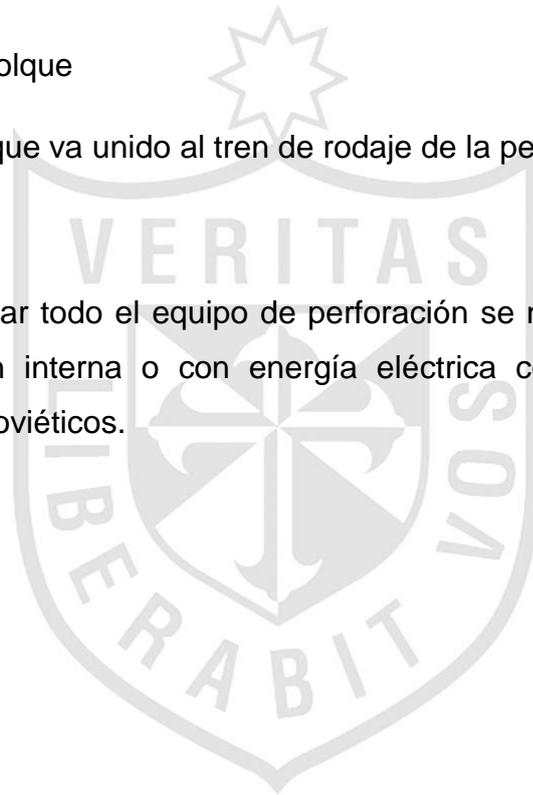
Generalmente son de tipo telescópica y viene en dos tramos de 36 pies cuando está extendida y 22 pies cuando está recogida, con sus respectivos dispositivos de extensión. El largo de la torre está en función con la sarta de perforación.

- Tiro de remolque

Es el mecanismo que va unido al tren de rodaje de la perforadora.

- Motor

Para poder accionar todo el equipo de perforación se necesita un motor ya sea a combustión interna o con energía eléctrica como en el caso de algunos equipos soviéticos.





**Gráfico N° 09.** Equipo de perforación a percusión

Elaboración: los autores.



**Gráfico N° 10.** Herramienta de perforación para fracturar las rocas

Elaboración: los autores.

## **Pozos Perforados a Rotación**

Estos equipos se caracterizan porque trabajan girando o rotando la broca, trícono o trépano perforador.

El sentido de la rotación debe ser el mismo usado para la unión o enrosque de las piezas que constituyen la sarta de perforación. Todas las brocas, trépanos o tríconos, son diseñados para cortar, triturar o voltear las distintas formaciones que pueden encontrarse a su paso. Estas herramientas son diseñadas para cada tipo de formación o terreno.

El trabajo de perforación se realiza mediante la ayuda del lodo de perforación el cual desempeña las siguientes funciones: evita el calentamiento de las herramientas durante la operación, transporta en suspensión el material resultante de la perforación hacia la superficie del terreno y finalmente formar una película protectora en las paredes del pozo para de esta manera impedir el desmoronamiento o el derrumbe del pozo. Un equipo de perforación por rotación motorizado típico, tiene las siguientes partes:

- Mesa de rotación

Su función es la de recibir la fuerza necesaria del motor para poder girar la sarta de perforación.

Estas mesas pueden ser accionadas por acople directo o por engranajes y son redondas con tamaño de acuerdo a la magnitud del equipo de perforación. En el centro lleva una abertura que puede ser cuadrada o hexagonal por la que pasa la barra giratoria llamada Kelly.

- Barra giratoria o Kelly

Es una barra generalmente cuadrada de 4" de lado y que pasa por el centro de la mesa rotatoria y recibe de esta el necesario movimiento giratorio para poder perforar.

El extremo inferior se acopla a las brocas y el extremo superior al eslabón giratorio llamado Swivel que lo soporta conjuntamente con toda la sarta de perforación.

La barra es de acero de alta dureza y es hueca por el centro (2”), para de esta manera permitir el paso del lodo de perforación hidráulico.

El Kelly puede subir, bajar o detenerse cuantas veces lo desee el perforador mediante el accionamiento de los controles respectivos.

- Swivel o eslabón giratorio

Es un mecanismo que va acoplado a la parte superior del Kelly, es una pieza hueca en el centro. Aquí se acopla la manguera que viene desde la bomba de lodos.

- Drill pipe o tubería liviana de perforación

Tubería construida con acero especial y se usa agregándose cada vez que se introduce el Kelly totalmente en el pozo y vuelve a sacarse, ya que de esta manera se dejó el espacio disponible para la tubería.

- Drill collars o tubería pesada de perforación

También conocida como Botellas o Sobrepeso. Son tubos de 6” ó más y de 10’ a 20’ de largo y con un peso de 500 a 700 Kg. Su finalidad es aumentar el peso de la sarta de perforación y conseguir fácilmente el corte con los triconos.

- Triconos o brocas de perforación

Las brocas tienen la función de desagregación de las rocas durante la perforación de un pozo. Existe una amplia gama de triconos y cada uno está diseñado para determinadas desagregar rocas con determinadas características mecánicas y abrasivas.

- Bomba de lodos

Su función principal es tomar el lodo de perforación de la poza de lodos y llevarla por la manguera hacia el Kelly y al fondo del pozo.

El lodo asciende a la superficie llevando en suspensión el detritus de la perforación.

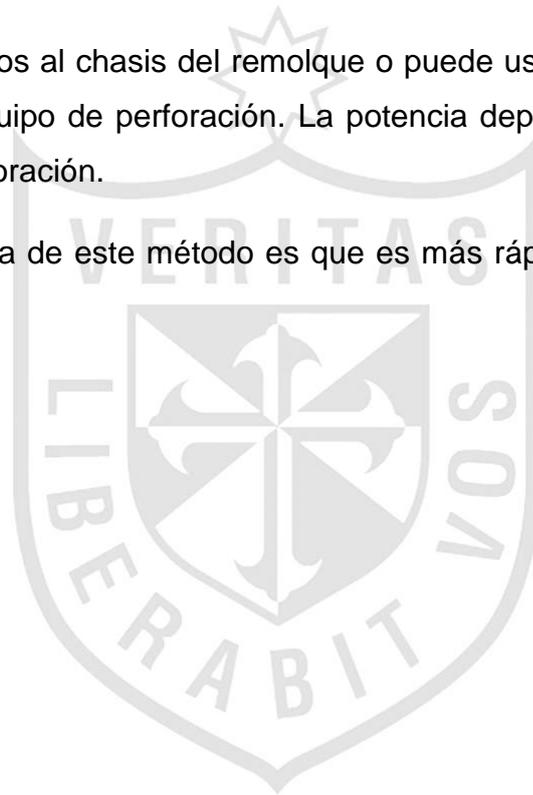
Por un canal pasa la poza de sedimentación donde se depositan por su propio peso partículas grandes y pesadas, arena, etc.

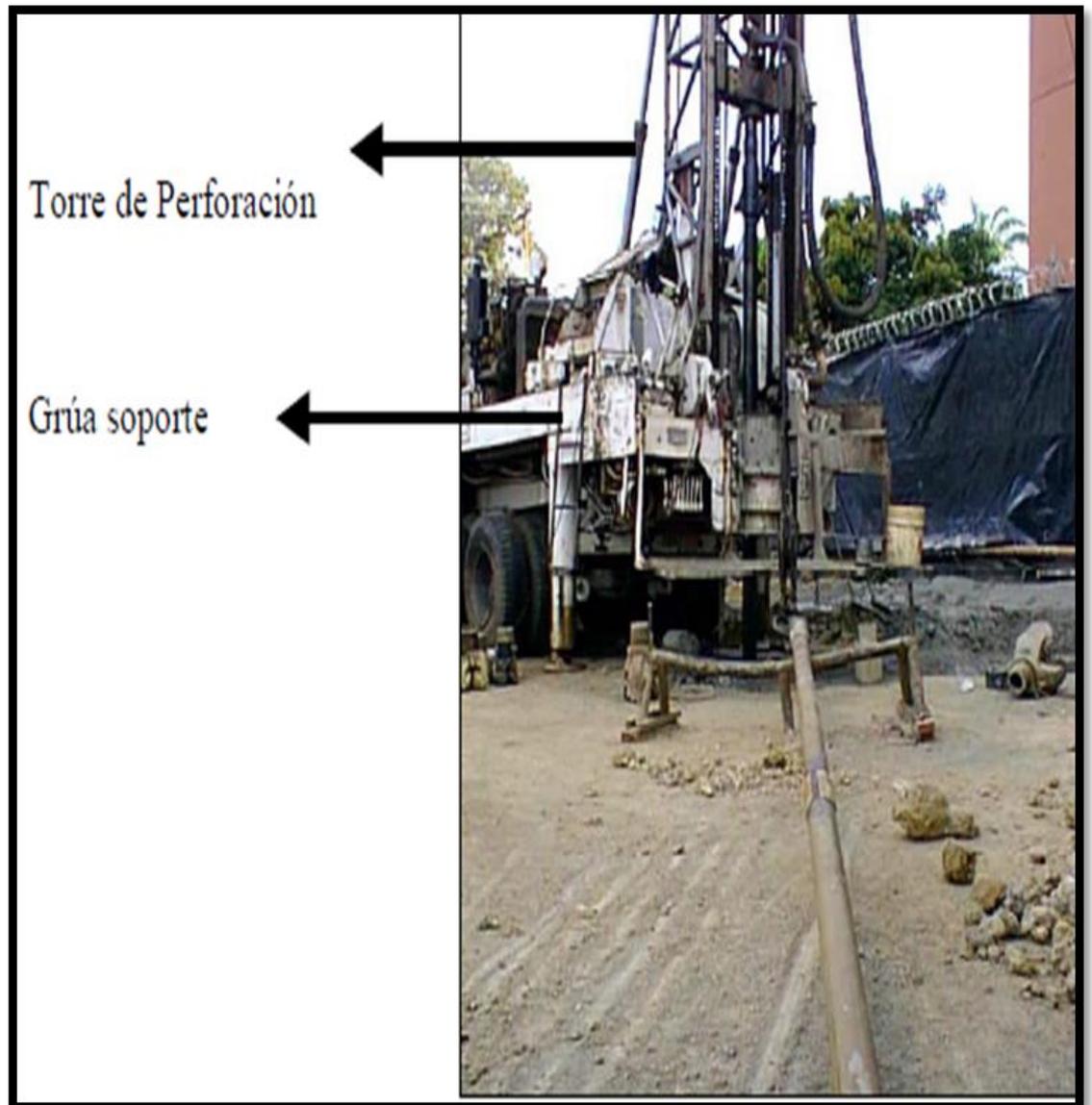
Del pozo de sedimentación el agua con menos material en suspensión pasa por medio de otro canal hacia el pozo principal donde nuevamente es bombeado al pozo, cerrando en ciclo.

- Motor

Pueden ir acoplados al chasis del remolque o puede usarse el mismo motor del camión del equipo de perforación. La potencia depende de la magnitud del equipo de perforación.

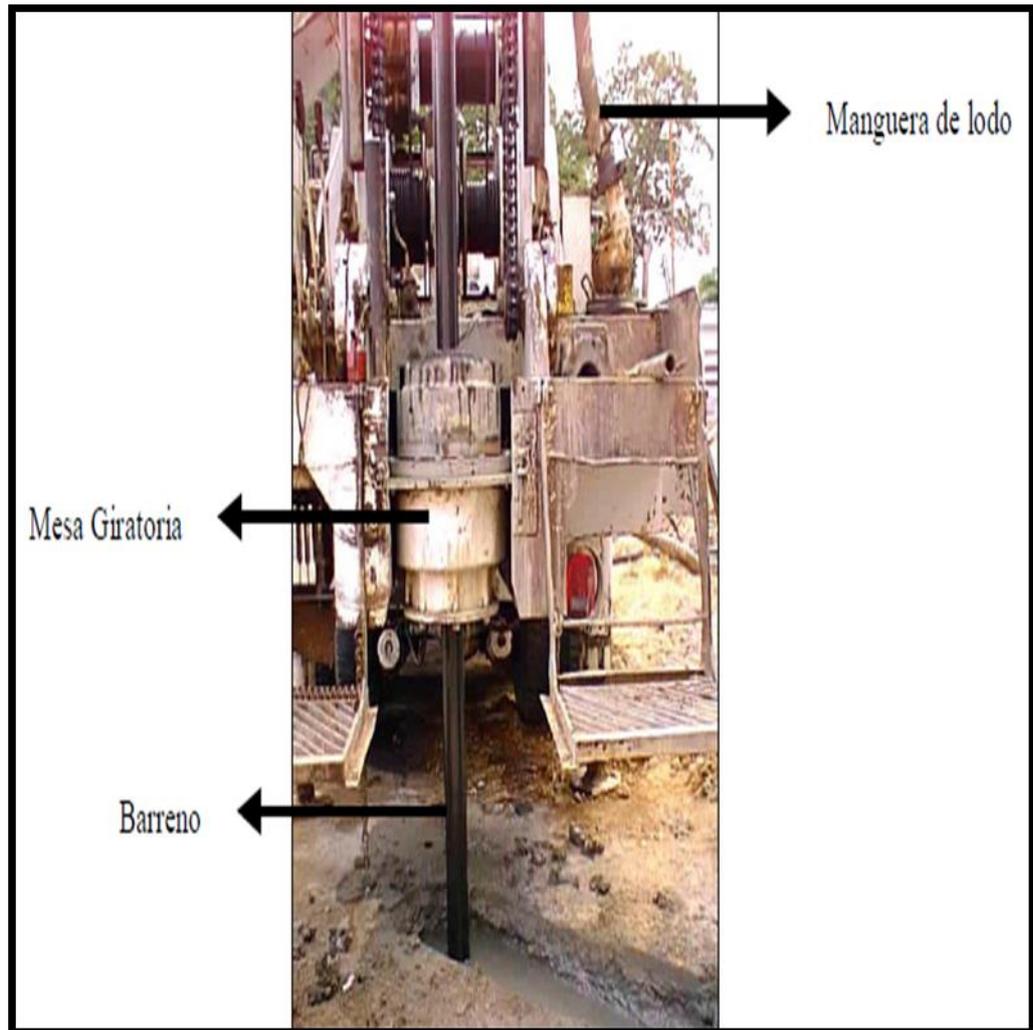
La principal ventaja de este método es que es más rápido que el método a percusión.





**Gráfico N° 11.** Sección fija de la máquina de perforación a rotación

Elaboración: los autores.



**Gráfico N° 12.** Parte móvil de la máquina de perforación

Elaboración: los autores.

### 1.3 Definición de términos básicos

- **Nivel estático:** Es el nivel del agua en reposo.
- **Nivel Dinámico:** Es el nivel del agua cuando se está explotando.
- **Antepozo:** Excavación manual hasta llegar al nivel del agua.
- **Columna filtrante:** Columna en la cual se encuentran los filtros mediante la cual el agua pasara libremente libre de finos.
- **Columna de producción:** Está compuesto por la columna filtrante y tubería de acero negro.
- **Columna definitiva:** Está compuesto por la columna filtrante y la columna de producción.



## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de investigación**

De acuerdo con la situación a estudiar, se incorpora el tipo de investigación denominado cuantitativo, explicativo, experimental y aplicativo el cual consiste en describir situaciones y eventos, decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno.

Según Hernández R., Fernández C., Baptista M. (2010):“Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”. (p.80).El tipo de investigación es descriptiva ya que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación del objeto a estudiar, tales como aspectos detallados del pozo tubular existente, cálculo del caudal de diseño para la demanda de agua para consumo humano, pruebas de verticalidad, interpretación de sondajes eléctricos verticales (SEV), determinar en qué estado se encuentra la parte física del pozo.

Elaboración de planos para determinar el sentido del flujo subterráneo, determinación de parámetros hidráulicos para el diseño de un nuevo pozo, toma de muestra de agua, determinar la potabilidad del agua, elaboración de pozos existentes en la zona.

## **2.2 Diseño de investigación**

La investigación a ser aplicada es tanto documental, de campo. Se basará en la obtención de datos provenientes de publicaciones, investigaciones y materiales impresos de empresas perforadoras de pozos, asociaciones de investigación en la materia, entre otros.

Documental, etapa en la cual se recopila y revisa toda información referente a pozos tubulares, en textos, Internet, normas, folletos, estudios y análisis previamente realizados.

## **2.3 Población de la investigación**

Hernández R. (2010) conceptualiza la población como "Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (P. 174). En esta investigación la población quedara definida por la Urbanización Valle Esmeralda.

## **2.4 Muestra de la investigación**

La muestra es la parte significativa de la población en vista que tiene rasgos similares al de la totalidad, tal como define Balestrine (2006): "Una muestra es un subgrupo de la población o un sub conjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población."

La muestra en esta investigación será 7,700 habitantes.

## **2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La selección de los instrumentos empleados para la recolección de datos, se realizó atendiendo a la validez que ofrecen, pues permite realmente la medición de la variable obteniendo una respuesta observable. Al Respecto Batista P., Fernández C., Hernández S. (2003) acota que:

“Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. En términos cuantitativos: capturo verdaderamente la realidad que deseo capturar”. (p. 345). La realización de esta investigación requiere de frecuentes consultas a fuentes bibliográficas, normas y a especialistas en la materia; así como de la observación directa facilitada por la ejecución de los ensayos mecánicos y de los datos tabulados, con el fin de obtener los respectivos resultados para el análisis de los mismos.

## **2.5.1 Técnicas de recolección de datos**

### **2.5.1.1 Revisión literaria:**

Para la recolección de datos bibliográficos, se hizo uso de diversas fuentes de información como: textos, tesis de grado relacionadas al tema de estudio que ayudaran a describir los componentes del pozo tubular, así como también la revisión del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **Observación directa**

Por medio de la observación directa fue posible la evaluación del comportamiento del pozo existente durante las pruebas realizadas y así lo define Sabino, C. (1992):

“La observación directa consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar” (p. 116)

#### **Observación indirecta**

La observación indirecta fue posible al mezclado comportamiento del pozo existente, tales como la prueba de recuperación. Esto permitió recolectar el mayor número de datos de las mediciones y pruebas realizadas en esta investigación.

Entrevistas indirectas: a través de la entrevista se logró obtener información general, esta se realizó a profesionales con conocimientos del tema, asesor, técnicos laboratoristas, ingenieros y otros profesionales, para la recopilación y obtención de datos referente a la temática de investigación.

### **2.5.2 Instrumentos de recolección de datos**

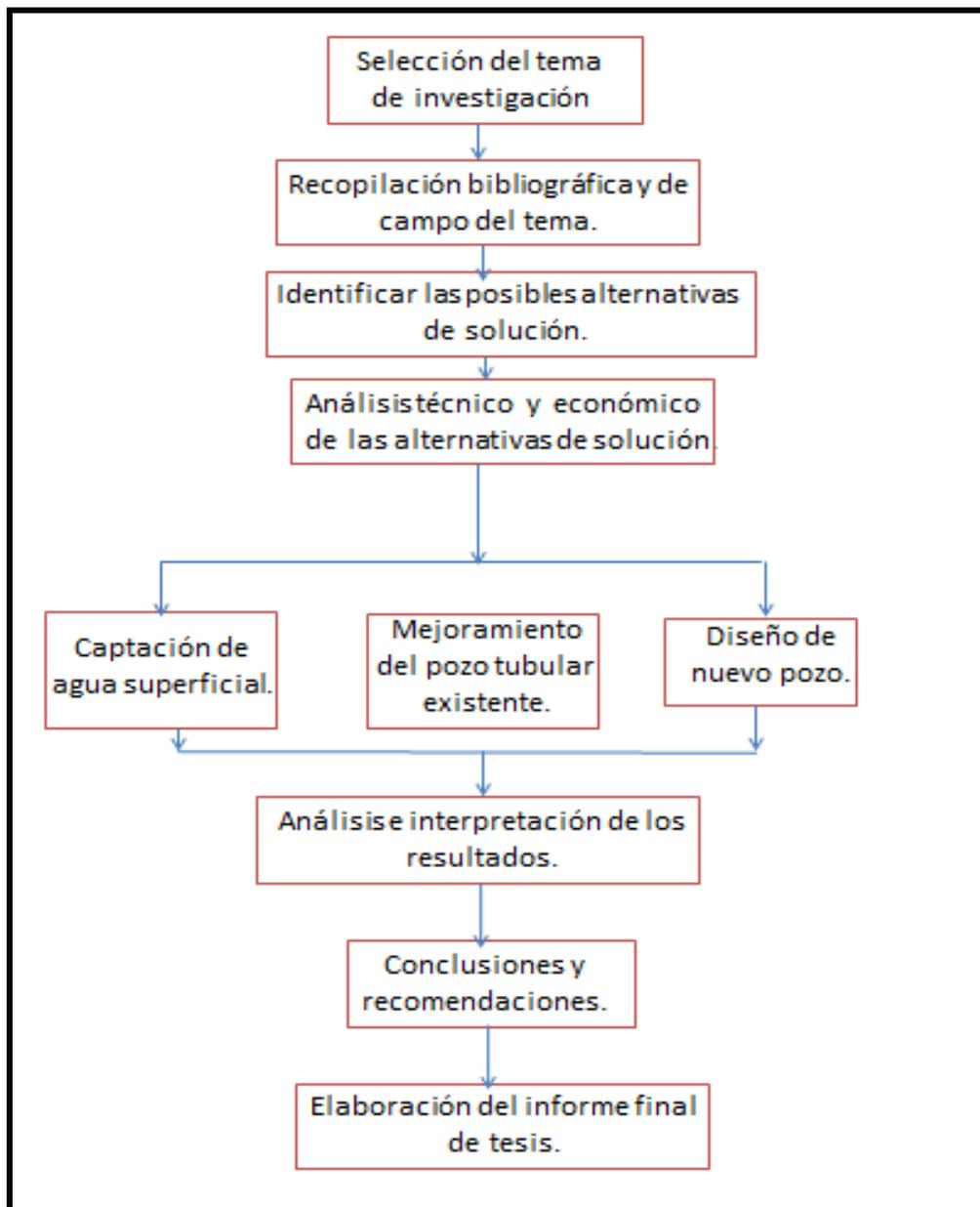
Entre los instrumentos requeridos para llevar a cabo el presente estudio, se encuentran:

1. Equipos de campo (sonda eléctrica, trípode de altura 3 metros, barra rígida, anillos de diferentes diámetros 15",18" y 20", frasco hermético, cámara sumergible Marca PASI Modelo WELL-CAMERA 1 TEL-301-000—100m cable de origen Italiano, wincha).
2. Planillas suministradas por el asesor de tesis, para el registro de las características del pozo existente, inventario de pozos, prueba de recuperación, prueba de verticalidad, potabilidad del agua.

### **2.6 Flujograma de la metodología de trabajo**

Para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, se planteó el siguiente flujograma de trabajo.

El cual trata primero la recopilación de la información, luego identificar las posibles alternativas de solución, seguidamente se hará un análisis técnico y económico de las diferentes alternativas de solución. Estas etapas abarcan todo el desarrollo de la investigación y permiten lograr los objetivos propuestos. (Gráfico N° 13).



**Gráfico N° 13.** Flujograma de la metodología empleada en la investigación

Elaboración: los autores.

## **CAPÍTULO III DESARROLLO**

### **3.1 Ubicación**

El proyecto de habilitación urbana se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Ica, en el margen izquierda cerca al río Ica, según se aprecia en el anexo N° 02.

Políticamente ocupa parte del distrito de Pueblo Nuevo, provincia y departamento de Ica, siendo su acceso por la panamericana sur a la altura del km. 308.

El área del proyecto está delimitada geográficamente dentro de las siguientes coordenadas del sistema de proyección transversal Mercator (WGS-84):

Por el norte entre: 8'438,000 y 8'440,500 m.

Por el este entre: 422,000 y 425,000 m.

### **3.2 Identificación y análisis de alternativas de solución**

Las posibles alternativas de solución encontradas en la zona del proyecto son las siguientes:

- Captación de agua superficial.
- Mejoramiento del pozo tubular existente.
- Diseño de un nuevo pozo.

### **3.2.1 Análisis técnico**

Para el análisis técnico referido se tendrá en consideración dos aspectos importantes para el sistema de abastecimiento de agua:

- Cantidad
- Calidad
- Captación de agua superficial.

El área del río Ica abarca 7,187.50 km<sup>2</sup>, el río Ica nace en el departamento de Huancavelica a 4,500 msnm en la laguna de Parinacocha y recorre terrenos muy complejos.

#### **Cantidad**

El valle del río Ica es considerado uno de los más fértiles en la costa peruana, y al mismo tiempo es uno de los que sufren en forma apremiante la falta de agua.

En el anexo N° 03, se tiene los caudales históricos del río Ica, donde se aprecia que el río Ica no podrá abastecer de forma continua la demanda total de la Urbanización Valle Esmeralda.

En el anexo N° 04, se demuestra lo anteriormente dicho que el río Ica permanece seco en los meses de setiembre y octubre, donde el cual sirve de basurero de la zona con lo que se recomienda limpiar el cauce del río Ica.

Actualmente la totalidad de los centros poblados del valle, incluyendo la ciudad de Ica satisfacen sus requerimientos de agua potable en base a la explotación de agua subterránea, debido a la imposibilidad de contar con fuentes de agua superficial.

## **Calidad**

Debido que el río nace en el departamento de Huancavelica, en esta zona existen minas y el agua está en contacto con minerales peligrosos para la salud, con lo cual obliga a hacer una planta de tratamiento.

Existen problemas de cadmio, plomo y otras sustancias tóxicas debido a los relaves mineros en el departamento de Huancavelica.

- **Mejoramiento del pozo tubular existente**

En esta alternativa se determinará si es posible el mejoramiento y la profundización siempre y cuando la napa freática se ve afectada por el descenso del agua subterránea. Para lo cual se realizarán pruebas de campo y de gabinete, de los cuales se describen a continuación:

- a. Prueba de verticalidad.
- b. Descripción del estado físico del pozo tubular.
- c. Cálculo de arenamiento.
- d. Determinación del basamento rocoso en la zona de proyecto.
- e. Diseño técnico pozo mejorado.

## **Cantidad**

Se realizará una vez culminado los trabajos de campo y de gabinete.

## **Calidad**

Se tomarán muestras de agua para su respectivo análisis físico químico.

Con el resultado del análisis se determinará a través de los valores permisibles otorgados por la Sunas si el agua subterránea es apta para consumo humano.

- **Diseño de un nuevo pozo**

Se hará el diseño de un nuevo pozo siempre y cuando el pozo existente ya no se pueda mejorar ni profundizar.

En esta etapa, se dará a conocer el nuevo punto donde se perforara el nuevo pozo.

Además se realizarán pruebas para determinar si la zona cuenta con suficiente agua subterránea y la calidad del agua.

**Cantidad**

Se determinara una vez realizada la prueba de campo.

**Calidad**

Se tomarán muestras de agua para su respectivo análisis físico químico.

Con el resultado del análisis se determinará a través de los valores permisibles otorgados por la Sunas si el agua subterránea es apta para consumo humano.

### **3.2.2 Análisis económico**

- **Captación de agua del río Ica**

La distancia entre el río Ica y el proyecto es de 753,20 m , de los cuales se deduce que el costo es elevado, ya sea en el costo de la obra de captación(bocatoma,etc),costo obra línea de conducción, costo planta de tratamiento ,costo de reservorio elevado.

- **Mejoramiento del pozo tubular existente**

En el anexo N° 05, se aprecia el presupuesto de una profundización del pozo tubular existente.

- **Diseño de un nuevo pozo**

En el anexo N° 06, se aprecia el presupuesto de un nuevo pozo tubular.



**Gráfico N° 14.** Distancia entre río Ica y la zona de proyecto.

Elaboración: los autores.

En conclusión, la alternativa de captar agua superficial queda desechada debido a la poca cantidad de agua en el río Ica, la mala calidad de agua, y al excesivo costo que resultaría hacer este tipo de obra de captación, con lo cual solo quedaría dos alternativas de las cuales se evaluarán y determinará cuál es la más eficiente y económica.

## **CAPÍTULO IV PRUEBAS Y RESULTADOS**

Los resultados obtenidos a partir de los trabajos realizados al pozo existente Urb. Valle Esmeralda ,de la cual de ahora en adelante se le denominará Pozo IRHS 07 debido a que este pozo está registrado e inventariado con ese nombre ante INRENA, y la evaluación de las variables que influyen en la realización de esta investigación se evaluarán y analizarán mediante cálculos, gráficos y tablas, permitiéndonos de esta manera alcanzar los objetivos descritos en esta investigación y de tal forma poder dar respuesta a las interrogantes de esta investigación.

### **4.1 Cálculo de la demanda de agua para consumo humano**

#### **4.1.1 Cálculo del caudal máximo diario**

Datos:

Periodo de diseño = 15 años

Población futura = 7,700 habitantes

Áreas verdes = 28,000 m<sup>2</sup>

## DEMANDA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PROYECTADO EN LA URBANIZACIÓN VALLE ESMERALDA

**Tabla N° 08**  
Cálculo del caudal de diseño

Año	Población	CONSUMO DE AGUA				Pérdidas físicas	Demanda			Demanda Máxima Diaria l/s	Demanda Máxima Horaria l/s
		lt/día			Total l/s		It/s	lt/día	m3/año		
		Población	Áreas verdes	Total							
[1]	[2]	[3]=[2]*220lt/hab/día	[4]=28,000*2lt/día	[5]=[3]+[4]	[6]=[5]/86400	[7]	[8]=[6]/(1-perdidas físicas)	[9]=[5]/(1-perdidas físicas)	[10]=[9]*365/1000	[11]=[8]*1.3	[12]=[8]*1.8
15	7700	1694000	56000	1750000	20,25	50%	40,50	3500000	1277500	52,65	72,90

Elaboración: los autores.

Como se observa la demanda total para el año 2029 es de 52,65 lt/seg.

## **4.2 Determinación de la profundización**

### **4.2.1 Prueba de verticalidad**

Se ha determinado la verticalidad del pozo IRHS 07, cuyos resultados se pueden apreciar en el anexo N° 07:

De 0 m a 27.80 m diámetro de 20"

De 28 m a 49.90 m diámetro de 18"

De 49.90 m a 69.26 diámetro de 15"

Donde se aprecia que el pozo está ligeramente torcido.

### **4.2.2 Detalle del estado físico del pozo**

Se verificó como profundidad actual 69.26 m, contados a partir de la boca del pozo tubular, el cual empieza a 0.00 m. del piso terminado, que será como referencia para todos los efectos de la presente investigación (ver anexo N° 08).

En la presente descripción del video se tomó como metraje de referencia:

Cada 2.40 m. desde 1.40 m. hasta 32.60 m.

Desde los 32.60 m. a 1.40 m y 1.36 m. hasta los 35.00 m. debido a la presencia del nivel estático.

Cada 2.40 m. desde 32.50 m. hasta 68.60 m.

De 68.60 m. cada 1.40 m. hasta llegar a la profundidad del pozo.

**Tabla N° 09**

Descripción del video

<b>Metraje</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado actual de la tubería</b>
<b>1.40 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>3.80 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>6.20 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>8.60 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>11.00 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>13.40 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>15.80 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>18.20 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>20.60 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>23.00 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>25.40 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>27.80 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>30.20 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco

<b>32.60 m</b>	Unión de tubería ciega	Tubería ciega en estado seco
<b>33.64 m</b>	NIVEL ESTÁTICO	Tubería ciega en estado saturado
<b>35.00 m</b>	Unión de tubería ciega	tubería ciega en estado saturado
<b>37.40 m</b>	Unión de tubería ciega	tubería ciega en estado saturado
<b>39.80 m</b>	Unión de tubería ciega	tubería ciega en estado saturado
<b>42.20 m</b>	Unión de tubería ciega	tubería ciega en estado saturado
<b>44.60 m</b>	Unión de tubería ciega	tubería ciega en estado saturado
<b>47.00 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>49.40 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>51.80 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>54.20 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>56.60 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>59.00 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>61.40 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>63.80 m</b>	Unión de tubería	Tubería filtro tipo oxicorte

	filtrante	
<b>66.20 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>68.60 m</b>	Unión de tubería filtrante	Tubería filtro tipo oxicorte
<b>69,26 m</b>	Fin de inspección	Tubería ciega en estado saturado

Elaboración: los autores.

### Resultados:

La distribución de la columna de tubería ciega y tubería filtrante en estado seco como la saturada se muestra en la tabla N° 09.

Se puede observar que la tubería ciega en estado de degradación por el tiempo de vida del pozo.



**Gráfico N° 15.** Tubería en estado de degradación.

Elaboración: los autores



**Gráfico N° 16.** Restos de tubería degradada.

**Elaboración:** los autores



**Gráfico N° 17.** Equipo de bombeo oxidado.

**Elaboración:** los autores

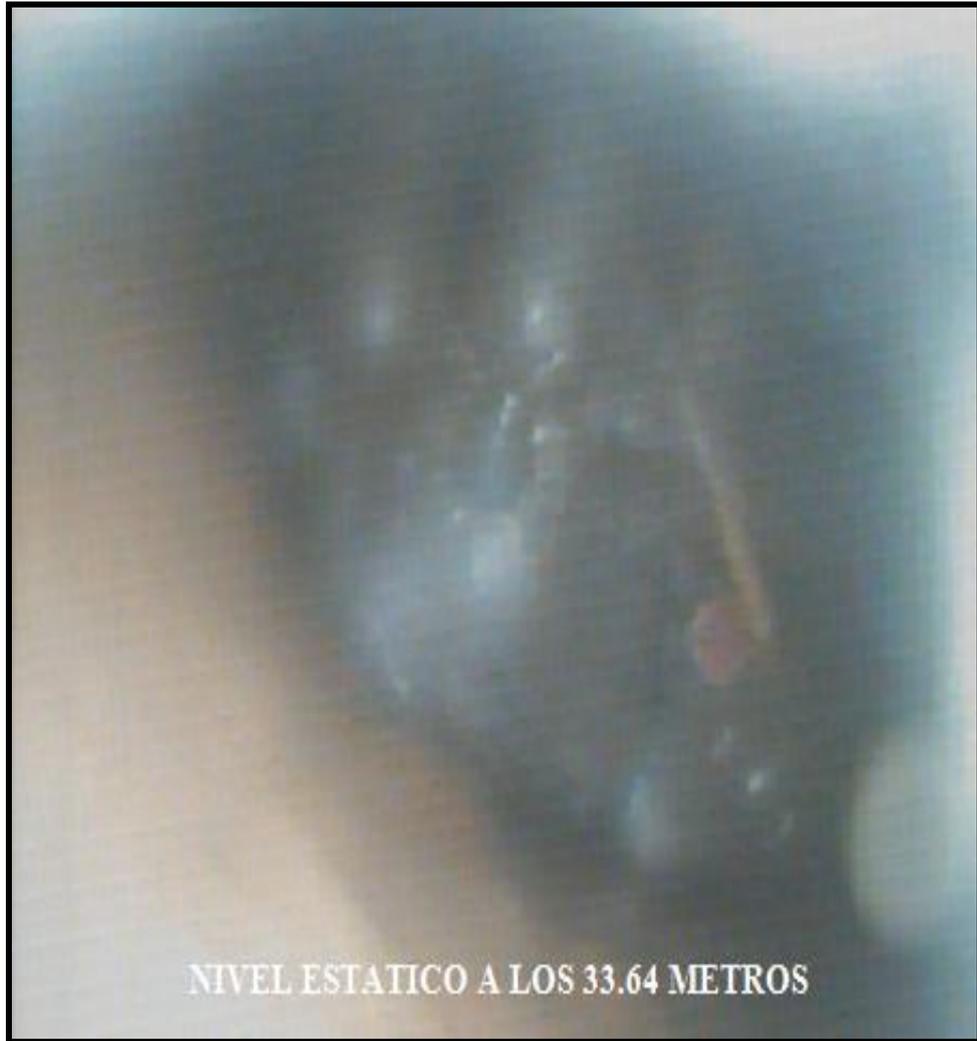
A los 27.80 metros se puede observar una reducción de tubería y, a su vez, en dicha reducción, se visualiza un fragmento de tubería sobre saliente que pertenece al tubo superior.



**Gráfico N° 18.** Reducción de tubería.

**Elaboración:** los autores

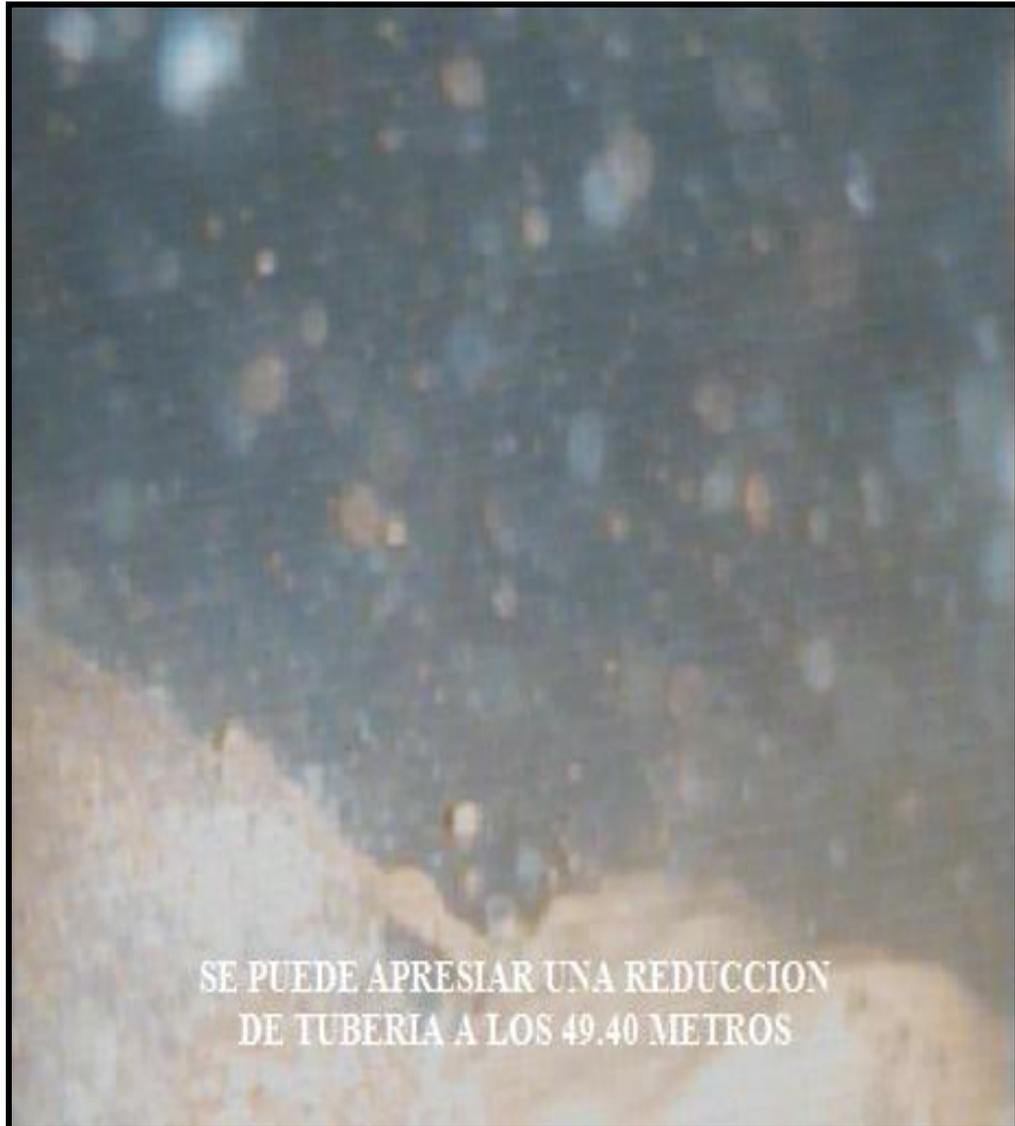
El nivel estático se puede apreciar a partir de los 33,64 m. de profundidad, se puede observar a los 32.60 metros en la unión de tubería ciega un fragmento sobresaliente de la pared del pozo.



**Gráfico N° 19.** Nivel estatico del agua.

**Elaboración:** los autores

Se puede apreciar a partir de los 47.00 m. de profundidad, una tubería filtro tipo oxicorte hasta los 68.60 metros.

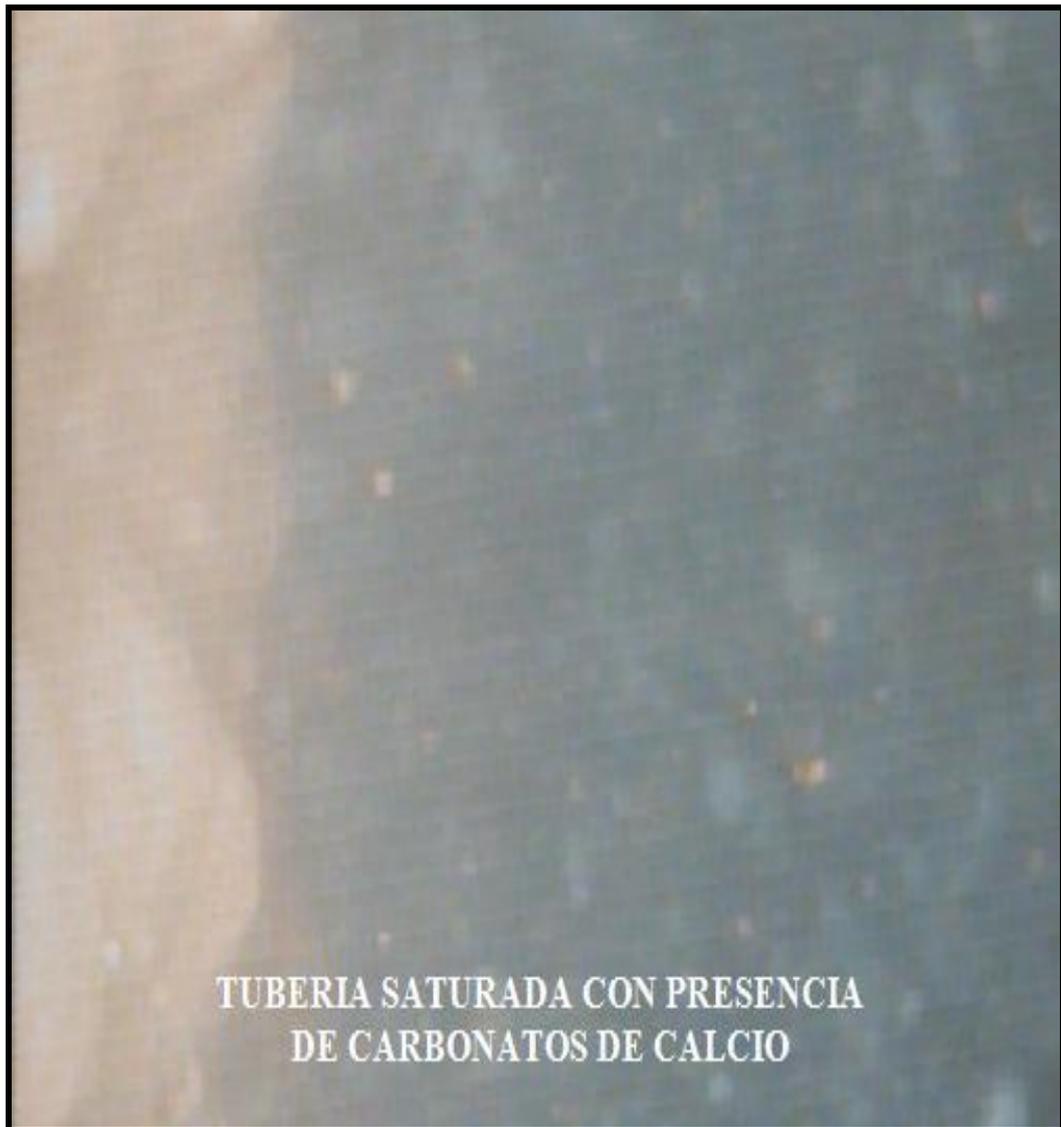


**Gráfico N° 20.** Reducción de tubería a los 49.90 m.

**Elaboración:** los autores

Dicha tubería se encuentra carbonatada en estado de degradación debido al tiempo de vida del pozo. Estos carbonatos impiden el flujo de las corrientes subterráneas de aguas hacia el interior de la tubería ocasionando una reducción de caudal a extraer por la bomba de agua empleada en el pozo.

Se observa a los 58.40 metros raíces mezcladas con carbonatos de calcio.



**Gráfico N° 21.** Tubería saturada con presencia de carbonatos de calcio

**Elaboración:** los autores

### 4.2.3 Cálculo de arenamiento

Datos:

Profundidad: 65.00 m. Año: 1961 (FUENTE: INRENA)

Profundidad: 70.00 m. Año: 2003 (FUENTE: ING. DEL PROYECTO)

Profundidad: 69.26 m. Año: 2014

Del año 2003 al 2014, el pozo presenta arenamiento de 0.74 m.

### 4.2.4 Prospección geofísica

Como resultado se ha encontrado que en el SEV 01 (ver anexo N° 09) se tiene estas características:

**Tabla N° 10**

Profundidad para el mejoramiento del pozo existente

SEV	PROFUNDIDAD (m)	Coordenadas UTM (WGS-84)	
		Este	Norte
01	90.00	423,130 m.	8'440,002 m.

**Elaboración:** los autores

El basamento rocoso se encuentra a partir de los 100 m., de los cuales se deduce que el pozo existente se puede reprofundizar hasta los 90 m., para no sobreexplotar el acuífero del valle Ica.

El pozo existente se está proyectando para la profundización de 90 m, teniendo en cuenta que la profundidad del nivel estático se encuentran los 33.64 m. y tiene un espesor de acuífero saturado productivo que justifica soportar la variación piezométrica, teniendo al final un pozo con mejores posibilidades de explotación y sostenible a través del tiempo.

## **4.3 Calculo de diseño de nuevo pozo**

### **4.3.1 Geomorfología y Geología**

El área de investigación forma parte de la Planicie Aluvial, constituido por sedimentos acarreados y recubiertos por las avenidas del río Ica, el cual discurre por la zona evaluada sin Interrupciones y de manera casi plana, habiéndose identificado una sedimentación de materiales aluviales.

Dentro del área de investigación, se ha identificado una sola unidad geológica, la que está ampliamente distribuida y que corresponde a los depósitos aluviales del cuaternario, tal como se ve en el anexo N° 10.

Hacia el Oeste de la zona evaluada, estos depósitos, se encuentran cubiertos por mantos de arena que constituyen los depósitos eólicos, los que localmente se encuentran en forma de montículos (dunas) que modifican el relieve superficial.

Los sedimentos aluviales litológicamente están constituidas por arena, limo, cascajo y grava, distribuidos en forma de capas o estratos de diferentes espesores y constituciones; estos materiales desde el punto de vista hidrogeológico, son idóneos para el almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas en virtud de su mayor espesor, porosidad y permeabilidad que lo hacen prospectable por aguas subterráneas.

### **4.3.2 Prospección Geofísica**

Como resultado se ha encontrado que en inmediaciones del SEV 01 se tiene estas características, el que se ubica a escasos 10 m del pozo existente, dentro de los terrenos de la urbanización Valle Esmeralda, la que tiene las siguientes características:

**Tabla N° 11**

Resultados de la prospección geofísica

SEV	PROFUNDIDAD (m)	Coordenadas UTM (WGS-84)	
		Este	Norte
01	90.00	423,130 m.	8´440,002 m.

**Elaboración:** los autores

El diseño del nuevo pozo se está proyectando a esa profundidad, teniendo en cuenta que la profundidad del nivel estático se encuentra los 33.64 m. y tiene un espesor de acuífero saturado productivo que justifica soportar la variación piezométrica, teniendo al final un pozo con mejores posibilidades de explotación y sostenible a través del tiempo.

#### **4.3.3 Inventario de pozos existentes**

##### **4.3.3.1 Ubicación de pozos existentes y características**

Para la ubicación de los pozos se ha usado la carta catastral 1/10,000 editado por el Proyecto Especial de Titulación de Tierras (PETT - COFOPRI), y para su representación se ha utilizado la simbología normada por la Ex Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA (Ex Dirección General de Aguas del Ministerio de Agricultura), que se presenta en el anexo N° 11.

En la zona se han identificado 11 pozos tubulares y un pozo tajo abierto, a nivel general existen 12 pozos, de las cuales 9 utilizados y 3 no utilizados, 6 para agricultura, 02 para uso industrial, 1 pozo para fines domésticos y el resto de pozos no están siendo utilizados.

Los pozos inventariados presentan profundidades entre 24.00 y 80 m de profundidad en el pozo Tacarara IRHS 92 y en el pozo IRHS 06 Alfredo Barreda, respectivamente.

#### **4.3.3.2 Rendimiento y utilización del agua subterránea**

Los rendimientos que se explotan en los pozos son variables, lo que depende no solo de las características del equipamiento, sino también de la bondad del acuífero y de la calidad constructiva del pozo.

Dentro del área de investigación se tienen pozos que explotan de 03 l/s. en el pozo IRHS 92 Tacaraca y IRHS 05 con más de 100 l/s.

Los 12 pozos extraen una masa anual de  $2'580,984 \text{ m}^3$ , el resumen de la información clasificada se encuentra en el anexo N° 12 de Inventario de fuentes de agua subterránea.

#### **4.3.4 Litología**

Se han tomado los resultados de la perforación de los pozos IRHS 214 Urb. Las Casuarinas e IRHS 251 Urb. Las Palmeras, cuya litología se ha graficado en el anexo N° 13, en donde se parecía una formación litológica estratificada que identifica un acuífero libre, compuesto de arena, grava, arcilla con algunos cantos o piedras chicas, que se conoce hasta el nivel de los 75.0 m.

#### **4.3.5 Napa freática**

La napa freática forma parte del acuífero del río Ica, que origina como sub corriente y viene de aguas arriba del sector montañoso del valle y también por las filtraciones directas a través de su lecho en épocas de avenida, que se ve incrementado por filtraciones de los canales de conducción de agua para el riego de la zona.

La profundidad del nivel del agua subterránea con respecto a la superficie del suelo se encuentra a 11,83 m. en el pozo IRHS 02, ubicado al Oeste, haciéndose más profunda hacia el Noroeste, que llega a los 50.47 m. visualizándose en el anexo N°14, en donde se ha trazado las curvas de isoprofundidad, que genéricamente varían entre 10 y 50 m.

Las mediciones del nivel del agua del inventario referidas a la cota del nivel del suelo, ha permitido confeccionar las Curvas de Hidroisohipsas, en el anexo N° 15, se puede visualizarse que el nivel del agua subterránea genéricamente, se encuentra entre cotas de 360.00 a 380.00 msnm, variando entre 387.00 msnm en el pozo IRHS 47 y 364.50 msnm en el pozo IRHS 07; por la distribución de sus curvas, se puede definir que se trata de un acuífero plano que no presenta deformación, el agua subterránea escurre en sentido Noreste a Suroeste.

#### 4.3.6 Parámetros hidrogeológicos

**Tabla N° 12**  
Prueba de acuífero

Tiempo (min)	Nivel de agua (m)	Prueba
0	43,20	
1	38,40	Recuperación
2	38,15	
3	37,90	
4	37,85	
5	37,80	
6	37,60	
7	37,40	
8	37,48	
9	37,49	
10	37,50	
11	37,36	
12	37,32	
13	37,31	
14	37,30	
15	37,29	
20	37,28	
25	37,26	
30	37,25	

31	37,25	
32	37,24	
33	37,24	
34	37,24	
35	37,23	
36	37,23	
37	37,23	
38	37,23	
39	37,23	
40	37,23	
45	37,23	
50	37,23	FIN DE PRUEBA

**Elaboración:** los autores

Con la prueba de acuífero se determinó los valores de la transmisibilidad y permeabilidad. (ver anexo N° 16). De las cuales los resultados son los siguientes:

Transmisividad TR = 0.01087 m<sup>2</sup>/s. (939.17 m<sup>2</sup>/día)

Permeabilidad KR = 0.00034 m/s. (29.38 m/día)

El coeficiente de almacenamiento "S" se ha estimado en 08% tomando como base la naturaleza y característica de la litología que tiene el acuífero de la zona, debido a que este coeficiente no se ha podido calcular.

### **Radio de influencia**

Para diferentes tiempos de bombeo se han calculado los siguientes radios de influencia:

#### **Para Q = 45 lt/seg**

Tiempo de bombeo (Hrs)	4	8	12	16	18	24
Radio de Influencia (m)	57	81	99	114	121	140

Es decir que la separación máxima que pueden tener 2 pozos que trabajen de manera simultánea y exploten 45 l/s. cada uno durante 24 horas continuadas de bombeo será de 280 m. (Ver anexo N° 17)

**Para Q = 60 lt/seg.**

Tiempo de bombeo (Hrs)	4	8	12	16	18	21	24
Radio de Influencia (m)	59	84	103	118	126	136	145

Es decir que la separación máxima que pueden tener 2 pozos que trabajen de manera simultánea y exploten 60 l/s. cada uno durante 21 horas continuadas de bombeo será de 272 m., valor que puede ser considerado dentro de los márgenes de seguridad para la normal operación de los pozos vecinos, ya que el pozo más cercano se encuentra a 439.83 m. siendo este el pozo IHS-31.(ver anexo N° 18)

**4.3.7 Potabilidad del agua**

De la toma de muestra de agua, los resultados del análisis de agua se muestran en el anexo N° 19, de donde se ha graficado en el diagrama de potabilidad que se ve en el anexo N° 20, en donde se aprecia que son aguas de potabilidad buena a aceptable, apta para el consumo doméstico, de acuerdo con las normas del “Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano”.

**4.3.8 Cálculo del caudal de bombeo**

Caudal promedio diario	: 40,51 l/s
Caudal máximo diario	: 52.65 l/s.
Caudal máximo horario	: 72,92 l/s.
Caudal de Bombeo	: 60 l/s.

Las necesidades de agua calculadas para satisfacer las demandas del proyecto tiene un caudal de bombeo de 60 l/s. para un funcionamiento de 21 horas, analizando este panorama, se debe proyectar construir e implementar un pozo tubular para un caudal de explotación de diseño de 60 l/s.

#### 4.3.9 Ubicación del pozo proyectado

Analizando los resultados de la evaluación hidrogeológica realizada y los valores de buena resistividad verdadera encontrada, se concluye que las características son favorables para obtener un rendimiento acorde con el caudal de diseño de 60 l/s. propuesto, ya que en los alrededores existe un acuífero de buena producción.

Como resultado se ha encontrado que en inmediaciones del SEV 01 se tiene estas características, el que se ubica dentro a escasos 10 m. del pozo existente, identificado en el anexo 18, dentro de los terrenos de la Urbanización “Valle Esmeralda”, que tiene las siguientes características:

SEV	Profundidad (m)	Coordenadas UTM (WGS-84)	
		Este	Norte
01	90.00	423,130 m.	8´440,002 m.

El pozo se está proyectando a esa profundidad, teniendo en cuenta que la profundidad del nivel estático en la zona se encuentra a los 33,64 m. y debe tenerse un espesor de acuífero saturado que justifique soportar la variación piezométrica, teniendo al final, un pozo con mejor posibilidad de explotación a través del tiempo. (ver anexo 21)

#### 4.3.10 Características Generales del pozo proyectado

El pozo proyectado se ubica a escasos 10 m del pozo existente de la urbanización “ESMERALDA DE ICA” que debe tener las siguientes características:

Longitud estimada de perforación	: 90.00 m.
Diámetro de perforación del pozo	: 21”
Longitud de la columna de producción	: 90.50 m.
Nivel estático del agua	: 33.64 m.
Diámetro de la columna de producción	: 15”

Longitud tubería filtro	: 30.0 m.
Longitud de tubería ciega	: 60.50 m.
Espesor del empaque de grava	: 3.0"
Caudal de diseño	: 60
l/s.	

#### 4.3.11 Diseño del pozo proyectado

##### a) Diseño Hidráulico

Para el diseño hidráulico se debe estimar la depresión del nivel del agua dentro del pozo cuando este sea sometido a explotación.

Si se conoce la depresión y el nivel estático del pozo, se puede estimar la probable posición del nivel dinámico, lo cual permite estimar a partir de donde se pueden ubicar los filtros.

EL abatimiento que se produciría en el pozo por efecto del bombeo se calcula en función de las características hidráulicas del acuífero, las pérdidas de carga del pozo debido a sus características constructivas y por la depresión por efecto de la variación de la napa freática; estos valores se pueden calcular siguiendo la siguiente relación:

$$H = 0.183 \frac{Q}{T} \log. 2.25 \frac{Tt}{r_p^2} S + BQ^2 + VC$$

H = Depresión (m)

Q = Caudal de diseño (0.060 m<sup>3</sup>/s.)

T = Transmisividad (0.01087 m<sup>2</sup>/s.)

S = Coeficiente de almacenamiento (0.08)

t = Tiempo de bombeo de diseño (75,600 s.)

r<sub>p</sub> = Radio del pozo (0.19 m.)

B = Coeficiente de pérdidas de carga con buena característica

Constructiva  
(1,500 s<sup>2</sup>/m<sup>5</sup>.)

VC = Variación de la napa =1.46 m/año (FUENTE: INRENA) anexo N° 27

Calculando los valores tenemos que H = 12.73 m. y que el nivel estático en la zona donde se han proyectado del pozo se encuentra por los 33.64 m., por lo tanto, el probable nivel dinámico del pozo proyectado deberá estar por los 46.37 m. por lo que los filtros pueden diseñarse a partir de esa profundidad.

### **b) Diseño físico del pozo**

De acuerdo con las condiciones encontradas en la zona, se ha establecido para la construcción del pozo un diseño preliminar, que debe ser ajustado durante la perforación por otro definitivo, sobre todo en lo que se refiere a establecer la profundidad final que alcanzará la perforación, precisando la ubicación de los filtros, el que se presenta en el anexo N° 22 y cuya descripción es la siguiente:

#### **- Perforación**

Para la perforación del pozo se debe utilizar el método de percusión a cable, la cual debe tener 21" de diámetro en toda su longitud hasta llegar a los 90.00 m., la profundidad final debe definirse al encontrar materiales de mejor o nula producción.

Durante la ejecución de la obra, se debe sacar muestras de los materiales atravesados para determinar el perfil estratigráfico del pozo.

#### **-Entubado provisional**

Durante los trabajos de perforación, se debe emplear tubería herramienta, la cual será extraída totalmente después de instalar la columna de producción, en forma simultánea, a la colocación del empaque de grava.

## **-Columna de Producción**

Al finalizar la perforación del pozo y antes de instalar la columna de producción, si fuera necesario, se debe practicar una diagraffía geofísica de resistividad, potencial espontáneo y gamma natural para conocer las condiciones de la calidad de los estratos atravesados y diseñar junto con el perfil estratigráfico, la ubicación de los filtros.

La longitud total de la columna de producción que incluye la tubería ciega y los filtros debe tener 90.50 m., sobresaliendo 0.50 m. del piso y debe tener un diámetro de 15".

El material para la entubación ciega, debe ser construido de planchas roladas y soldadas de acero tipo o similar al ASTM A-36 de 6 mm. de espesor, provisto de uniones reforzadas por un anillo exterior del mismo material.

Los filtros deben ser tipo puente trapezoidal construidos en planchas de acero inoxidable tipo AISI 304 de 4.0 mm. de espesor, estampadas, roladas y soldadas, que debe tener una abertura de 1.5 mm. (Slot 60), provistos de uniones reforzadas por un anillo exterior del mismo material.

El antepozo no debe ser sellado hasta cuando se haya concluido con las pruebas de bombeo, de tal manera que pueda adicionarse grava cuando las circunstancias lo requieran, especialmente, durante las etapas de desarrollo y bombeo.

## **- Empaque de grava**

Para extraer el agua de acuíferos compuestos de horizontes alternados de elementos finos mezclados con los gruesos, es esencialmente necesario hacer un empaque de grava alrededor del filtro, de tal manera que cuando se agite el pozo durante el desarrollo, el tamaño de la abertura de la ranura quede regulado por el tamaño de la grava aplicada, lo cual debe hacerse una vez instalada la columna de producción cubriendo el espacio anular que queda entre la pared interior de perforación y la exterior de 15" de diámetro.

La grava debe ser de origen batolítica, tamizada y libre de sedimentos, con granulometría que estará definida por la que presente el acuífero y el tamaño de la abertura de los filtros.

#### **- Desarrollo del Pozo**

De acuerdo con las necesidades del pozo demostrado durante la perforación, se escogerá el uso de la agitación mecánica del pozo por medio de sonda pistón y/o por inyección de aire comprimido para el desarrollo del pozo: para el primer caso se seguirá usando la máquina perforadora y en el segundo se utilizará una compresora con una capacidad mínima de  $9 \text{ m}^3/\text{min}$ . Y una presión de  $7 \text{ kg. /cm}^2$ ; este trabajo tendrá una duración mínima de 72 horas en total; durante los trabajos de desarrollo del pozo, se debe emplear productos químicos como el Tripolifosfato de Sodio para limpiarlo y diluir las arcillas formadas.

El pozo se considerará bien desarrollado cuando en el lapso de una hora de desarrollo del pozo, se tenga un embancamiento de 0.20 m.

#### **- Prueba de bombeo y aforo.-**

Para la prueba de aforo se utilizará bomba tipo turbina de eje vertical, preferentemente con impulsores abiertos, accionados por un motor estacionario diesel o eléctricos pero con propio generador.

El equipo de bombeo para la prueba debe tener una capacidad de bombeo de 10 a 70 l/s.

El pozo se someterá a bombeo durante 72 horas, tiempo que deberá distribuirse de la manera siguiente:

- 48 horas, desarrollo por bombeo, iniciándose con el mínimo caudal y se debe incrementar progresivamente hasta llegar al máximo caudal al término de las 48 horas; cada régimen de bombeo se cambiará cuando el agua salga limpia y libre de sedimentos finos.

-06 horas, prueba de bombeo escalonada a cuatro (4) regímenes de bombeo de 1.5 horas cada una.

- 18 horas, prueba de acuífero a caudal constante, caudal que debe corresponder al caudal recomendado de explotación.
- Una vez terminada la prueba de acuífero, se debe observar el comportamiento de la recuperación por un tiempo de 12 horas como mínimo.



## CONCLUSIONES

- 1) Se calculó el caudal del diseño, siendo este de 52,65 lt/seg.
- 2) Se observó mediante la prueba de verticalidad que el pozo IRHS 07 está ligeramente torcido.
- 3) La tubería ciega se encuentra en estado de degradación por el tiempo de vida del pozo IRHS 07.
- 4) Mediante el método geofísico se pudo interpretar que el basamento rocoso se encuentra a partir de los 100 m, por lo que se podría profundizar el pozo existente hasta los 90 m.
- 5) De acuerdo con la prueba de acuífero, la zona cuenta con un buen acuífero para la explotación de aguas subterráneas, garantizando la cantidad constante de agua.
- 6) De acuerdo con las pruebas realizadas para cubrir la demanda de la futura urbanización, el caudal de bombeo será de 60 lt/seg con un tiempo de bombeo de 24 hr.
- 7) Se recomienda el cambio inmediato de un nuevo equipo de bombeo sumergible de diámetro de 8”.
- 8) De acuerdo con el análisis técnico se recomienda la alternativa del mejoramiento del pozo tubular existente al representante de la empresa.
- 9) Para garantizar la demanda y el tiempo de vida útil se recomienda colocar 30 m de filtro puente trapezoidal de acero inoxidable de diámetro 12” (ver anexoN° 26).

- 10) En el análisis económico, se selecciona la alternativa del mejoramiento del pozo tubular existente que es 50% de menor costo que la alternativa de diseño de nuevo pozo.



## RECOMENDACIONES

1. Tomar muestras de suelo durante la perforación para la determinación de la litología respectiva.
2. Engravar el pozo con gravilla tipo basalto redondeada, de diámetro de  $\frac{1}{4}$ ".
3. Realizar la limpieza del pozo una vez culminada la profundización, deberá usarse el método de agitación mecánica por medio de la sonda pistón.
4. Al terminar la profundización realizar una prueba de bombeo a caudal variable, el equipo de bombeo para la prueba debe tener una capacidad de 10 a 60 lt/seg, con el fin de determinar la curva de rendimiento.
5. Sellar la boca del pozo para que no ingresen objetos extraños, que dificultan la visibilidad de la inspección de la cámara de TV.
6. Tener en cuenta que cualquier maniobra dentro de dicho pozo corre el riesgo de colapso del mismo, para lo cual es necesario de entubarlo con mucho cuidado.
7. Para investigaciones futuras, se recomienda que para pozos antiguos lo primero que debe realizarse es una evaluación total del pozo con el fin de determinar si puede ser rehabilitado , antes de pensar en el diseño y perforación de un nuevo pozo que resultaría muy costoso.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Bibliográficas

1. Agüero Pittman, R.: “Agua potable y saneamiento en localidades rurales del Perú”, asociación servicios educativos rurales (ser), (2009).
2. Johnson, Edward; “Agua subterránea y los pozos”, Johnson division, 1era edición, minnesota.
3. El agua potable ya es una necesidad mundial crucial | sociedad | el país [internet]. (2014).
4. Moya Próspero, Jesús: “Abastecimiento de agua potable y alcantarillado”; lima – (2000).
5. Rosell César, Arturo: “irrigación”; Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Departamental de Lima; Lima – (1998); 2da edición.
6. Santos Ernesto, Bruno: “Deficiencia en el sistema de agua potable y saneamiento en latinoamérica”; editorial Vipusa; Lioja – (2003).

### Electrónicas:

Agüero Pittman, Roger: “Agua Potable y Saneamiento en Localidades Rurales del Perú”, Asociación Servicios Educativos Rurales (SER), 22 de Julio de 2009, ubicada en la página Web:

[http://www.ser.org.pe/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1106&Itemid=112](http://www.ser.org.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=1106&Itemid=112)

## ANEXOS

1. N° 01. Matriz de consistencia.
2. N° 02. Ubicación de la zona de proyecto.
3. N° 03. Caudales históricos del río Ica.
4. N° 04. Fotos del río Ica.
5. N° 05. Presupuesto de Mejoramiento del pozo existente.
6. N° 06. Presupuesto Pozo nuevo.
7. N° 07. Prueba de verticalidad.
8. N° 08. Video del estado físico del pozo existente.
9. N° 09. Prospección Geofísica.
10. N° 10. Geología y Geomorfología.
11. N° 11. Inventario de pozos existentes.
12. N° 12. Cuadro de inventario de pozos existentes
13. N° 13. Litología.
14. N° 14. Curva de Isoprofundidad.
15. N° 15. Curvas de Hidroisohipsas.

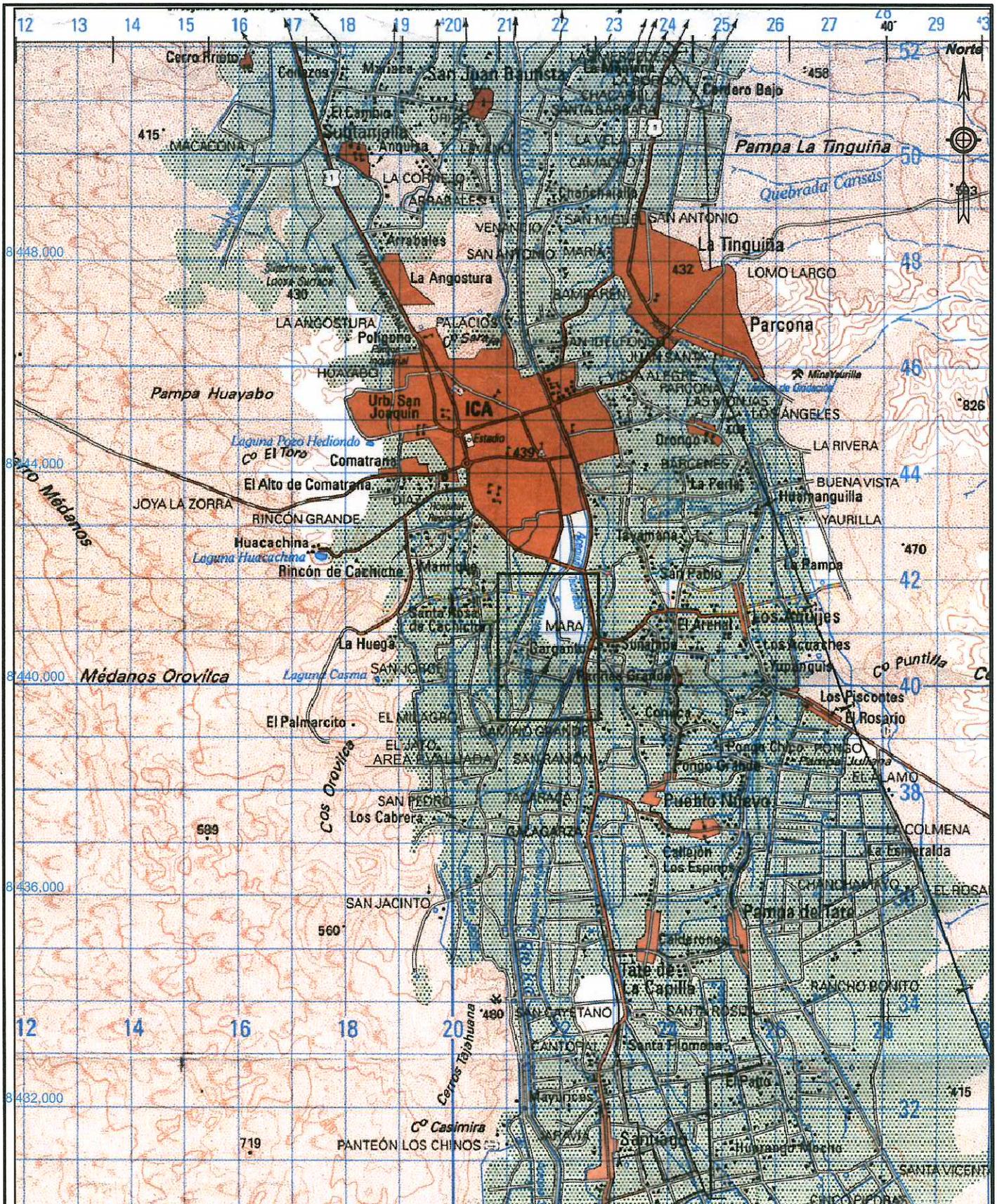
16. N° 16. Transmisividad y permeabilidad.
17. N° 17. Radio de influencia para caudal de 45 lt/seg.
18. N° 18. Radio de influencia para caudal de 60 lt/seg.
19. N° 19. Análisis de agua.
20. N° 20. Potabilidad del agua.
21. N° 21. Ubicación del pozo proyectado.
22. N° 22. Diseño del nuevo pozo.
23. N° 23. Normas IS-010, Reglamento Nacional de Edificaciones ,2006.
24. N° 24. Norma IS-100, Reglamento Nacional de Edificaciones ,2006.
25. N° 25. Ley general de las aguas, decreto ley N° 17752.
26. N° 26. Propuesta técnica del mejoramiento del pozo existente.
27. N° 27. Situación Actual del Acuífero del Valle Rio Ica.

**ANEXO 1.**

**TEMA: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
CASO: URBANIZACIÓN VALLE ESMERALDA, DISTRITO PUEBLO NUEVO, DEPARTAMENTO DE ICA**

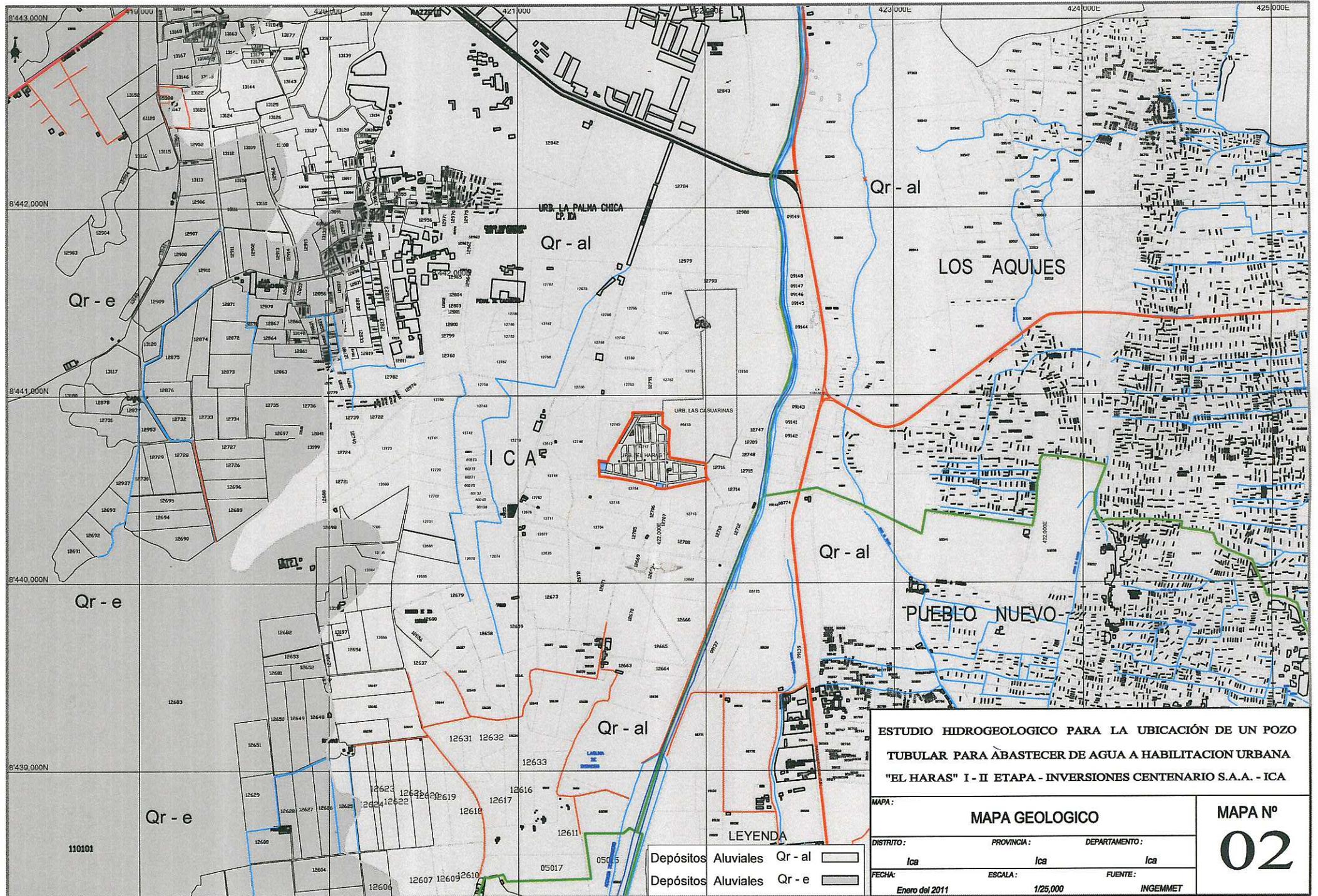
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>GENERAL</b></p> <p>Deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable en la Urbanización Valle Esmeralda, Ica.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>1. ¿Cuáles son los factores para un sistema de abastecimiento de agua potable en la Urbanización Valle Esmeralda, Ica?</p> <p>2. ¿Cuáles son las alternativas de solución para el sistema de abastecimiento de agua potable en la Urbanización Valle Esmeralda, Ica?</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Mejorar y ampliar el sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización Valle Esmeralda, Ica.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>1. Identificar, analizar y evaluar los factores para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable.</p> <p>2. Identificar, analizar y evaluar las alternativas de solución para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable.</p>	<p>Surge de la necesidad de dar solución a los problemas de abastecimiento de agua potable debidos a la sobre-explotación que afectan a la Urbanización Valle Esmeralda, debido al crecimiento de la población y a la antigüedad del sistema de suministro mediante agua subterránea, cuyo abastecimiento se interrumpe, afectando la salubridad de la población servida.</p>	<p>Contar con un sistema de abastecimiento de agua potable eficiente que satisfaga la demanda actual y futura de la población, asegurando las condiciones sanitarias.</p>	<p>Variable Independiente Profundización y rehabilitación del pozo existente.</p> <p>Variable Dependiente Adecuación del pozo existente a las necesidades de la población a servir.</p>	<p>Antecedentes: Actualmente la dotación de agua potable para consumo humano en la urbanización Valle Esmeralda no satisface el requerimiento de abastecerse de agua potable de características y condiciones adecuadas.</p>	<p><b>1.- Tipo de Investigación</b> No experimental, descriptivo.</p> <p><b>2.- Nivel de Investigación</b> Descriptivo.</p> <p><b>3.- Diseño de la Investigación</b> Documental, Campo, comparativo simple de las alternativas propuestas.</p> <p><b>4.- Población</b> Urb. Valle Esmeralda.</p> <p><b>5.- Muestra</b> 7,700 habitantes.</p> <p><b>6.- Técnicas de recolección de datos:</b> Observación y muestreo.</p> <p><b>7.- Instrumentos</b> Fichas de investigación y de campo, guías de observación, cuestionarios.</p>

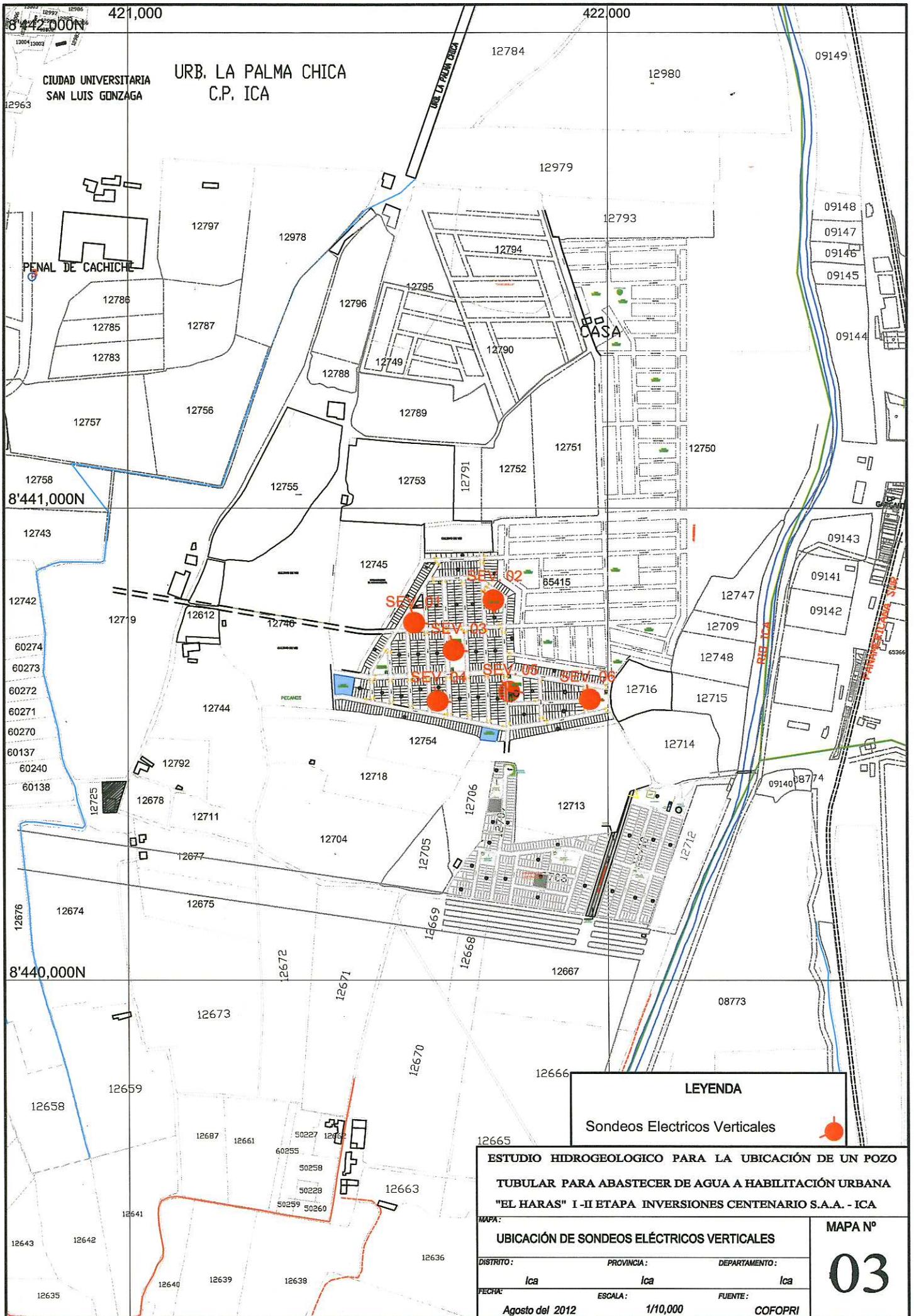
ANEXO 02.



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACIÓN DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER A HABILITACION URBNA "EL HARAS" I - II ETAPA - INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA

PLANO:		MAPA Nº	
<b>UBICACIÓN DEL ÁREA EVALUADA</b>		<b>01</b>	
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	
Ica	Ica	Ica	
FECHA:	ESCALA:	FUENTE:	
Enero del 2011	1/100,000	I.G.N.	





CIUDAD UNIVERSITARIA  
SAN LUIS GONZAGA

URB. LA PALMA CHICA  
C.P. ICA

PENAL DE CACHICHE

CASA

**LEYENDA**

Sondeos Electricos Verticales 

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACIÓN DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER DE AGUA A HABILITACIÓN URBANA "EL HARAS" I-II ETAPA INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA**

MAPA:  
**UBICACIÓN DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES**

DISTRITO: Ica      PROVINCIA: Ica      DEPARTAMENTO: Ica

FECHA: Agosto del 2012      ESCALA: 1/10,000      FUENTE: COFOPRI

MAPA N°  
**03**



**LEYENDA**

- Pozo Tubular Con Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Pozo Tubular No Utilizable
- Sondeos Electricos Verticales
- Resistividad Verdadera H3

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACIÓN DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER DE AGUA A HABILITACIÓN URBANA "EL HARAS" I -II ETAPA INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA**

MAPA: RESISTIVIDADES VERDADERA DEL HORIZONTE H3		
DISTRITO: Ica	PROVINCIA: Ica	DEPARTAMENTO: Ica
FECHA: Agosto del 2012	ESCALA: 1/5,000	FUENTE: COFOPRI

MAPA N°  
**04**

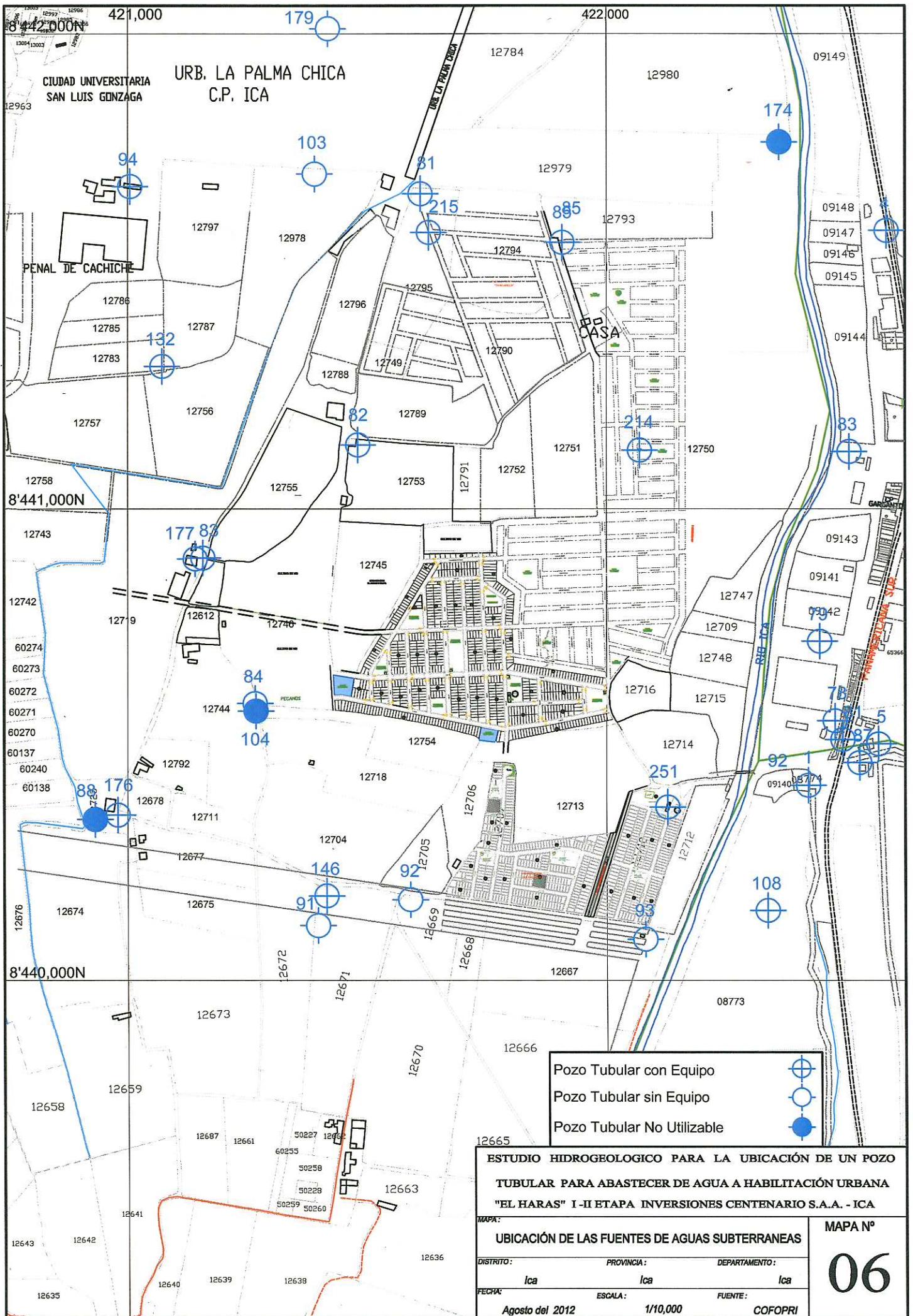


**LEYENDA**

- Pozo Tubular Con Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Pozo Tubular No Utilizable
- Sondeos Electricos Verticales
- Espesores del horizonte H3

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACIÓN DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER DE AGUA A HABILITACIÓN URBANA "EL HARAS" I -II ETAPA INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA**

MAPA: <b>ESPEORES DEL HORIZONTE H3</b>			<b>MAPA N° 05</b>
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	
Ica	Ica	Ica	
FECHA:	ESCALA:	FUENTE:	
Agosto del 2012	1/5,000	COFOPRI	



CIUDAD UNIVERSITARIA  
SAN LUIS GONZAGA

URB. LA PALMA CHICA  
C.P. ICA

PENAL DE CACHICHE

CASA

URB. LA PALMA CHICA

URB. LA PALMA CHICA

-  Pozo Tubular con Equipo
-  Pozo Tubular sin Equipo
-  Pozo Tubular No Utilizable

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACION DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER DE AGUA A HABILITACION URBANA "EL HARAS" I-II ETAPA INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA**

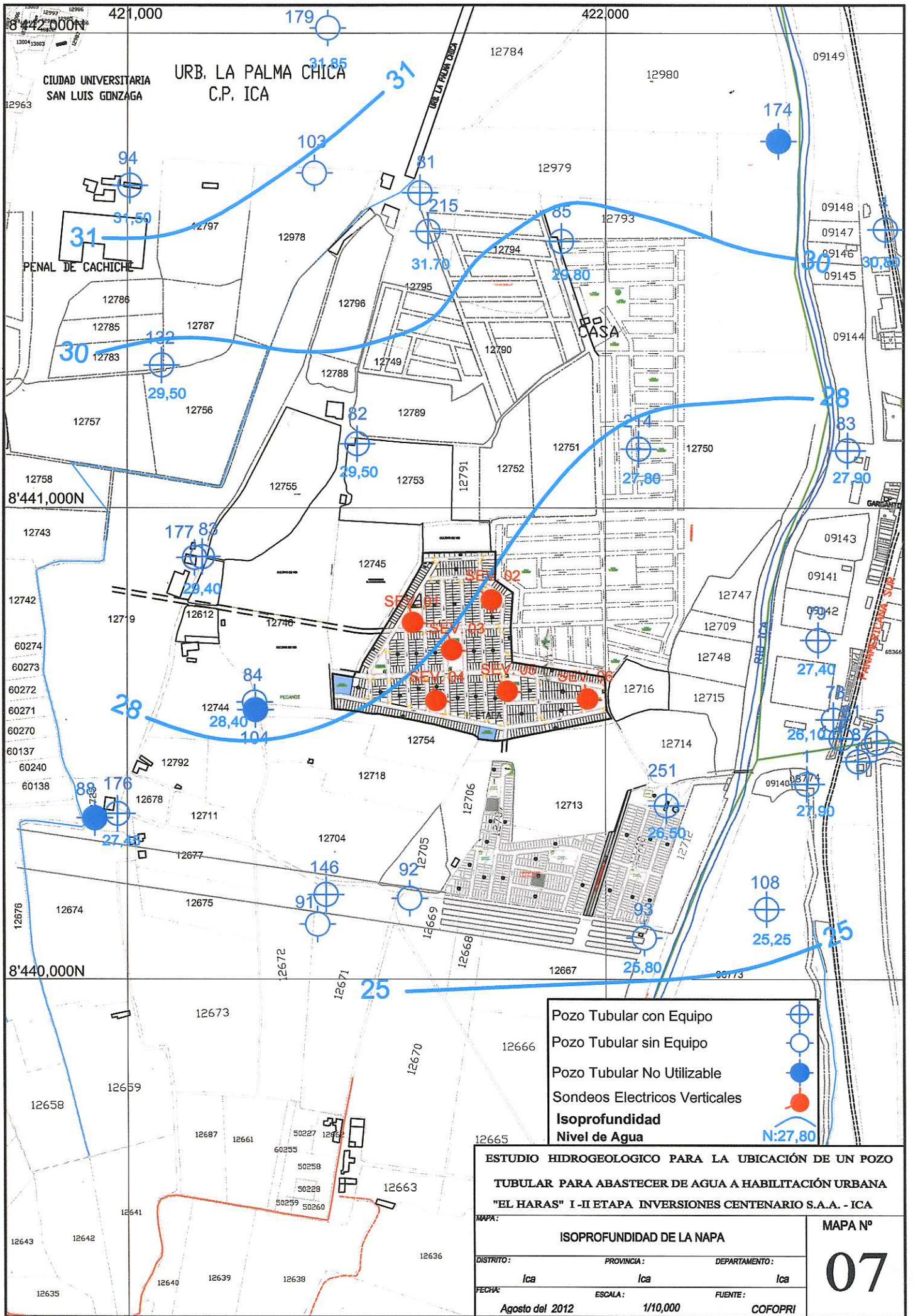
MAPA: UBICACION DE LAS FUENTES DE AGUAS SUBTERRANEAS

MAPA N°

DISTRITO: Ica PROVINCIA: Ica DEPARTAMENTO: Ica

**06**

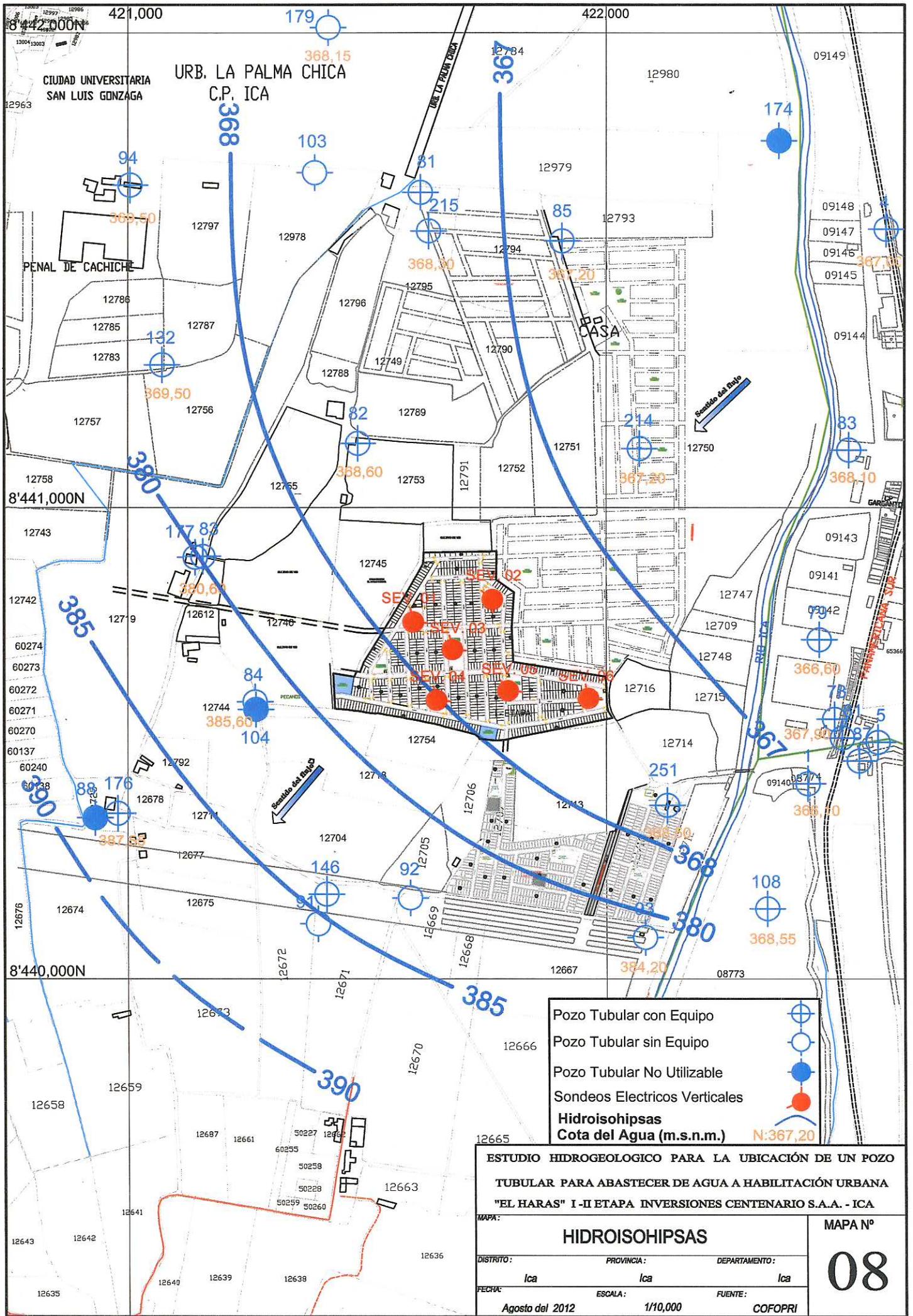
FECHA: Agosto del 2012 ESCALA: 1/10,000 FUENTE: COFOPRI



-  Pozo Tubular con Equipo
-  Pozo Tubular sin Equipo
-  Pozo Tubular No Utilizable
-  Sondeos Electricos Verticales
- Isopropfundidad**
- Nivel de Agua**

<b>ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACIÓN DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER DE AGUA A HABILITACIÓN URBANA "EL HARAS" I-II ETAPA INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA</b>		
MAPA:		
<b>ISOPROFUNDIDAD DE LA NAPA</b>		<b>MAPA Nº</b>
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:
Ica	Ica	Ica
FECHA:	ESCALA:	FUENTE:
Agosto del 2012	1/10,000	COFOPRI

07



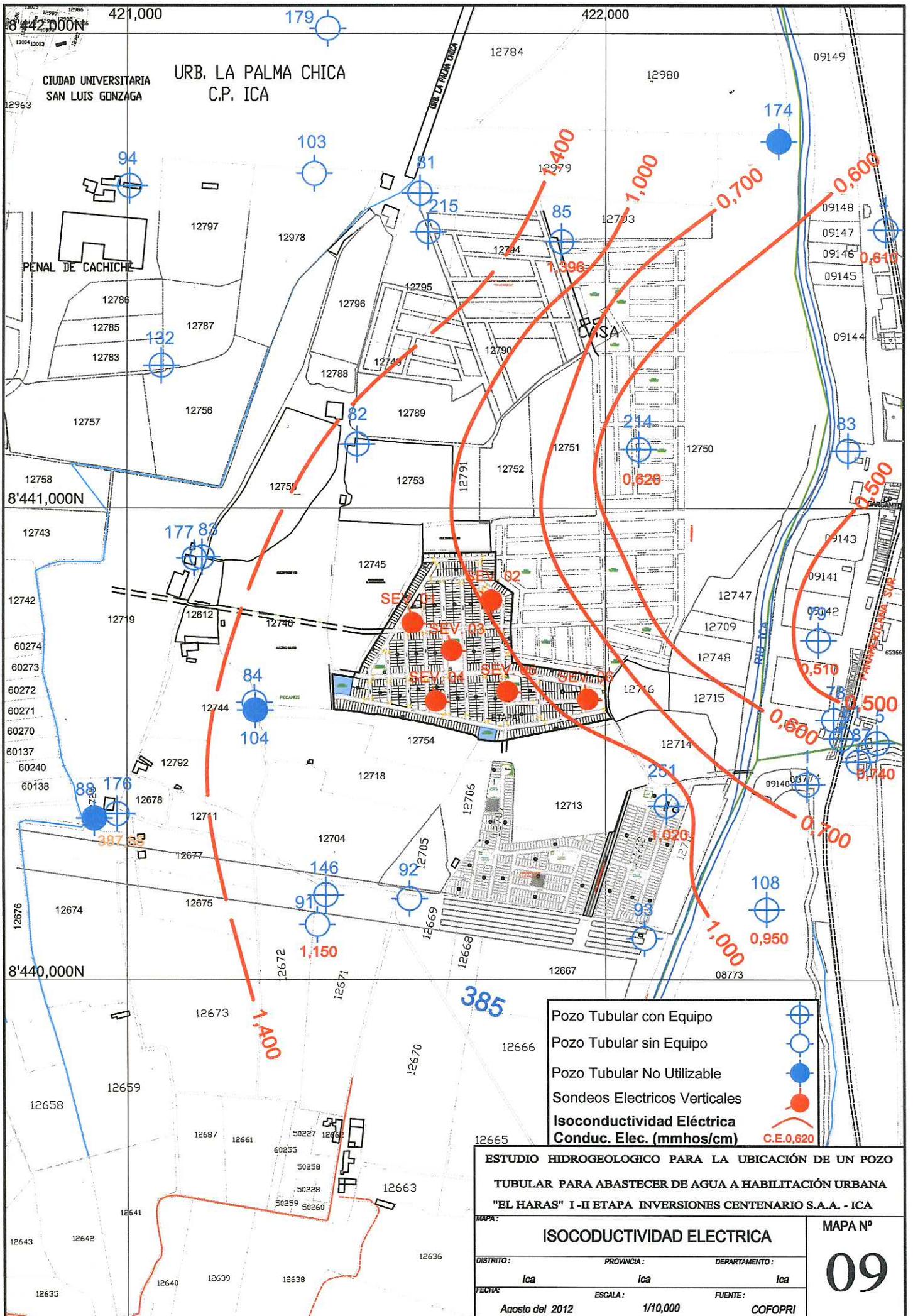
	Pozo Tubular con Equipo
	Pozo Tubular sin Equipo
	Pozo Tubular No Utilizable
	Sondeos Electricos Verticales
	Hidroisohipsas
	Cota del Agua (m.s.n.m.)

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACIÓN DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER DE AGUA A HABILITACIÓN URBANA "EL HARAS" I-II ETAPA INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA**

MAPA: **HIDROISOHIPSAS** MAPA Nº **08**

DISTRITO: *Ica* PROVINCIA: *Ica* DEPARTAMENTO: *Ica*

FECHA: *Agosto del 2012* ESCALA: *1/10,000* FUENTE: *COFOPRI*

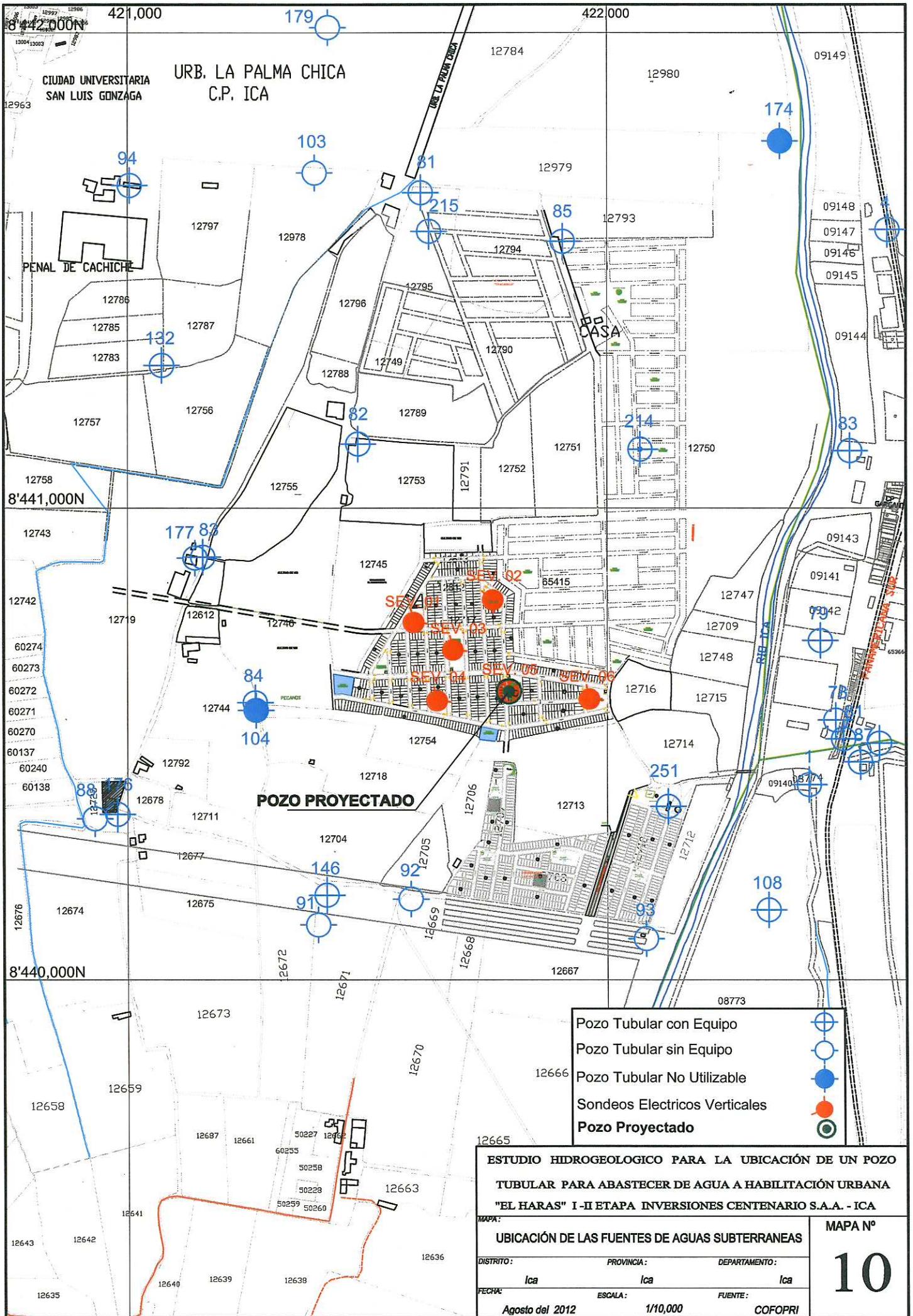


Pozo Tubular con Equipo	
Pozo Tubular sin Equipo	
Pozo Tubular No Utilizable	
Sondeos Electricos Verticales	
Isoconductividad Eléctrica	
Conduc. Elec. (mmhos/cm)	C.E.O,620

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACIÓN DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER DE AGUA A HABILITACIÓN URBANA "EL HARAS" I-II ETAPA INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA**

MAPA: **ISOCODUCTIVIDAD ELECTRICA** MAPA Nº **09**

DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:
Ica	Ica	Ica
FECHA:	ESCALA:	FUENTE:
Aoosto del 2012	1/10,000	COFOPRI



CIUDAD UNIVERSITARIA SAN LUIS GONZAGA  
 URB. LA PALMA CHICA C.P. ICA

PENAL DE CACHICHE

LA CASA

POZO PROYECTADO

- Pozo Tubular con Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Pozo Tubular No Utilizable
- Sondeos Electricos Verticales
- Pozo Proyectado

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA UBICACIÓN DE UN POZO TUBULAR PARA ABASTECER DE AGUA A HABILITACIÓN URBANA "EL HARAS" I-II ETAPA INVERSIONES CENTENARIO S.A.A. - ICA

MAPA:			10
UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUAS SUBTERRANEAS			
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	
Ica	Ica	Ica	
FECHA:	ESCALA:	FUENTE:	
Agosto del 2012	1/10,000	COFOPRI	

## ANEXO 3.

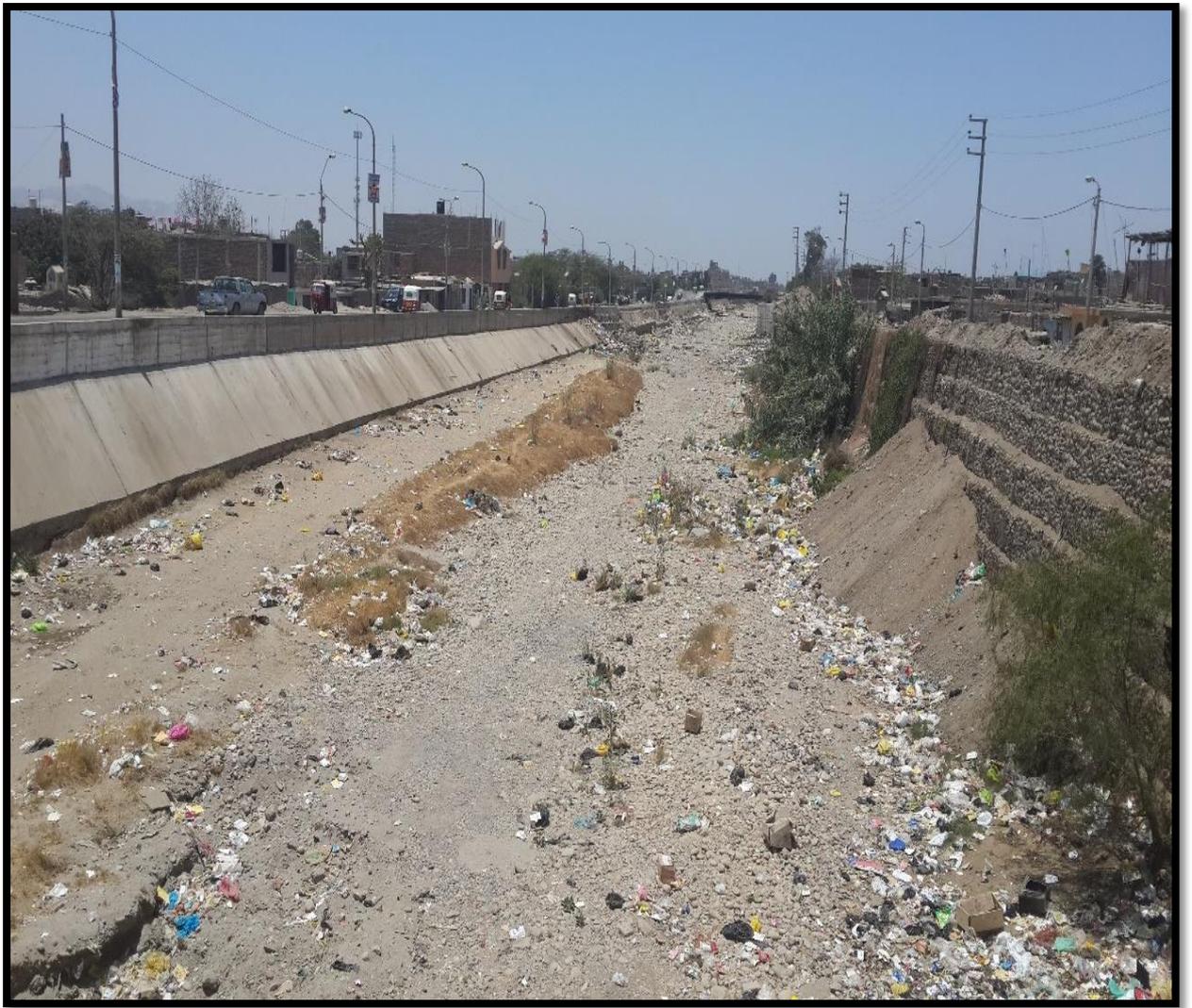
CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES AÑOS 1922 - 2011  
REGISTRADOS EN EL RIO ICA

AÑO	CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m <sup>3</sup> /seg)											PROM. (m <sup>3</sup> /seg)	
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.		DIC.
1922	33.20	74.87	75.70	43.27	6.51	1.91	0.83	0.38	0.24	0.00	0.00	8.62	20.46
1923	37.36	92.44	52.06	25.10	6.78	1.95	0.81	0.18	0.06	0.00	0.00	12.37	19.09
1924	6.31	16.38	55.21	29.30	2.88	0.77	0.78	0.46	0.25	0.52	0.18	0.59	9.47
1925	14.88	57.07	68.91	28.83	14.87	10.85	3.44	1.88	1.20	0.75	2.02	6.09	17.57
1926	30.39	36.06	37.44	41.79	4.44	2.78	2.37	1.61	0.55	0.00	0.00	9.02	13.87
1927	3.49	30.59	57.31	15.87	4.28	1.42	0.57	0.31	0.20	0.00	0.00	2.88	9.74
1928	10.31	20.06	45.88	27.51	5.99	2.23	1.08	0.72	0.24	0.00	0.00	5.26	9.94
1929	7.01	26.96	64.46	13.27	11.50	2.17	0.90	0.43	0.00	0.00	0.00	0.77	10.62
1930	14.65	43.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85
1931	7.12	6.31	6.23	3.56	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96
1932	19.23	60.00	20.44	5.36	0.50	0.50	0.36	0.25	0.20	0.20	0.12	1.90	9.09
1933	5.73	25.75	136.13	37.67	2.20	0.54	0.53	0.50	0.13	0.00	0.00	0.00	17.43
1934	45.42	40.86	97.19	10.20	2.61	1.00	0.75	0.52	0.35	0.25	0.15	0.10	16.62
1935	14.56	29.61	91.58	12.59	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.07	14.05
1936	62.06	16.30	14.73	6.37	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.30
1937	22.66	21.84	21.27	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.64
1938	0.59	55.89	44.47	28.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.75
1939	15.08	50.01	56.83	16.39	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.96	12.16
1940	4.63	13.40	14.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.74
1941	12.44	8.95	11.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.75
1942	44.36	12.73	11.76	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	5.84
1943	21.49	87.92	36.15	26.17	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	14.35
1944	8.28	47.71	72.78	13.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	11.87
1945	13.04	9.63	38.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.06
1946	15.97	157.99	119.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.42
1947	11.36	11.83	1.53	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.53
1948	9.47	45.06	22.29	14.47	9.15	1.03	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.48
1949	12.07	22.03	44.12	25.24	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	5.45	9.19
1950	3.24	15.11	9.54	20.23	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.95	5.09
1951	37.48	45.87	73.74	11.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.64	14.49
1952	33.68	52.50	31.75	11.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.76
1953	5.15	80.05	88.98	12.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	6.45	16.21
1954	25.11	48.31	45.02	5.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.31
1955	66.46	70.62	109.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.57
1956	1.08	36.82	15.26	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.78
1957	2.14	21.46	47.80	20.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.69
1958	1.87	11.03	15.21	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.56
1959	4.16	25.72	25.18	22.85	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	6.94
1960	7.23	15.73	8.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.62
1961	14.04	67.57	27.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.10
1962	25.10	33.13	32.50	16.75	0.00	0.00	0.00	0.00	4.44	10.46	9.50	10.53	11.87
1963	15.73	26.92	46.07	16.38	1.00	1.79	4.06	0.00	0.00	7.80	12.11	21.78	12.80
1964	11.74	11.96	21.14	4.68	0.47	4.40	6.41	0.00	0.00	6.06	9.02	3.64	6.63
1965	1.86	28.67	12.86	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86	8.16	8.01	2.52	5.51
1966	6.49	14.15	15.78	5.80	9.41	2.90	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	1.00	4.73
1967	14.74	72.92	63.46	8.42	7.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.31	5.58	15.04
1968	16.18	9.92	21.33	11.00	10.46	6.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.19	6.46
1969	24.25	4.11	28.14	10.38	7.94	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.04	6.69
1970	41.67	11.97	8.71	6.63	5.87	9.08	6.48	0.00	0.00	0.00	7.65	7.11	8.76
1971	4.96	14.02	28.42	11.50	9.28	8.32	6.01	0.00	4.11	0.00	0.00	1.35	7.33
1972	21.71	27.26	44.83	11.23	0.47	0.19	0.06	0.00	0.00	7.24	10.57	16.23	11.65
1973	29.24	31.16	53.95	17.59	2.88	0.25	0.00	4.22	8.84	9.94	9.95	10.46	14.87
1974	22.68	33.10	23.40	5.01	0.53	0.10	0.05	0.02	4.29	9.96	8.90	6.39	9.54
1975	8.16	14.80	68.89	4.93	1.43	0.15	0.00	0.00	0.00	7.09	8.88	7.67	10.17
1976	19.21	41.21	39.24	8.50	0.73	0.00	0.00	0.00	5.18	7.94	6.60	1.46	10.84
1977	0.81	55.83	34.42	2.25	0.03	0.00	0.00	0.00	6.44	11.15	8.68	9.97	9.97
1978	5.64	11.06	5.91	8.89	0.36	0.00	0.00	0.00	0.21	8.26	2.95	3.61	6.61
1979	0.36	4.81	25.85	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.94	8.22	3.85	6.61
1980	11.99	6.88	13.12	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.05	2.79
1981	6.09	36.37	16.94	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.61	7.07	6.91	7.98	8.75
1982	7.18	54.98	16.35	10.45	0.00	0.00	0.00	0.05	7.29	9.11	7.38	9.40	9.40
1983	10.46	2.30	8.97	8.97	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	2.71	2.71
1984	4.00	30.43	32.89	11.96	3.93	0.25	0.00	0.00	0.61	7.14	11.47	17.58	10.02
1985	9.27	41.37	16.62	12.99	4.58	0.20	0.08	0.00	4.62	7.18	7.48	10.36	9.56
1986	42.65	48.43	27.72	11.90	1.48	0.19	0.00	0.00	0.81	6.81	8.50	12.89	13.45
1987	26.69	15.97	3.27	2.69	0.00	0.00	0.00	0.00	3.77	6.76	7.12	5.52	5.52
1988	15.97	26.17	8.42	7.33	8.51	0.18	0.00	0.00	0.00	5.67	7.74	6.87	6.87
1989	16.81	40.19	36.01	15.67	0.00	0.00	0.00	0.00	6.64	6.80	6.82	10.75	10.75
1990	7.57	0.29	11.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17	4.44	3.74	2.36	2.36
1991	16.07	10.07	19.39	7.13	3.36	0.00	0.00	0.00	5.91	6.54	5.26	6.15	6.15
1992	0.38	0.34	0.60	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.02	7.07	0.99	0.99
1993	9.13	14.03	15.64	13.25	7.05	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
1994	20.36	0.00	72.25	13.55	3.73	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.16
1995	11.40	6.94	38.00	9.89	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	9.02	7.02	7.02
1996	15.96	48.39	26.41	15.46	0.88	0.05	0.05	0.05	0.05	0.71	7.57	9.64	9.64
1997	10.83	19.27	13.52	7.18	2.73	0.10	0.10	0.10	0.17	0.10	2.80	14.45	5.95
1998	49.47	23.67	21.87	7.97	6.46	0.37	0.09	0.08	0.07	0.37	3.31	5.57	9.94
1999	10.28	57.36	37.37	16.88	3.64	0.19	0.10	0.10	1.97	5.25	6.06	11.61	11.61
2000	23.03	30.15	43.30	8.85	8.45	1.51	0.18	0.15	1.90	7.01	6.43	13.10	12.01
2001	38.44	53.75	88.86	22.83	6.99	1.60	0.38	0.16	0.13	5.92	7.55	6.82	19.45
2002	12.80	29.89	31.86	19.46	1.51	0.17	0.10	0.15	1.50	8.90	8.73	12.25	10.61
2003	11.69	17.79	27.37	12.64	4.80	0.64	0.16	0.13	0.08	1.85	6.80	10.76	7.89
2004	8.11	13.36	18.65	10.31	5.92	4.80	0.96	0.10	0.10	7.24	9.07	7.35	7.16
2005	6.16	9.46	16.35	11.49	6.57	3.87	0.20	0.10	0.10	1.04	6.06	8.26	5.81
2006	14.53	42.58	48.71	12.28	0.97	0.10	0.10	0.10	0.35	5.86	5.95	8.90	11.70
2007	18.93	9.51	34.45	25.41	4.40	0.05	0.05	0.05	0.05	3.20	6.21	6.89	9.10
2008	28.17	36.35	31.11	13.33	5.08	2.00	0.05	0.05	0.05	3.24	0.05	5.12	10.38
2009	12.82	50.31	29.87	11.95	0.80	0.11	0.08	0.06	0.86	5.56	7.55	11.31	10.94
2010	19.41	14.96	25.30	13.16	0.80	0.09	0.07	0.09	0.05	0.04	4.34	7.12	7.12
2011	26.30	38.94	17.81	37.07	8.57	7.17	0.12	0.49	0				

ANEXO 4.



**Estado actual del río Ica en los meses de setiembre, octubre y noviembre.**



**Cantidad de basura echada sobre el lecho del río Ica, perjudicando el cauce del río.**

**ANEXO 05.**  
**MEJORAMIENTO DEL POZO TUBULAR IRHS 07 - 90.00 M DE PROFUNDIDAD**  
**URBANIZACION VALLE ESMERALDA ,DISTRITO PUEBLO NUEVO - ICA**

PTDA	DESCRIPCION	U	CANT.	P.UNIT.	P.TOTAL
<b>1.0.0</b>	<b><u>TRASLADO E INSTALACION EQUIPO PERFORACION</u></b>				
1.0.1	Traslado y retiro	Global			1,000.00
1.0.2	Montaje y desmontaje de máquina perforadora Maquina Alterna - por espacio reducido (Caseta) Instalacion de la maquina y otros	Global			800.00
<b>2.0.0</b>	<b><u>TRABAJOS PRELIMINARES</u></b>				
2.0.1	Desmontaje del equipo actual	Global			800.00
2.0.2	Aplicación de hexametafosfato de sodio	Kg	200.00	5.00	1,000.00
2.0.3	Cepillado o Pistoneo Suave	Hr	24.00	50.00	1,200.00
<b>3.0.0</b>	<b><u>TUBERIA (solo materiales)</u></b>				
3.0.1	Columna de empalme a los filtros diam 12" calidad acero negro 6 mm de espesor	ML	60.50	160.00	9,680.00
3.0.2	Rejilla diam 12" calidad acero inox tipo puente trapezoidal x 6 mm de espesor.	ML	30.00	380.00	11,400.00
<b>4.0.0</b>	<b><u>DESARROLLO DEL POZO</u></b>				
4.0.1	Provisión de grava seleccionada, canto rodado calidad basalto	M3	20.00	125.00	2,500.00
4.0.2	Instalación de columna de produccion y colocación de grava	ML	90.00	24.50	2,205.00
4.0.3	Desarrollo por medio de pistoneo de 72 horas incluye preparación de equipo	Hr	72.00	50.00	3,600.00
4.0.4	Prueba de Verticalidad	Global			240.00
<b>5.0.0</b>	<b><u>PRUEBA DE BOMBEO</u></b>				
5.0.1	Montaje y desmontaje de la bomba con su respectiva columna	Global			1,000.00
5.0.2	Bombeo de prueba, incluyendo el aforo del pozo durante las 72 horas	Hr	72.00	50.00	3,600.00
<b>6.0.0</b>	<b><u>OTROS TRABAJOS</u></b>				
6.0.1	Desinfección, tapa de fierro soldada a la boca del pozo	U	1.00	200.00	200.00
6.0.2	Sello sanitario de concreto	Und	3.00	95.00	285.00
6.0.3	Sello en el fondo del pozo	Global	1.00		60.00
6.0.4	Limpieza del terreno	Global	1.00	200.00	200.00
<b>SUB TOTAL</b>					<b>39,770.00</b>
UTILIDAD 5%					1,988.50
<b>SUB TOTAL</b>					<b>41,758.50</b>
I.G.V. 18%					7,516.53
<b>TOTAL</b>					<b>49,275.03</b>

La propuesta **NO incluye**

(\*) El propietario suministrara el fluido electrico

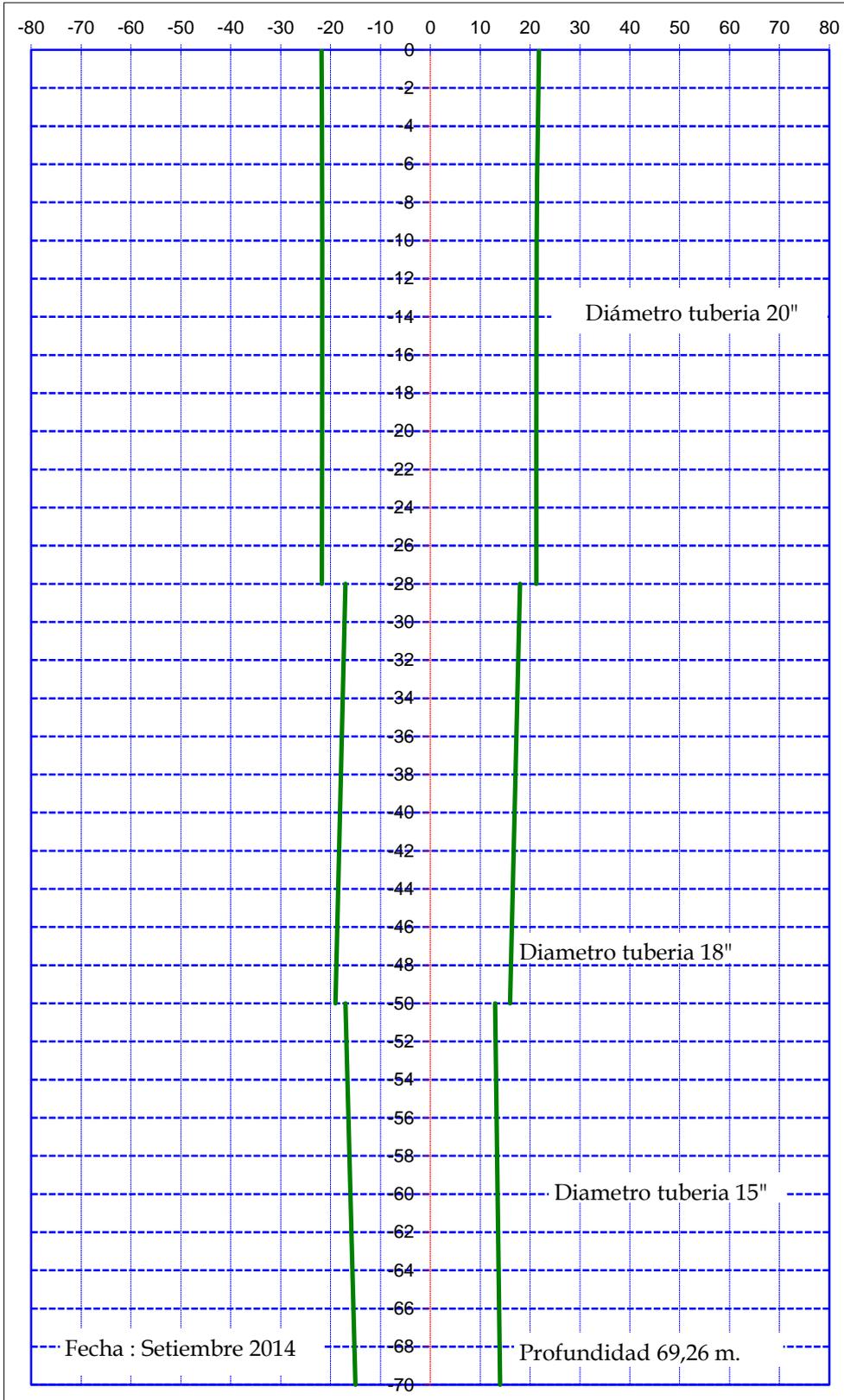
(\*) La proforma es teniendo en cuenta 30 m de area filtrante de acero inoxidable

(\*) Validez de la proforma 20 dias

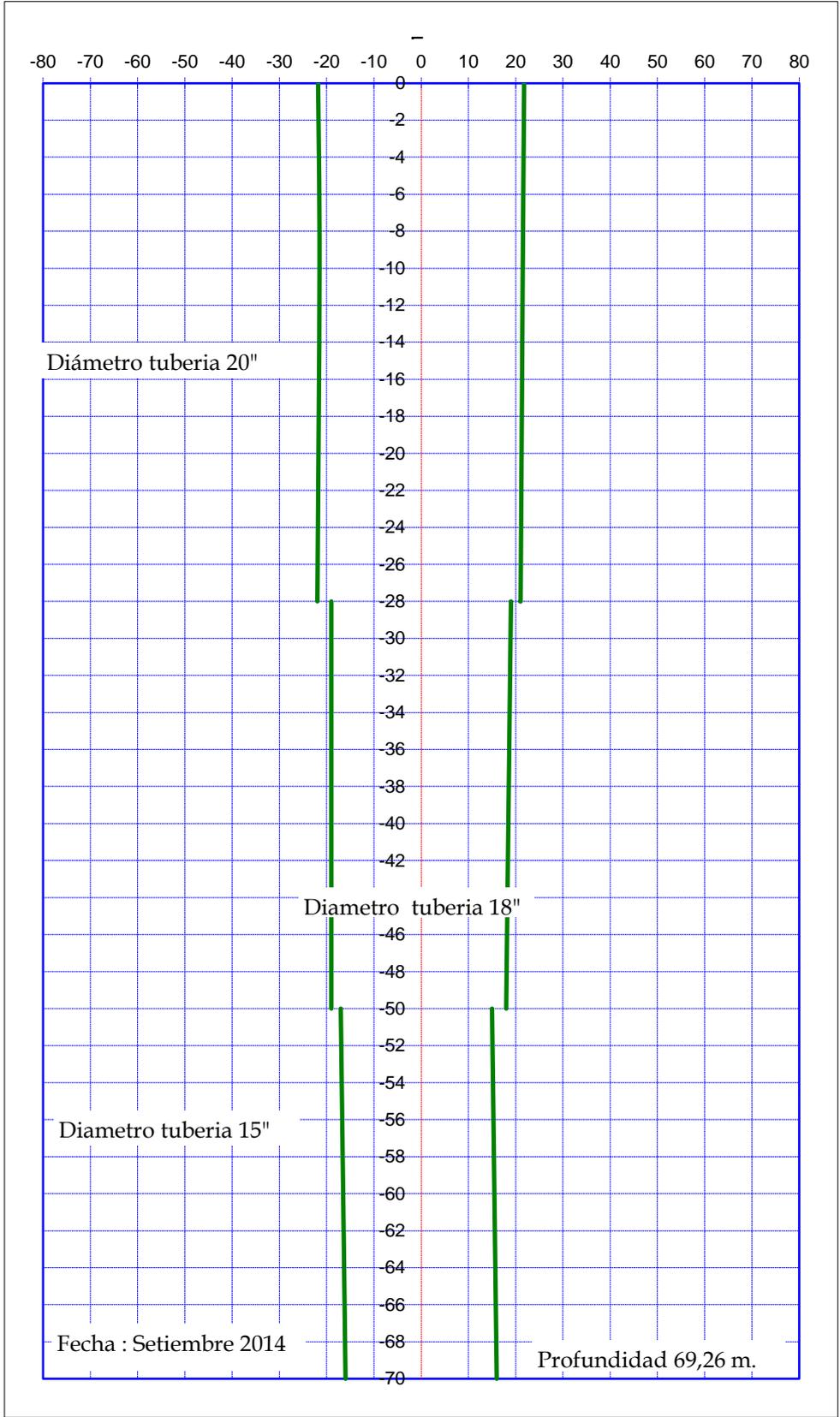


ANEXO 07.

PRUEBA DE VERTICALIDAD POZO URB. VALLE ESMERALDA-  
ICA. - NORTE SUR



**PRUEBA DE VERTICALIDAD POZO URB. VALLE  
ESMERALDA-ICA. - ESTE OESTE**



## **1.0.0. PROSPECCION GEOFISICA.**

### **1.1.0. Introducción.**

#### **1.1.1. Generalidades.**

La presente prospección geofísica, se realizó con el propósito de conocer la existencia de aguas subterráneas en los terrenos de la Urbanización Valle Esmeralda, es decir determinar las características físicas del subsuelo, tanto su naturaleza acuífera y estructura, esto es determinar la litología de sus diferentes capas así como sus respectivas resistividades y espesores. Esta información se relaciona con el marco geológico de la zona en estudio, dando como resultado el conocimiento indirecto de la naturaleza acuífera del subsuelo.

El estudio ha permitido obtener el perfil del subsuelo, donde se identificaron una variedad de estratos de diferente permeabilidad así como el espesor del relleno de cobertura, estructuras acuíferas y la profundidad del substrato impermeable.

La evaluación geofísica se realizó en dos fases. La primera consistió en la toma de datos geo eléctricos de campo. La segunda fase se realizó en gabinete, y consistió en el análisis e interpretación de los sondajes eléctricos.

Geológicamente la zona esta compuesta por depósitos del cuaternario reciente compuesto por materiales de origen aluvial.

El estudio reúne los datos tomados en el campo, su análisis, procesamiento e interpretación y las conclusiones y recomendaciones

#### **1.1.2. Ubicación De La Zona De Estudio**

La zona de estudio se encuentra ubicada en la zona denominada Urbanización Valle Esmeralda, políticamente corresponde al distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ica, departamento de Ica. Donde se ejecutó 06 sondajes Eléctricos Verticales, su relieve es plano y está constituido por materiales de grano medio y fino. (FIG N° 01)

#### **1.1.3. Objetivos del Estudio**

El objetivo principal del estudio geofísico es la identificación de estructuras acuíferas, dentro de ello diferencia lo siguiente:

- Litología del subsuelo.
- Espesor del relleno de cobertura.
- Identificación de zonas de embalse de agua subterránea y/o depósitos acuíferos.
- Resistividad y espesor de las capas geo eléctricas.
- Permeabilidad de los suelos en términos cualitativos.
- Profundidad del substrato impermeable.

-Anomalías estructurales como: fallas geológicas, sobre-escurrimientos, etc.

### **1.2.0. Prospección Geofísica**

La prospección geofísica que se aplicó fue el de resistividades en su variante de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV), con espaciamiento simétrico de los electrodos de emisión de corriente

#### **1.2.1 Método del Sondaje Eléctrico Vertical.**

##### **Fundamento del Método**

Los métodos eléctricos de corriente continua son los más utilizados como parte de estudios geodinámicas y de aguas subterráneas; constituyen un apoyo muy eficiente para el geólogo.

El agua contenida en las capas del subsuelo tienen suficientes sales para asegurar la conducción de la corriente eléctrica aplicada al suelo; la medida de la resistividad eléctrica refleja la aptitud de los terrenos al permitir el paso de la corriente en relación con la presencia del agua.

Hay tres factores principales que influyen directamente sobre la resistividad de un terreno:

-La porosidad de la roca: a mayor porosidad, ya sea intrínseca o de fractura, menor resistividad.

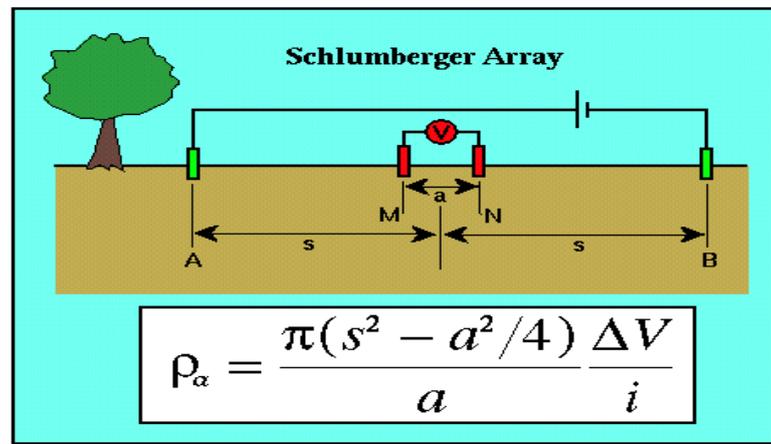
-La resistividad del agua: a menor resistividad del agua (más salada),

-La arcillosidad del terreno: a mayor arcillosidad, menor resistividad.

## Configuración Schlumberger

La configuración simétrica de Schlumberger, emplea 4 electrodos donde los dos centrales o de potencial M y N (a) se mantienen constantes, y las mediciones se realizan variando la distancia de los electrodos exteriores o también llamados electrodos de emisión de corriente (A y B).

La configuración de este método de medición se muestra en la siguiente Figura.



Pa : Resistividad Aparente (ohmio-metro)

$\Delta V$  : Diferencia de potencial (Voltio)

I : Intensidad de corriente (Amperios)

K : Coeficiente geométrico

AB : Electrodos de corriente

MN : Electrodos de potencial

## Trabajo de Campo

La operación de campo consistió en la ejecución de seis sondajes eléctricos verticales.

Durante la adquisición de datos se revisaron continuamente los datos de campo con el fin de corregir y/o evitar cualquier problema causado por corrientes telúricas, heterogeneidad del terreno, variaciones laterales,

anisotropía del medio y polarización de los electrodos, con la finalidad de garantizar una adecuada adquisición de datos.

La apertura de los electrodos de emisión de corriente AB fue de 400m,

### **Equipo Utilizado**

Para la ejecución de los Sondajes Eléctricos Verticales, se utilizó un equipo geofísico denominado Mili voltímetro de corriente continua, cuyas características técnicas son las siguientes:

-Modelo DDC – 2B

-08 escalas para la medición de potencial: 0-1-3-10-30-300-1000-2000 milivoltios.

-06 escalas para la medición de la corriente: 0-10-30-100-300-3000 miliamperios.

-La corriente máxima permisible del interruptor de control de suministro está limitada a 3,000 miliamperios.

-Precisión de medidas de 0 a 3 milivoltios no mayor de más menos 3 % y de 0 a 10 milivoltios no mayor de más menos 1,5 %.

-La impedancia de entrada no es menor que 8 Megohmios para todos los rangos de medición.

-El instrumento está equipado con un compensador de polarización continua, de 03 grados, grueso, mediano y fino. El rango de compensación máxima es de más menos 450 milivoltios.

-El instrumento está equipado con un interruptor de control de suministro, con una capacidad de control de 1,2 Kwatt (3 amperios- 400 voltios).

-Fuente de alimentación de energía eléctrica que va en el interior del equipo, compuesto por 11 pilas secas de 1.5 Voltios y de tamaño mediano.

El equipo geofísico se complementa con accesorios como: dos carretes con cables eléctricos de 300 metros c/u, electrodos, combas, multitestter, etc.

En la siguiente vista se observa el equipo geofísico que se empleó para la ejecución de los sondajes.



Vista de Equipo geofísico empleado

### Trabajo de Gabinete

La información de campo se ha procesado de acuerdo a las técnicas establecidas para la exploración eléctrica. En base a la información, se han interpretado los sondeos en términos de resistividad y espesores, los mismos que han permitido elaborar cortes geoelectricos.

La interpretación de los sondeos consistió en determinar la distribución vertical de las resistividades y espesores de los diferentes horizontes geoelectricos identificados.

Para tal fin se hizo uso de curvas maestras para sondeos eléctricos elaboradas por Ernesto Orellana y Harold Mooney.

## 1.3.0. RESULTADOS DE LA PROSPECCION

### 1.3.1. Cuadro de Resultados

Los resultados producto de la interpretación cuantitativa de los sondeos eléctricos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 2**  
**Resultados de Interpretación**  
**De Sondajes Eléctricos**

<b>N°DE SONDAJE</b>	<b>Horiz.</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>R 4</b>
<b>SEV-1</b>	$\rho(\Omega\text{-m})$	<b>2140</b>	<b>14</b>	<b>68</b>	<b>187</b>
	<b>E (m)</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>X</b>
	$\Sigma$ (m)	<b>19</b>	<b>39</b>	<b>99</b>	<b>--</b>
<b>SEV-2</b>	$\rho(\Omega\text{-m})$	<b>4260</b>	<b>10</b>	<b>58</b>	<b>213</b>
	<b>E (m)</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>58</b>	<b>X</b>
	$\Sigma$ (m)	<b>20</b>	<b>38</b>	<b>96</b>	<b>X</b>
<b>SEV-3</b>	$\rho(\Omega\text{-m})$	<b>8600</b>	<b>6</b>	<b>60</b>	<b>226</b>
	<b>E (m)</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>x</b>
	$\Sigma$ (m)	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>84</b>	<b>--</b>
<b>SEV-4</b>	$\rho(\Omega\text{-m})$	<b>2432</b>	<b>11</b>	<b>48</b>	<b>189</b>
	<b>E (m)</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>58</b>	<b>x</b>
	$\Sigma$ (m)	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>95</b>	<b>--</b>
<b>SEV-5</b>	$\rho(\Omega\text{-m})$	<b>4254</b>	<b>14</b>	<b>54</b>	<b>254</b>
	<b>E (m)</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>x</b>
	$\Sigma$ (m)	<b>18</b>	<b>38</b>	<b>98</b>	<b>--</b>
<b>SEV-6</b>	$\rho(\Omega\text{-m})$	<b>8590</b>	<b>8</b>	<b>62</b>	<b>232</b>
	<b>E (m)</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>x</b>
	$\Sigma$ (m)	<b>19</b>	<b>37</b>	<b>91</b>	<b>--</b>

**Donde:**

$\rho$ : resistividad eléctrica en ohmio-metro

**E**: espesor del horizonte geoelectrico en metros.

**R**: horizonte geoelectrico en metros.

**1.3.2. Resultados de Sondajes Eléctricos**

**Sondaje N°1:**

**Capa 1**

Resistividad: 2140 ohm-m

Espesor: 19 metros

Litología: suelo de cobertura en estado seco

**Capa 2**

Resistividad: 14 ohm-m

Espesor: 20 metros

Litología: suelo arcillo-arenoso.

Permeabilidad: baja

**Capa 3**

Resistividad: 68 ohm-m  
Espesor: 60 mts  
Litología: acuífero saturado compuesto por grava, arena y canto rodado  
Permeabilidad: buena

**Capa 4**

Resistividad: 187 ohm-m  
Espesor: indeterminado  
Litología: substrato rocoso.

**Sondaje N°2:****Capa 1**

Resistividad: 4260 ohm-m  
Espesor: 20 metros  
Litología: suelo de cobertura en estado seco

**Capa 2**

Resistividad: 10 ohm-m  
Espesor: 18 metros  
Litología: suelo arcillo-arenoso.  
Permeabilidad: baja

**Capa 3**

Resistividad: 58 ohm-m  
Espesor: 58 mts  
Litología: acuífero saturado compuesto por grava, arena y canto rodado  
Permeabilidad: buena

**Capa 4**

Resistividad: 213 ohm-m  
Espesor: indeterminado  
Litología: substrato rocoso.

**Sondaje N°3:****Capa 1**

Resistividad: 8600 ohm-m  
Espesor: 18 metros  
Litología: suelo de cobertura en estado seco

**Capa 2**

Resistividad: 6 ohm-m  
Espesor: 16 metros  
Litología: suelo arcillo-arenoso.  
Permeabilidad: baja

**Capa 3**

Resistividad: 50 ohm-m  
Espesor: 60 mts  
Litología: acuífero saturado compuesto por grava, arena y canto rodado  
Permeabilidad: buena

**Capa 4**

Resistividad: 226 ohm-m  
Espesor: indeterminado  
Litología: substrato rocoso.

**Sondaje N°4:****Capa 1**

Resistividad: 2432 ohm-m  
Espesor: 21 metros  
Litología: suelo de cobertura en estado seco

**Capa 2**

Resistividad: 14 ohm-m  
Espesor: 20 metros  
Litología: suelo arcillo-arenoso.  
Permeabilidad: baja

**Capa 3**

Resistividad: 58 ohm-m  
Espesor: 60 mts  
Litología: acuífero saturado compuesto por grava, arena y canto rodado  
Permeabilidad: buena

**Capa 4**

Resistividad: 189 ohm-m  
Espesor: indeterminado  
Litología: substrato rocoso.

**Sondaje N°5:****Capa 1**

Resistividad: 4254 ohm-m  
Espesor: 18 metros  
Litología: suelo de cobertura en estado seco

**Capa 2**

Resistividad: 14 ohm-m  
Espesor: 20 metros  
Litología: suelo arcillo-arenoso.  
Permeabilidad: baja

**Capa 3**

Resistividad: 54 ohm-m  
Espesor: 60 mts  
Litología: acuífero saturado compuesto por grava, arena y canto rodado  
Permeabilidad: buena

**Capa 4**

Resistividad: 254 ohm-m  
Espesor: indeterminado  
Litología: substrato rocoso.

**Sondaje N°6:****Capa 1**

Resistividad: 8590 ohm-m  
Espesor: 19 metros  
Litología: suelo de cobertura en estado seco

**Capa 2**

Resistividad: 8 ohm-m  
Espesor: 18 metros  
Litología: suelo arcillo-arenoso.  
Permeabilidad: baja

**Capa 3**

Resistividad: 62 ohm-m  
Espesor: 54 mts  
Litología: acuífero saturado compuesto por grava, arena y canto rodado  
Permeabilidad: buena

**Capa 4**

Resistividad: 232 ohm-m  
Espesor: indeterminado  
Litología: substrato rocoso.

Trazado de cortes geo eléctricos Fig. N° 02

### 1.3.3. Columna Geoelectrica Generalizada de la Zona de Estudio

De acuerdo a los resultados obtenidos la columna litológica de la zona de estudio es la siguiente:

**Capa R1:** corresponde a la capa que va casi desde la superficie. Presenta resistividad entre 2149 y 8600 ohm-m asociado a la ocurrencia de materiales de origen aluvial de granulometría variada. Su espesor es de 20 m aproximadamente.

**Capa R2:** se ubica subyaciendo a la capa 1, con resistividad entre 6 y 14 ohm-m relacionado a materiales de grano fino como arcilla con limo y arena fina sin saturación de agua.

**Capa R3:** con resistividad entre 54 y 68 ohm-m correspondiente a la ocurrencia de materiales permeables de grano grueso como; canto rodado, grava, arena y con saturación de agua. Su espesor oscila entre 50 mts y 60 mts.

**Capa R4:** última capa prospectada. Presenta valores resistivos (entre 180 y 432 ohm-m) relacionados al substrato impermeable de naturaleza probablemente rocosa.

### 1.3.4. Descripción de Cortes y Mapas Geoelectricos

#### a) Corte Geoelectrico A-A (Fig. N° 3)

Construida con orientación de Nor-Oeste a Sur-Este y con los sondajes N° 1, 2 y 3.

En la sección se observa debajo de la segunda capa (R2), un depósito que se encontraría saturado de agua constituyendo un depósito acuífero que por sus valores de resistividad sería de buena permeabilidad. Su espesor varía entre 50 m y 60m.

Subyaciendo a la capa acuífera (R3) se ve valores resistivos relacionados al substrato impermeable de naturaleza rocosa.

#### b) Corte Geoelectrico B-B (Fig. N° 4)

Construida en sentido transversal al corte A y compuesta con los sondajes N° 1, 5 y 6.

El corte como se ve presenta similares características prospectivas del corte A, donde la tercera capa sería la de interés hidrogeológico. Litológicamente estaría compuesto por materiales de origen aluvial permeables.

### **c) Mapa de Resistividades Del Horizonte Acuífero R3 (Fig. Nº 5)**

Este mapa permite visualizar en planta las variaciones de resistividad de una determinada capa. En este caso se ha graficado con los valores de resistividad de la capa acuífera R3.

En el mapa se observa curvas de resistividad con valores entre 54 y 68 ohm-m que denotan la ocurrencia de materiales permeables de grano grueso.

### **d) Mapa De Espesores Del Horizonte Acuífero R3 (Fig. Nº 6)**

El mapa de espesores o isopacos, permite visualizar en planta las variaciones de los espesores de un determinado horizonte.

El mapa se ha graficado con los espesores del horizonte acuífero R3, donde se observa que las iso- curvas varían entre 52 mts y 60 mts,

### **e) Mapa De Profundidades Al Techo Del Substrato Rocoso (Fig. Nº 7)**

El mapa de profundidades permite visualizar en planta mediante iso-curvas las profundidades de un determinado horizonte, tomando como referencia la superficie suelo aire. En este caso se ha graficado el mapa con las profundidades al techo del substrato rocoso.

En el mapa se observa que las curvas de profundidad varían entre 84mts y 100 mts.

## **1.4.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

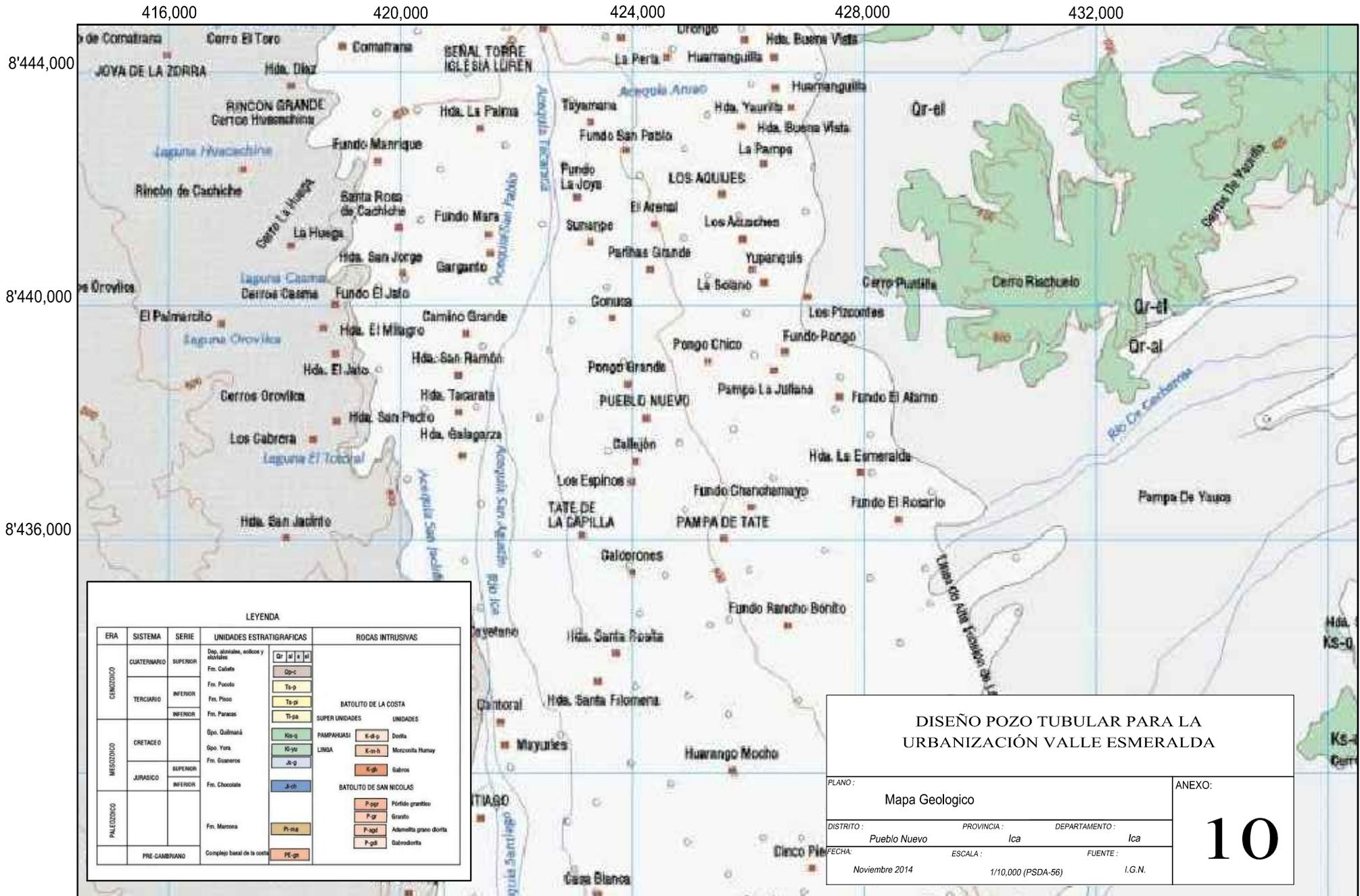
La presente prospección de aguas subterráneas se realizó con el fin de evaluar las condiciones acuíferas de la zona prospectada, donde se proyecta la captación de aguas subterráneas a través de un pozo tubular.

El análisis e interpretación de seis sondajes eléctricos ha permitido arribar a las conclusiones siguientes:

- Se ha identificado 4 capas geoelectricas donde la capa R3 a partir de 37 mts de profundidad aproximadamente se encontraría con saturación de agua, conformando un deposito acuífero de interés hidrogeológico. Su espesor varía entre 50m y 60m. Litológicamente el acuífero estaría constituido por materiales permeables como: grava, arena, limo y canto rodado.

- La base impermeable del acuífero estaría constituida por material de naturaleza rocosa.

De acuerdo a los resultados obtenidos la zona prospectada presenta condiciones acuíferas favorables para la ubicación de un pozo tubular de 100m de profundidad.



**LEYENDA**

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	SUPERIOR	Dcp. aluviales, colinas y aluviales	<b>QR-el</b>   <b>QR-al</b> <b>QR-c</b> <b>TR-p</b> <b>TR-pa</b> <b>TR-pa</b> <b>TR-pa</b>
		INFERIOR	Fm. Cañete	
	TERCIARIO	INFERIOR	Fm. Pocoto	
MESOZOICO	CRETACEO		Fm. Pisco	<b>BATOLITO DE LA COSTA</b> <b>SUPER UNIDADES</b> <b>UNIDADES</b> <b>PAMPANIASI</b>   <b>K-d-p</b> Dorita <b>LINGA</b>   <b>K-a-h</b> Morconita Humay <b>ab-g</b>   <b>K-g</b> Gabros
			Fm. Paracas	
			Gpo. Dullmaná	
		SUPERIOR	Gpo. Yura	
	INFERIOR	Fm. Guanero	<b>BATOLITO DE SAN NICOLAS</b> <b>P-gpr</b> Pírida granítica <b>P-gr</b> Granito <b>P-agi</b> Admetita grano dorita <b>P-gd</b> Gabbrodorita	
PALEOZOICO	JURASICO		Fm. Choclate	
			Fm. Mazona	
PRE CAMBIANO			Complejo basal de la costa	<b>PE-gn</b>

**DISEÑO POZO TUBULAR PARA LA URBANIZACIÓN VALLE ESMERALDA**

PLANO:		ANEXO:	
Mapa Geologico		<b>10</b>	
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	
Pueblo Nuevo	Ica	Ica	
FECHA:	ESCALA:	FUENTE:	
Noviembre 2014	1/10,000 (PSDA-56)	I.G.N.	

422,000

422,500

423,000

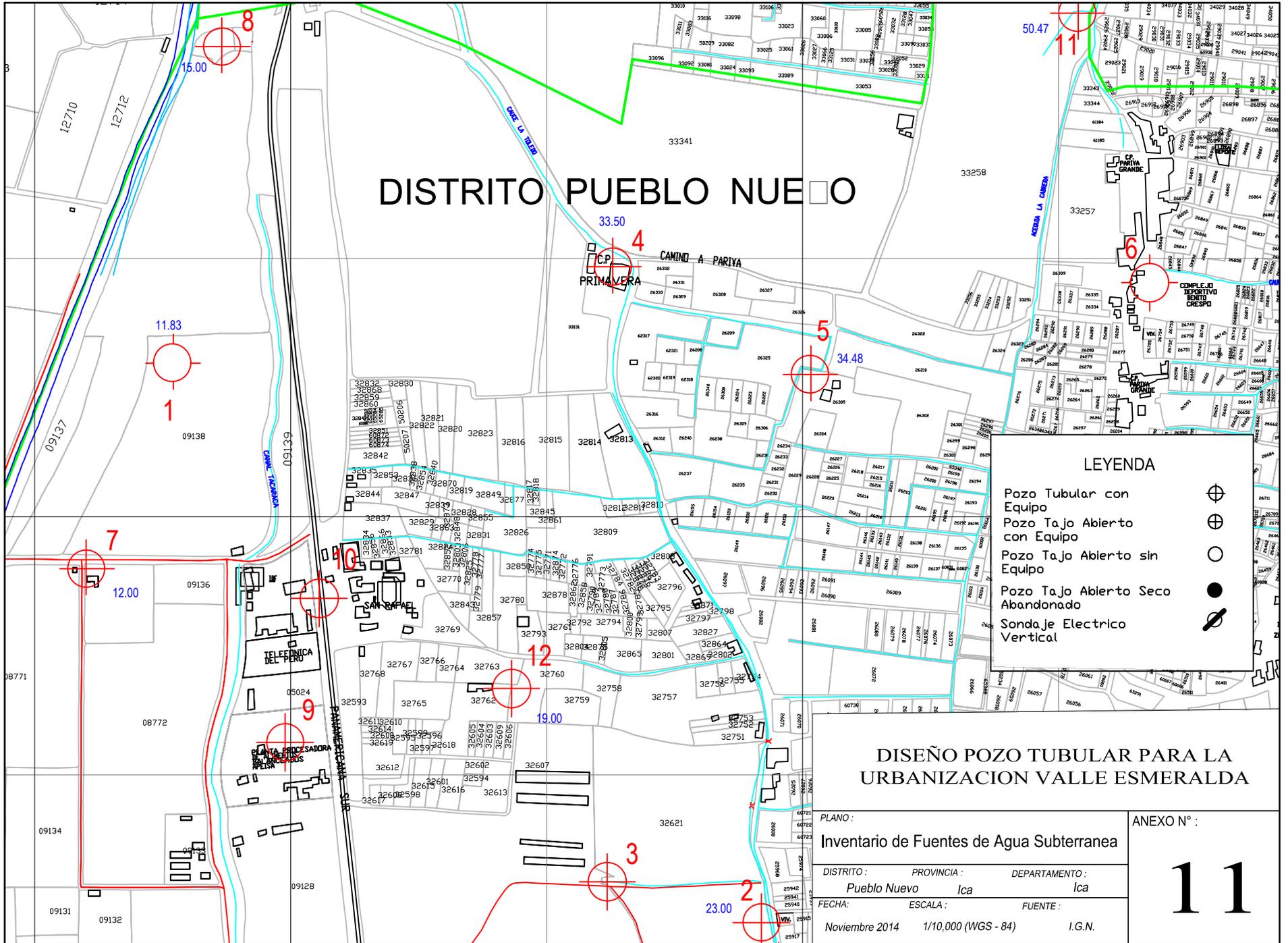
423,500

424,000

8'440,000

8'439,500

8'439,000



# DISTRITO PUEBLO NUEVO

**LEYENDA**

- Pozo Tubular con Equipo
- Pozo Tajo Abierto con Equipo
- Pozo Tajo Abierto sin Equipo
- Pozo Tajo Abierto Seco Abandonado
- Sonda Je Electrico Vertical

## DISEÑO POZO TUBULAR PARA LA URBANIZACION VALLE ESMERALDA

PLANO : <b>Inventario de Fuentes de Agua Subterranea</b>		
DISTRITO : <i>Pueblo Nuevo</i>	PROVINCIA : <i>Ica</i>	DEPARTAMENTO : <i>Ica</i>
FECHA : <i>Noviembre 2014</i>	ESCALA : <i>1/10,000 (WGS - 84)</i>	FUENTE : <i>I.G.N.</i>

ANEXO N° :  
**11**

**ANEXO N° 12**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDIDAS REALIZADAS Y EXPLOTACIÓN DE LOS POZOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

N°	IRHS	PROPIETARIO	COTA Terreno m.s.n.m.	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO			FECHA Setiembre	N. ESTÁTICO PROF (m)	CAUDAL (l/s)	CORDENADAS		C.E. m.m.h.o.s cm + 25 °C	EXPLOTACIÓN							
				Año	Tipo	Prof. Inic. (m)	Prof. Act. (m)	Ø (m)	MOTOR				BOMBA	ESTE (X)		NORTE (Y)	ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	
									TIPO										HP	TIPO	h/d		d/m
<b>PUEBLO NUEVO - ICA</b>															<b>UTM (WGS) 84</b>								
1	2	Soc. Agrícola Tacaraca S.A.	391,00		T			0,36					422,268	8'439,798		NO UTILIZABLE							
2	5	Alfredo Elias Barreda	396,00		T	70,00	70,00	0,48	TV	75	E	2014	23,00	100	423,423	8'438,624	0,74	UTILIZADO	A	18	16	9	933,120
3	6	Alfredo Elias Barreda	395,00	1952	T	80,00	80,00	0,48	TV	60		2014		60	423,118	8'438,793		NO UTILIZABLE					
4	7	Marielene Irene Chiway Li	398,00		T	65,00	65,00	0,38	TV	100	E	2014	33,50	48	423,122	8'440,016	0,760	UTILIZADO	A	8	12	5	69,120
5	31	Efraina Benavides S.A.	403,00		T	55,00	55,00	0,48	TV	90	D	2014	34,48	40	423,514	8'439,776		UTILIZADO	A	6	8	12	82,944
6	45	Com. Progresista de Pariña GDE	406,00		T			0,38				2014			424,178	8'439,953		NO UTILIZABLE					
7	47	Camino Oscar	392,00	1982	T			0,38	TV	75	E	2014	12,00	60	422,100	8'349,400	0,920	UTILIZADO	A	17	31	6	682,992
8	92	Taracaca	394,00		TA	24,00	24,00	1,20	SC	1	E	2014	15,00	3	422,365	8'440,410		UTILIZADO	D	24	30	12	3,888
9	99	Apeisa S.A.	392,00	1996	T	60,00	60,00	0,38	S	1	E	2014		8	422,490	8'439,063		UTILIZADO	I	5	30	12	51,840
10	100	Soc. Agrícola Tacaraca S.A.	393,00		T	75,00	75,00	0,38	S	5	E	2014		19	422,556	8'439,342		UTILIZADO	I	5	7	12	28,728
11	102	Paul Eduardo Echegaray Dongo	416,00	1999	T	78,00	78,00	0,48	S	75	E	2014	50,47	40	424,036	8'440,476		UTILIZADO	A	17	28	8	548,352
12	118	Retamozo Caceres y Doña Sara Janet			T	50,00	50,00	0,38	S	47	E	2014			19,00	25		422,932					8'439,167

TV = Turbina Vertical

T = Tubular

E = Eléctrico

A = Agrícola

I = Industrial

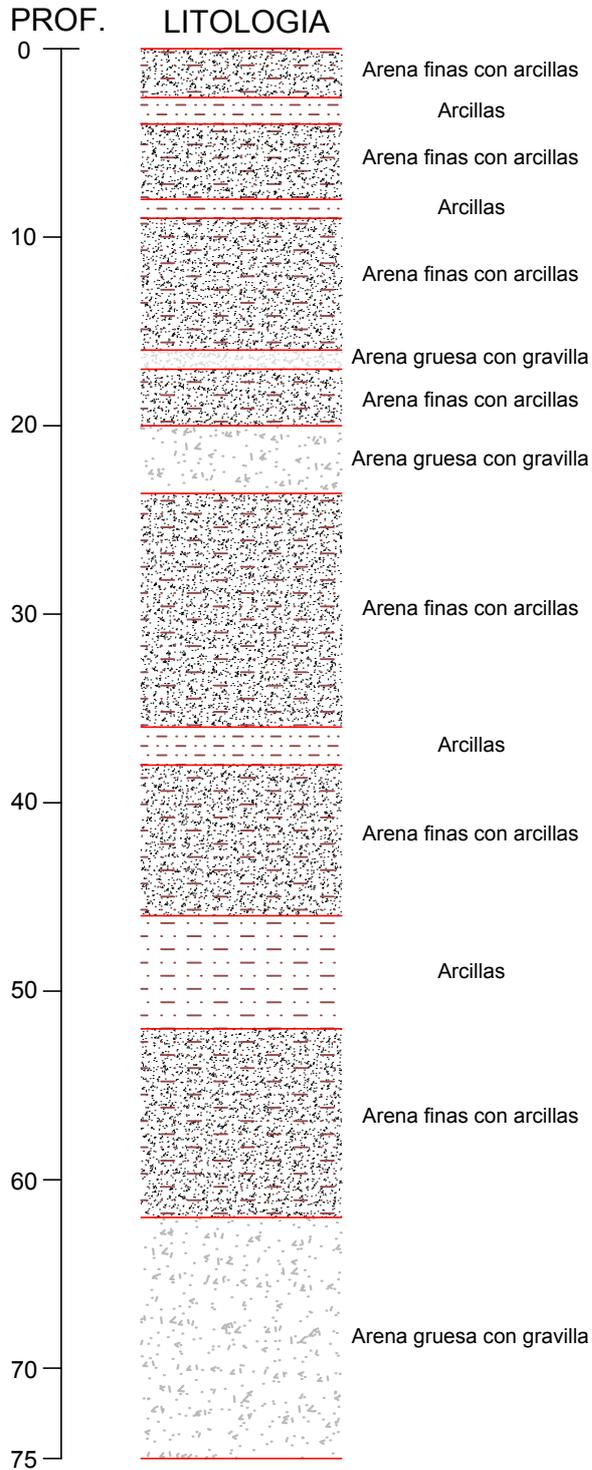
D = Domestico

2'580,984

PERFILES LITOLÓGICOS DE LOS POZOS TUBULARES HAB. URBANA LAS CASUARINAS Y URB. LAS PALMERAS - ICA

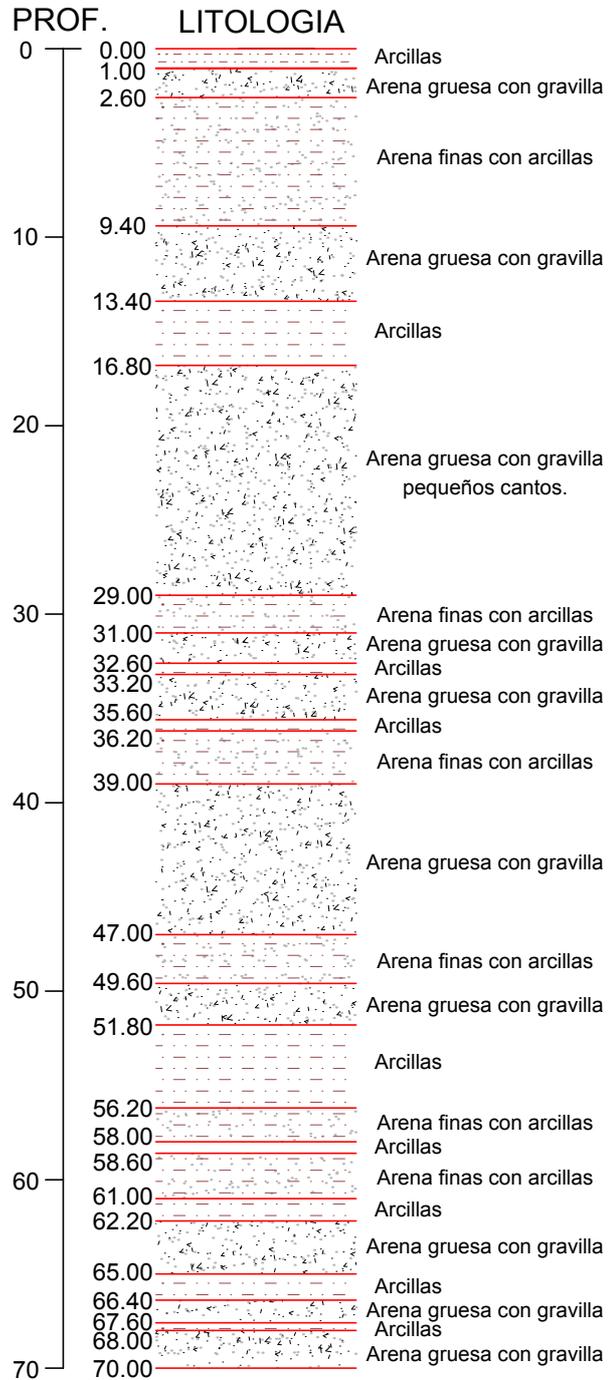
Escala: 1/400

POZO LAS CASUARINAS



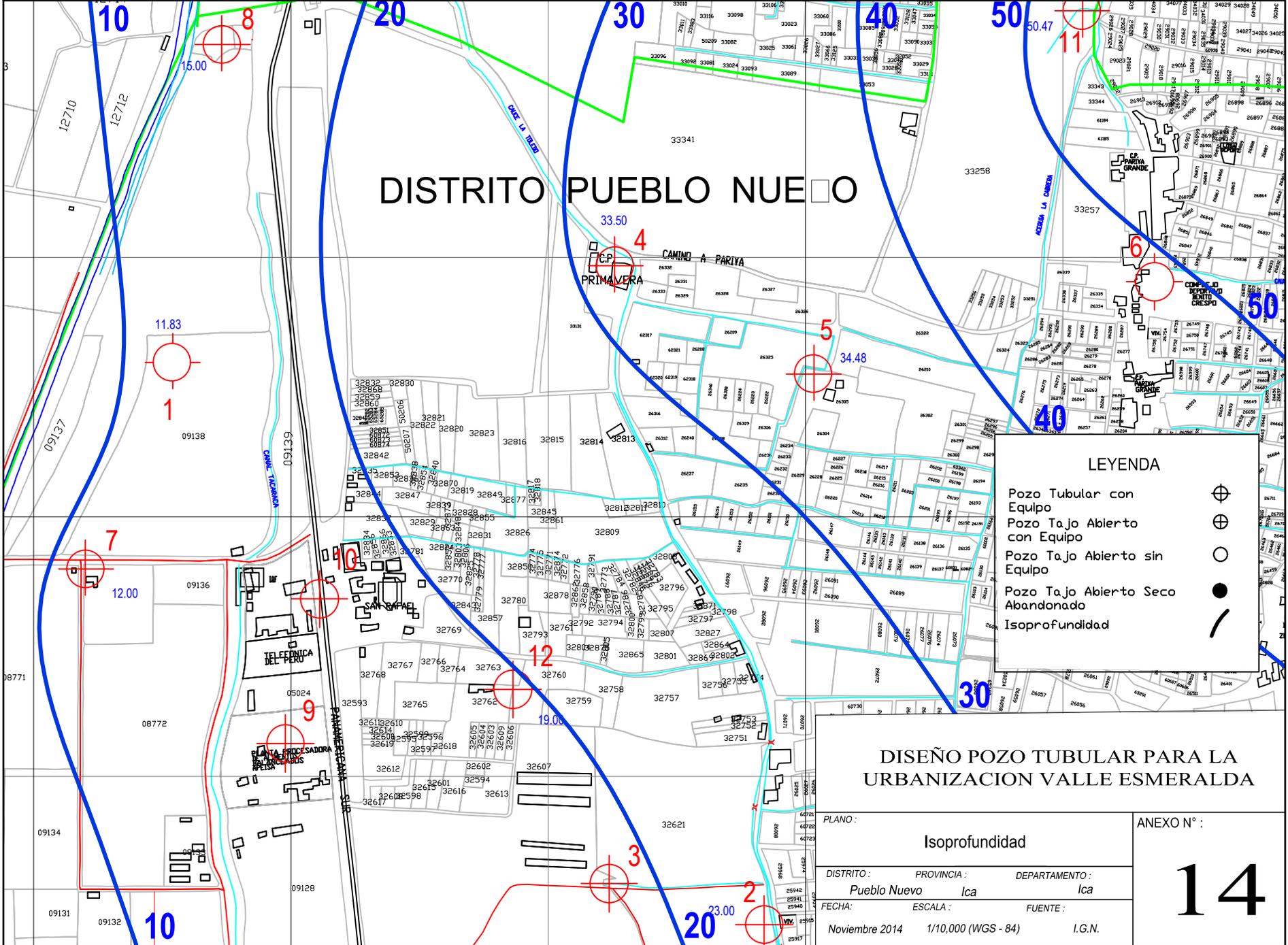
Fuente: HARO INGENIEROS E.IR.R.L

POZO LAS PALMERAS



Fuente: Diagrapia Geofisica

422,000      422,500      423,000      423,500      424,000



# DISTRITO PUEBLO NUEVO

## LEYENDA

- Pozo Tubular con Equipo
- Pozo Tajo Abierto con Equipo
- Pozo Tajo Abierto sin Equipo
- Pozo Tajo Abierto Seco Abandonado
- Isoprofundidad

## DISEÑO POZO TUBULAR PARA LA URBANIZACION VALLE ESMERALDA

PLANO : <b>Isoprofundidad</b>		
DISTRITO : <b>Pueblo Nuevo</b>	PROVINCIA : <b>Ica</b>	DEPARTAMENTO : <b>Ica</b>
FECHA : <b>Noviembre 2014</b>	ESCALA : <b>1/10,000 (WGS - 84)</b>	FUENTE : <b>I.G.N.</b>

ANEXO N° :  
**14**

422,000

422,500

423,000

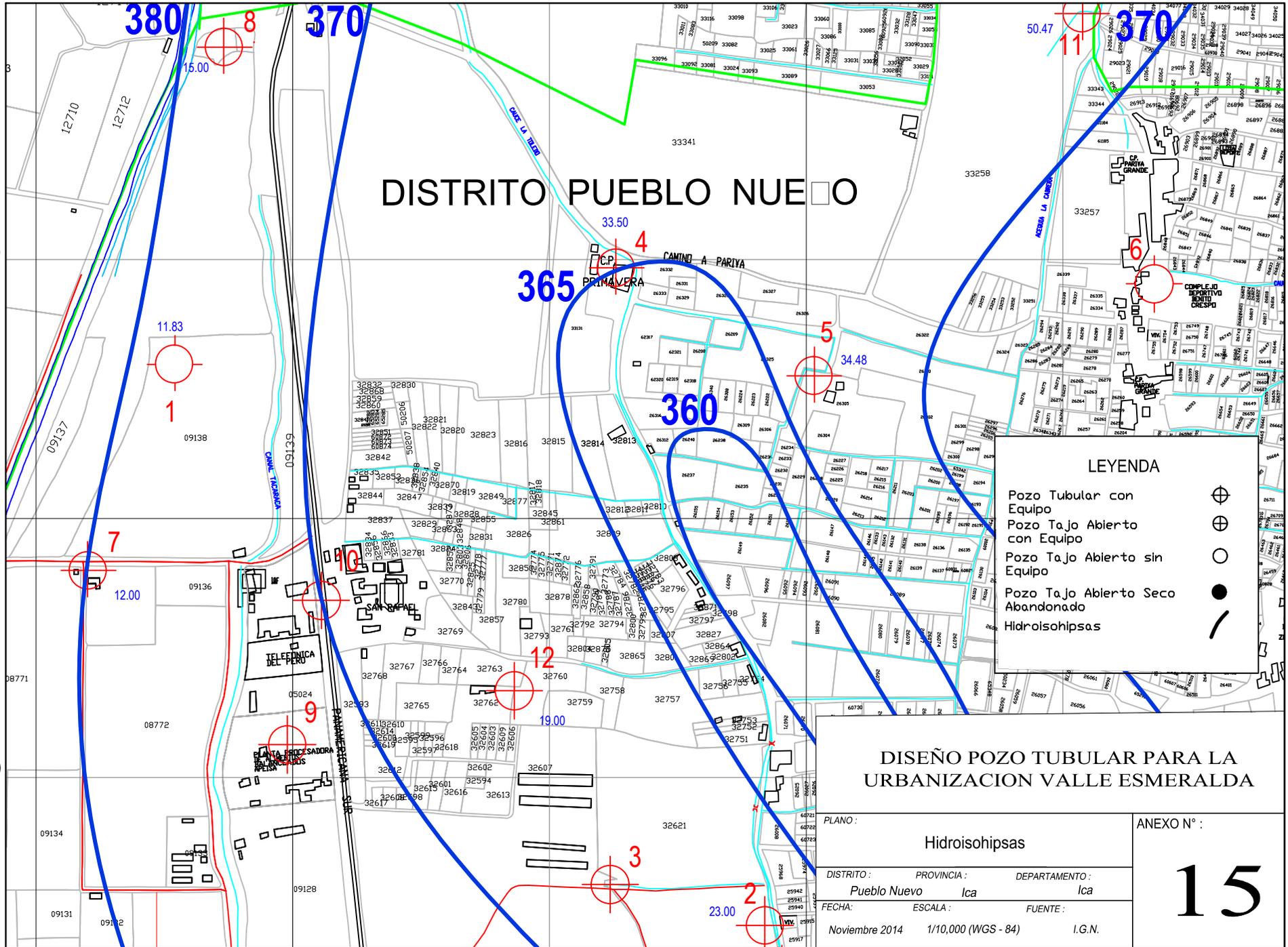
423,500

424,000

8'440,000

8'439,500

8'439,000



# DISTRITO PUEBLO NUEVO

**LEYENDA**

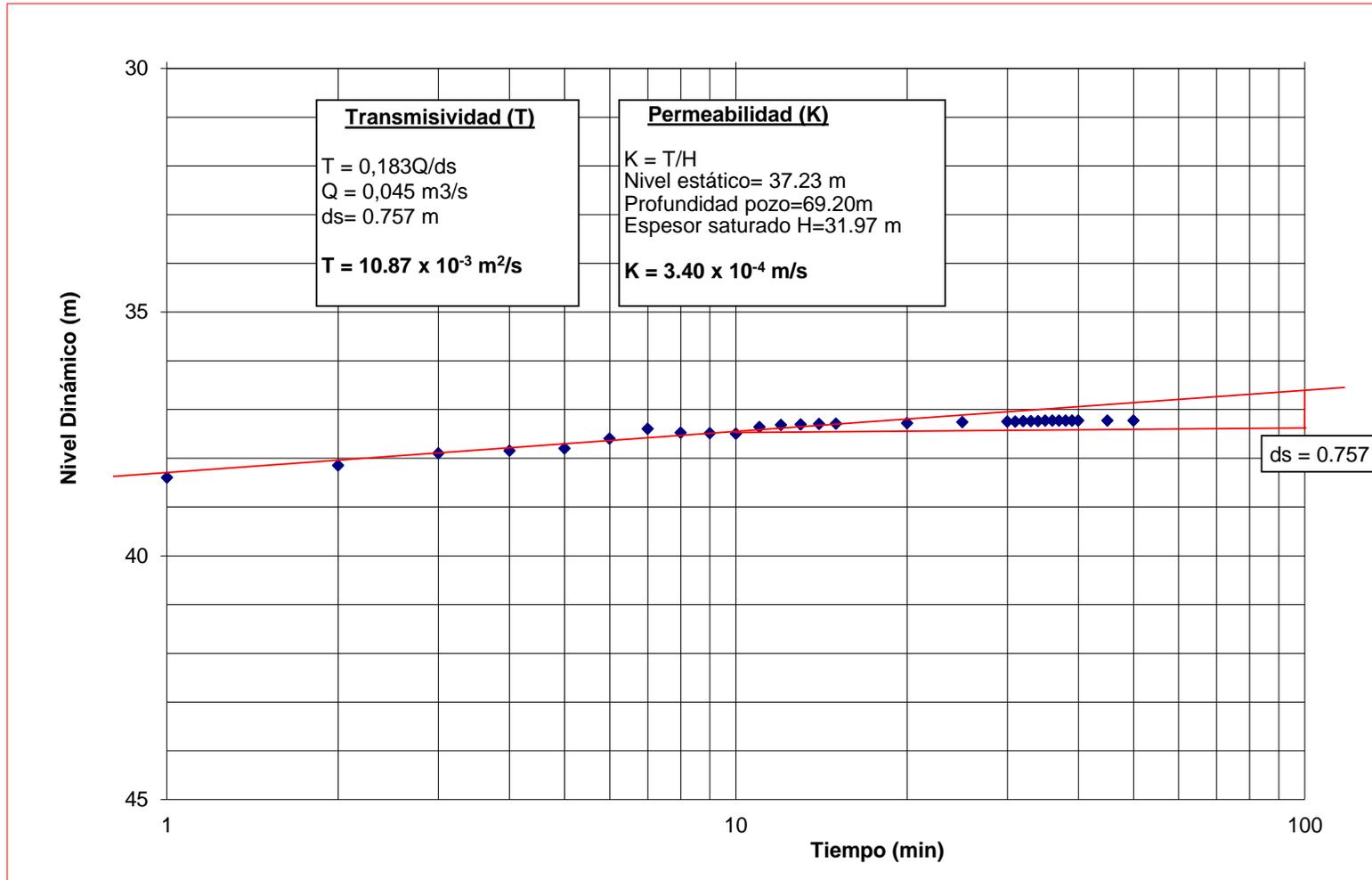
- Pozo Tubular con Equipo
- Pozo Tajo Abierto con Equipo
- Pozo Tajo Abierto sin Equipo
- Pozo Tajo Abierto Seco Abandonado
- Hidroisohipsas

**DISEÑO POZO TUBULAR PARA LA URBANIZACION VALLE ESMERALDA**

PLANO : <p align="center">Hidroisohipsas</p>	ANEXO N° : <p align="center" style="font-size: 2em;"><b>15</b></p>
DISTRITO : Pueblo Nuevo    PROVINCIA : Ica    DEPARTAMENTO : Ica	
FECHA : Noviembre 2014    ESCALA : 1/10,000 (WGS - 84)    FUENTE : I.G.N.	

**PRUEBA DE RECUPERACION EN EL POZO URB. VALLE ESMERALDA**  
**(INTERPRETACIÓN POR EL MÉTODO DE THEIS - JACOB)**

ANEXO N° 16



Espesor saturado (H) = Prof. Del pozo - nivel estático

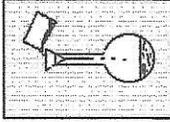
Espesor saturado (H) = Prof. Del pozo - nivel estático

Tiempo (min)	Nivel de agua (m)	Prueba
0	43,2	
1	38,40	Recuperación
2	38,15	
3	37,90	
4	37,85	
5	37,80	
6	37,60	
7	37,40	
8	37,48	
9	37,49	
10	37,50	
11	37,36	
12	37,32	
13	37,31	
14	37,30	
15	37,29	
20	37,28	
25	37,26	
30	37,25	
31	37,25	
32	37,24	
33	37,24	
34	37,24	
35	37,23	
36	37,23	
37	37,23	
38	37,23	
39	37,23	
40	37,23	
45	37,23	









ANEXO 19.

# LABORATORIOS "LASA" INGENIEROS

**PROCEDENTE DE :** ANALISIS DE AGUAS  
URBANIZACION VALLE ESMERALDA  
DISTRITO PUEBLO NUEVO  
PROVINCIAA Y DEPARTAMENTO ICA

**INFORMADO A :** JUAN PABLO GUILLEN LUJAN

**FECHA :** LIMA, 02 DE OCTUBRE DEL 2014

N° DE CAMPO	Pozo IRHS 07
C.E. x 10 <sup>6</sup> a 25° C	1,210.00
PH	7.20
Calcio	92.18 ppm
Magnesio	36.48 ppm
Sodio	92.00 ppm
Potasio	23.46 ppm
Cloruros	85.10 ppm
Sulfatos	264.17 ppm
Carbonatos	0.00 ppm
Bicarbonatos	268.49 ppm
Nitratos	Trazas ppm
Boro	0.00 ppm
Hierro	0.00 ppm
Dureza de Calcio	230.18 ppm
Dureza de Magnesio	150.15 ppm
Dureza Total	380.33 ppm
Alcalinidad Total	220.00 ppm

La Muestra fue tomada por el interesado

**INFORMADO POR:**

L. A. S. A. Ingenieros  
Laboratorio de Analisis de Suelos y Aguas

*Miguel Pasache Angulo*

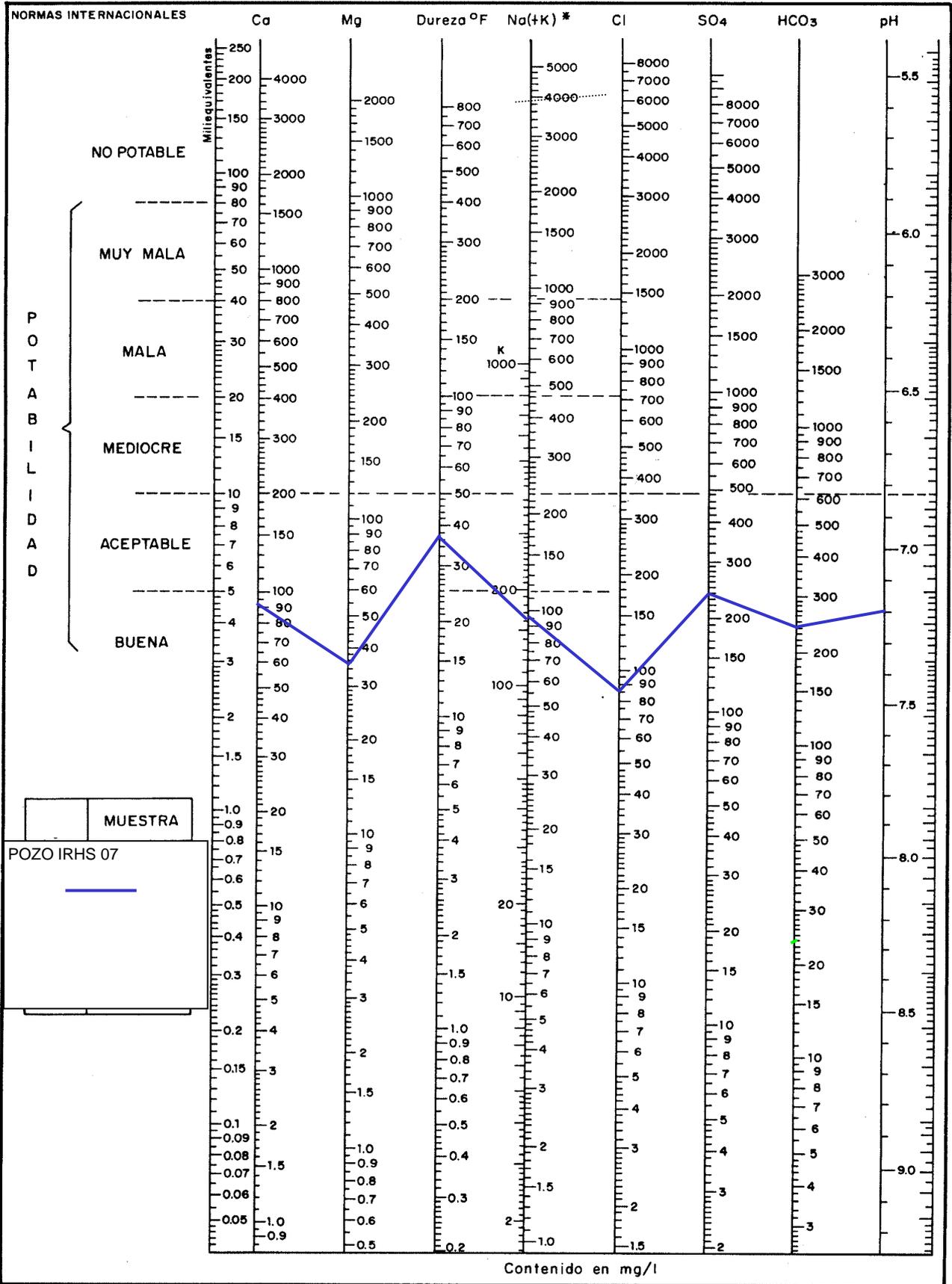
ING. MIGUEL PASACHE ANGULO  
GERENTE GENERAL

**ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS:** Asesoría - Consulta - Supervisión  
Calle Cantores N° 310 - Urb. La Florida - Rimac - Lima.

Teléfono: 481-3311 - Celular 999992-1506 - ✉ lasaingenieros@hotmail.com

# DIAGRAMA LOGARITMICO DE POTABILIDAD DE AGUA

## URBANIZACION VALLE ESMERALDA - PUEBLO NUEVO - ICA

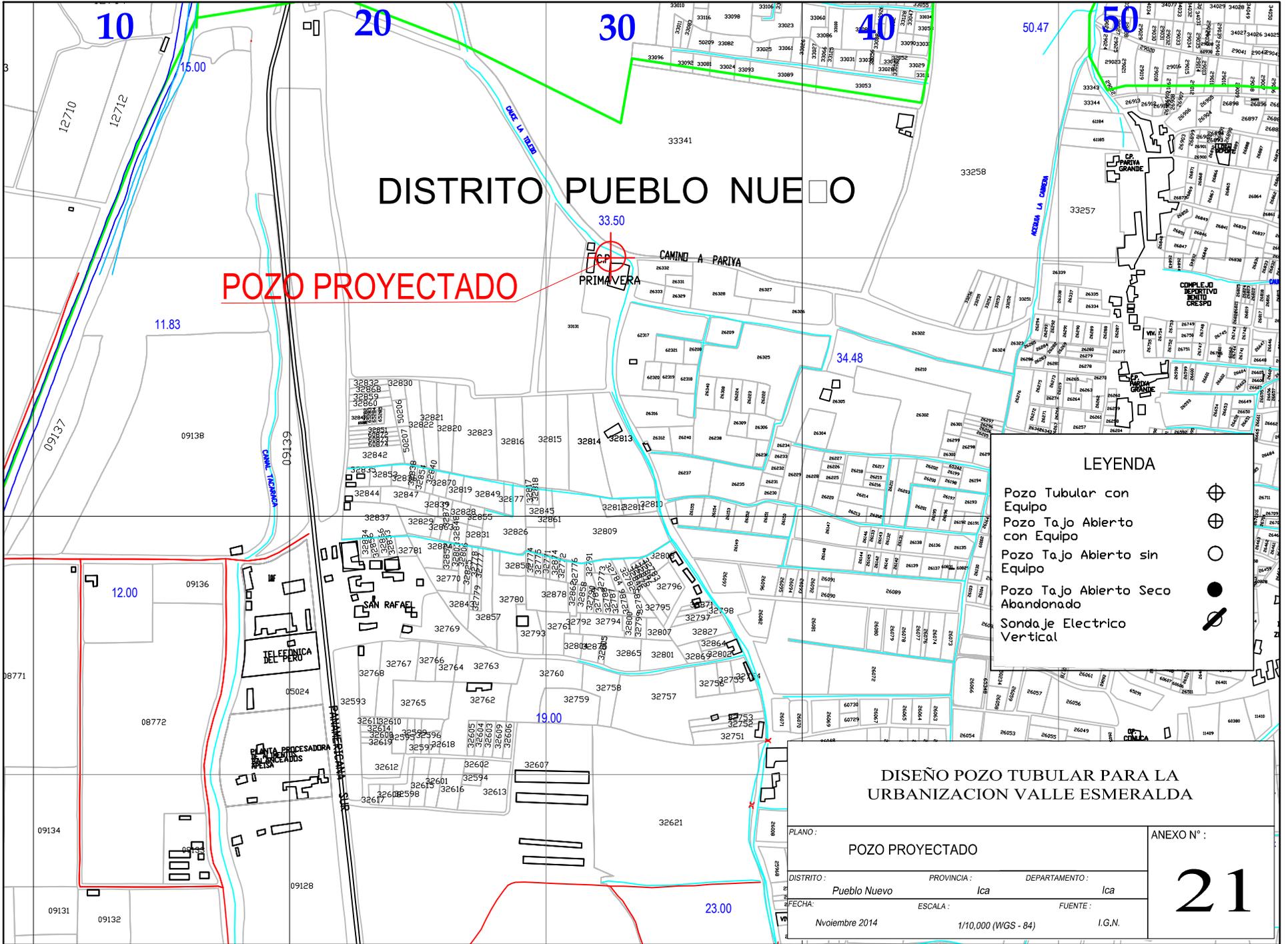


422,000 422,500 423,000 423,500 424,000

8'440,000

8'439,500

8'439,000



**POZO PROYECTADO**

# DISTRITO PUEBLO NUEVO

**LEYENDA**

- Pozo Tubular con Equipo
- Pozo Tajo Abierto con Equipo
- Pozo Tajo Abierto sin Equipo
- Pozo Tajo Abierto Seco Abandonado
- Sonda Je Electrico Vertical

**DISEÑO POZO TUBULAR PARA LA URBANIZACION VALLE ESMERALDA**

PLANO:	<b>POZO PROYECTADO</b>			ANEXO N°:	<b>21</b>	
DISTRITO:	Pueblo Nuevo	PROVINCIA:	Ica	DEPARTAMENTO:		Ica
FECHA:	Nviembre 2014	ESCALA:	1/10,000 (WGS - 84)	FUENTE:		I.G.N.



## **NORMA OS.100**

### **CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA**

#### **1. INFORMACIÓN BÁSICA**

##### **1.1. Previsión contra Desastres y otros riesgos**

En base a la información recopilada el proyectista deberá evaluar la vulnerabilidad de los sistemas ante situaciones de emergencias, diseñando sistemas flexibles en su operación, sin descuidar el aspecto económico. Se deberá solicitar a la Empresa de Agua la respectiva factibilidad de servicios. Todas las estructuras deberán contar con libre disponibilidad para su utilización.

##### **1.2. Período de diseño**

Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el período de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los períodos óptimos para cada componente de los sistemas.

##### **1.3. Población**

La población futura para el período de diseño considerado deberá calcularse:

a) Tratándose de asentamientos humanos existentes, el crecimiento deberá estar acorde con el plan regulador y los programas de desarrollo regional si los hubiere; en caso de no existir éstos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socio-económico, su tendencia de desarrollo y otros que se pudieren obtener.

b) Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/vivienda.

##### **1.4. Dotación de Agua**

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m<sup>2</sup>, las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.

Para habitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

### 1.5. Variaciones de Consumo

En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada.

De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes:

- Máximo anual de la demanda diaria: 1,3
- Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5

### 1.6. Demanda Contra incendio

a) Para habitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera obligatorio demanda contra incendio.

b) Para habitaciones en poblaciones mayores de 10,000 habitantes, deberá adoptarse el siguiente criterio:

- El caudal necesario para demanda contra incendio, podrá estar incluido en el caudal doméstico; debiendo considerarse para las tuberías donde se ubiquen hidrantes, los siguientes caudales mínimos:

- Para áreas destinadas netamente a viviendas: 15 l/s.
- Para áreas destinadas a usos comerciales e industriales: 30 l/s.

### 1.7. Volumen de Contribución de Excretas

Cuando se proyecte disposición de excretas por digestión seca, se considerará una contribución de excretas por habitante y por día de 0,20 kg.

### 1.8. Caudal de Contribución de Alcantarillado

Se considerará que el 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado.

### 1.9. Agua de Infiltración y Entradas Ilicitas

Asimismo deberá considerarse como contribución al alcantarillado, el agua de infiltración, asumiendo un caudal debidamente justificado en base a la permeabilidad del suelo en terrenos saturados de agua freáticas y al tipo de tuberías a emplearse, así como el agua de lluvia que pueda incorporarse por las cámaras de inspección y conexiones domiciliarias.

### 1.10. Agua de Lluvia

En lugares de altas precipitaciones pluviales deberá considerarse algunas soluciones para su evacuación, según lo señalado en la norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano.

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA PARA POBLACIONES URBANAS

### 1. GENERALIDADES

Se refieren a las actividades básicas de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los principales elementos de los sistemas de agua potable y alcantarillado, tendientes a lograr el buen funcionamiento y el incremento de la vida útil de dichos elementos.

Cada empresa o la entidad responsable de la administración de los servicios de agua potable y alcantarillado, deberá contar con los respectivos Manuales de Operación y Mantenimiento.

Para realizar las actividades de operación y mantenimiento, se deberá organizar y ejecutar un programa que incluya: inventario técnico, recursos humanos y materiales, sistema de información, control, evaluación y archivos, que garanticen su eficiencia.

### 2. AGUA POTABLE

#### 2.1. Reservorio

Deberá realizarse inspección y limpieza periódica a fin de localizar defectos, grietas u otros desperfectos que pu-

dieran causar fugas o ser foco de posible contaminación. De encontrarse, deberán ser reportadas para que se realice las reparaciones necesarias.

Deberá realizarse periódicamente muestreo y control de la calidad del agua a fin de prevenir o localizar focos de contaminación y tomar las medidas correctivas del caso.

Periódicamente, por lo menos 2 veces al año deberá realizarse lavado y desinfección del reservorio, utilizando cloro en solución con una dosificación de 50 ppm u otro producto similar que garantice las condiciones de potabilidad del agua.

### 2.2. Distribución

#### Tuberías y Accesorios de Agua Potable

Deberá realizarse inspecciones rutinarias y periódicas para localizar probables roturas, y/o fallas en las uniones o materiales que provoquen fugas con el consiguiente deterioro de pavimentos, cimentaciones, etc. De detectarse aquellos, deberá reportarse a fin de realizar el mantenimiento correctivo.

A criterio de la dependencia responsable de la operación y mantenimiento de los servicios, deberá realizarse periódicamente, muestreos y estudios de pitometría y/o detección de fugas; para determinar el estado general de la red y sus probables necesidades de reparación y/o ampliación.

Deberá realizarse periódicamente muestreo y control de calidad del agua en puntos estratégicos de la red de distribución, a fin de prevenir o localizar probables focos de contaminación y tomar las medidas correctivas del caso.

La periodicidad de las acciones anteriores será fijada en los manuales respectivos y dependerá de las circunstancias locales, debiendo cumplirse con las recomendaciones del Ministerio de Salud.

#### Válvulas e Hidrantes:

##### a) Operación

Toda válvula o hidrante debe ser operado utilizando el dispositivo y/o procedimiento adecuado, de acuerdo al tipo de operación (manual, mecánico, eléctrico, neumático, etc.) por personal entrenado y con conocimiento del sistema y tipo de válvulas.

Toda válvula que regule el caudal y/o presión en un sistema de agua potable deberá ser operada en forma tal que minimice el golpe de ariete.

La ubicación y condición de funcionamiento de toda válvula deberán registrarse convenientemente.

##### b) Mantenimiento

Al iniciarse la operación de un sistema, deberá verificarse que las válvulas y/o hidrantes se encuentren en un buen estado de funcionamiento y con los elementos de protección (cajas o cámaras) limpias, que permitan su fácil operación. Luego se procederá a la lubricación y/o engrase de las partes móviles.

Se realizará inspección, limpieza, manipulación, lubricación y/o engrase de las partes móviles con una periodicidad mínima de 6 meses a fin de evitar su agrietamiento e inoperabilidad.

De localizarse válvulas o hidrantes deteriorados o agrietados, deberá reportarse para proceder a su reparación o cambio.

### 2.3. Elevación

#### Equipos de Bombeo

Los equipos de bombeo serán operados y mantenidos siguiendo estrictamente las recomendaciones de los fabricantes y/o las instrucciones de operación establecidas en cada caso y preparadas por el departamento de operación y/o mantenimiento correspondiente.

### 3. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ELIMINACION DE EXCRETAS SIN ARRASTRE DE AGUA.

#### 3.1. Letrinas Sanitarias u Otros Dispositivos

El uso y mantenimiento de las letrinas sanitarias se realizará periódicamente, ciñéndose a las disposiciones del Ministerio de Salud. Para las letrinas sanitarias públicas deberá establecerse un control a cargo de una entidad u organización local.

#### 4. ALCANTARILLADO

##### 4.1. Tuberías y Cámaras de Inspección de Alcantarillado

Deberá efectuarse inspección y limpieza periódica anual de las tuberías y cámaras de inspección, para evitar posibles obstrucciones por acumulación de fango u otros.

En las épocas de lluvia se deberá intensificar la periodicidad de la limpieza debido a la acumulación de arena y/o tierra arrastrada por el agua.

Todas las obstrucciones que se produzcan deberán ser atendidas a la brevedad posible utilizando herramientas, equipos y métodos adecuados.

Deberá elaborarse periódicamente informes y cuadros de las actividades de mantenimiento, a fin de conocer el estado de conservación y condiciones del sistema.

**LEY GENERAL DE AGUAS ESTABLECE SU USO JUSTIFICADO Y RACIONAL,  
INCLUYE LAS PRODUCIDAS, NEVADOS, GLACIARES, PRECIPITACIONES, ETC.**

**DECRETO LEY Nº 17752**

Considerando:

Que según la tradición histórica peruana y la Constitución vigente, las aguas pertenecen al Estado y su dominio es inalienable e imprescriptible;

Que es necesario e impostergable la dación de una nueva Ley General de Aguas que establezca el uso justificado y racional de este recurso en armonía con el interés social y el desarrollo del país.

En uso de las facultades de que está investido; y

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

Ha dado el Decreto- Ley siguiente.

**LEY GENERAL DE AGUAS**

**TITULO I**

**Disposiciones Generales**

**Artículo 1º.-** Las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad del Estado; y su dominio es inalienable e imprescriptible. No hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas. El uso justificado y racional del agua, sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo del país.

**Artículo 2º.-** En armonía con las finalidades señaladas en el artículo anterior, en cuanto a los recursos hídricos, el Estado deberá:

- a) Formular la política general de su utilización y desarrollo.
- b) Planificar y administrar sus usos de modo que ellos tiendan a efectuarse en forma múltiple, económica y racional;
- c) Inventariar y evaluar su uso racional
- d) Conservar, preservar e incrementar dichos recursos; y
- e) Realizar y mantener actualizados los estudios hidrológicos, hidrobiológicos, hidrogeológicos, meteorológicos, y demás que fuesen necesarios en las cuencas hidrográficas del territorio nacional.

**Artículo 3º.-** En los planes de inversión en que las aguas intervienen o son necesarias como factor de desarrollo. La Autoridad de Aguas, en coordinación con los demás organismos del Sector Público, señalará en orden de las prioridades por sistemas hidrográficos, cuencas, valles y distritos de riego, para lo que tendrá en cuenta principalmente los programas y acciones de Reforma Agraria, los problemas de orden económico y social y la política general de desarrollo.

**Artículo 4º.-** Las disposiciones de la presente Ley comprenden las aguas marítimas, terrestres y atmosféricas del territorio y espacio nacionales; en todos sus estados físicos, las que con carácter enunciativo son:

1. Las del mar que se extiende hasta las 200 millas;
2. Las de los golfos, bahías, ensenadas y esteros;
3. Las atmosféricas;
4. Los provenientes de las lluvias de formación natural y artificial;
5. Los nevados y glaciares.
6. Las de los ríos y sus afluentes; las de los arroyos, torrentes y manantiales, y las que discurren por cauces artificiales;
7. Las de los lagos, lagunas y embalses de formación natural o artificial;
8. Las subterráneas;
9. Las minero medicinales;

10. Las servidas;
11. Las producidas; y
12. Las de desagües agrícolas, de filtraciones y drenaje.

**Artículo 5º.-** Son igualmente de propiedad inalienable e imprescriptible del Estado:

- a) La extensión comprendida entre la baja y la alta marea, más una faja no menor de 50 metros de ancho paralela a la línea de alta marea;
- b) Los terrenos marginales marítimos que se reservan por razones de Seguridad Nacional o uso público;
- c) Los álveos o cauces de las aguas;
- d) Las áreas ocupadas por los nevados y los cauces de los glaciares;
- e) Los estratos o depósitos por donde corren o se encuentran las aguas subterráneas;
- f) Las islas existentes y las que se formen en el mar, en los lagos o esteros o en los ríos, siempre que no procedan de una bifurcación de las aguas, al cruzar tierras de propiedad de particulares; y
- g) Los terrenos ganados por causas naturales o por abras artificiales, al mar, a los ríos, lagos o lagunas, esteros y otros cursos o embalses de agua.

El Poder Ejecutivo determinará las zonas ribereñas o anexas a ellas que deben ser reservadas para la defensa nacional, servicios públicos, de saneamiento, ornato, recreación y otros.

**Artículo 6º.-** Las tierras a que se refieren los incisos f) y g) del artículo anterior podrán ser enajenadas por el Estado cuando se destinen a, fines de Vivienda o de Reforma Agraria. Si se solicitan para otros fines sólo podrán ser objeto de concesión.

**Artículo 7º.-** El Poder Ejecutivo podrá:

- a) Reservar aguas para cualquier finalidad de interés público;
- b) Reorganizar una zona, cuenca hidrográfica o valle para una mejor o más racional utilización de las aguas;
- c) Declarar zonas de protección, en las cuales, cualquier actividad que afecte a los recursos de agua, podrá ser limitada, condicionada, o prohibida;
- d) Declarar los estados de emergencia a que se refiere la presente Ley;
- e) Autorizar la desviación de aguas de una cuenca a otra que requiera ser desarrollada; y
- f) Sustituir una fuente de abastecimiento de agua de uno o más usuarios, por otra de similar cantidad y calidad, para lograr un mejor o más racional aprovechamiento de los recursos.

**Artículo 8º.-** Toda personal incluyendo las entidades del Sector Público Nacional y de los Gobiernos Locales, requiere permiso, autorización o licencia según proceda, para utilizar aguas, con excepción de las destinadas a satisfacer necesidades primarias.

**Artículo 9º.-** Declarase de necesidad y utilidad pública: conservar, preservar e incrementar los recursos hídricos; regularizar el régimen de las aguas obtener una racional, eficiente, económica y múltiple utilización de los recursos hídricos; promover, financiar y realizar las investigaciones, estudios y obras necesarias para tales fines.

**Artículo 10º.-** El Ministerio de Agricultura y Pesquería en cuanto a la conservación e incremento, y el Ministerio de Salud en lo que respecta a la preservación de los recursos hídricos, están obligados a:

- a) Realizar los estudios e investigaciones que fuesen necesarios;
- b) Dictar las providencias que persigan, sancionen y pongan fin a la contaminación, o pérdida de las aguas, cuidando su cumplimiento,
- c) Desarrollar acción educativa y asistencia técnica permanentes para formar conciencia pública sobre la necesidad de conservar y preservar las aguas; y
- d) Promover programas de forestación, de cuencas, defensa de bosques, encauzamiento de cursos de agua preservación contra su acción erosiva.

**Artículo 11º.-** La medición volumétrica es la norma general que se aplicará en los diversos usos de las aguas, siendo obligatorio que los usuarios instalen los dispositivos de control y medición para su distribución y aprovechamiento adecuados.

Todo sistema destinado a usar aguas debe disponer de las obras e instalaciones necesarias para su medición y control adecuados.

**Artículo 12º.-** Los usuario de cada Distrito de Riego abonará tarifas que serán fijadas por unidad de volumen para cada uso. Dichas tarifas servirán de base para cubrir los costos de explotación y distribución de los recursos de agua, incluyendo las del subsuelo, así como para la financiación de estudios y obras hidráulicas necesarios para el desarrollo de la zona. La Autoridad de Aguas reintegrará a los usuarios que exploten pozos considerados en los, planes de Cultivo y riego, los gastos de operación y mantenimiento correspondientes.

**Artículo 13º.-** Son forzosas las ocupaciones temporales la implantación de servidumbre y las expropiaciones necesarias para el huso conservación o preservación de las aguas.

**Artículo 14º.-** Nadie podrá variar el régimen, la naturaleza o la calidad de las aguas, ni alterar los cauces ni el uso público de los mismos sin la correspondiente autorización; y en ningún caso, si con ello se perjudica la salud publica o se cause daño a la colectividad o a los recursos naturales o se atente contra la seguridad o soberanía nacionales. Tampoco se podrá obstruir los caminos de vigilancia o de obras hidráulicas.

**Artículo 15º.-** Nadie podrá impedir, alterar, modificar o perturbar el uso legítimo de las aguas, cualquiera que sea el lugar o el fin al que ellas estuviesen destinadas. Esta disposición no es limitativa de las funciones, facultades y acciones que corresponden al Poder Ejecutivo y a las demás Autoridades, en su caso.

**Artículo 16º.-** Quienes ejercen autoridad en materia de aguas o control en la ejecución de obras, podrán ingresar a cualquier lugar de propiedad pública o privada, sin necesidad de previa notificación, para cumplir las funciones emanadas de la presente Ley.

Las mismas Autoridades o quienes estén debidamente autorizadas por ellas, podrán ingresar también, previa notificación, para efecto de la realización de estudios y obras.

Excepcionalmente cualquiera podrá ingresar para conjurar o remover un daño o peligro inminente, siempre que las circunstancias justifiquen el hecho practicado y que éste no exceda de los límites indispensables para ello.

**Artículo 17º.-** En estados declarados de emergencia por escasees exceso contaminación u otras causas, la Autoridad de Aguas o la Sanitaria, en su caso dictarán las disposiciones convenientes para que las aguas sean protegidas y suministradas en beneficio de la colectividad e interés general, atendiendo preferentemente el abastecimiento de las poblaciones y las necesidades primarias.

**Artículo 18º.-**El Estado cobrará el valor de las obras de regularización de riego que se ejecuten con fondos públicos, a quienes se beneficien directa o indirectamente con ellas, en las proporciones y condiciones que establezca el Poder Ejecutivo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Artículo 195º del Decreto-Ley N° 17716 de la Reforma Agraria.

## TITULO II

### De la Conservación y Preservación de las Aguas

#### CAPITULO I

##### De la Conservación

**Artículo 19º.-** La Autoridad de Aguas dictará las providencias y aplicará las medidas necesarias para evitar la pérdida de agua por escorrentía, percolación, evaporación, inundación, inadecuado uso u otras causas, con el fin de lograr la máxima disponibilidad de los recursos hídricos y mayor grado de eficiencia en su utilización.

**Artículo 20º.-**Todo usuario está obligado a:

- a) Emplear las aguas con eficiencia y economía, en el lugar y con el objeto para el que le sean otorgados.
- b) Construir y mantener las instalaciones y obras hidráulicas propias en condiciones adecuadas para el uso, evacuación y avenamiento de las aguas;
- c) Contribuir proporcionalmente a la conservación y mantenimiento de los cauces,

estructuras hidráulicas, caminos de vigilancia y demás obras e instalaciones comunes, así como a la construcción de las necesarias;

- d) Utilizar las aguas sin perjuicio de otros usos;
- e) No tomar mayor cantidad de agua que la otorgada, sujetándose a las regulaciones y limitaciones establecidas de conformidad con la presente Ley;
- f) Evitar que las aguas que deriven de una corriente o depósito se derramen o salgan de las obras que la deben contener;
- g) Dar aviso oportuno a la Autoridad competente cuando por cualquier causa justificada no utilice parcial, total, transitoria o permanentemente los usos de aguas otorgados, excepto cuando se trate de alumbramiento de aguas subterráneas no comunes; y
- h) Cumplir con los reglamento del Distrito de Riego al cual pertenece, así como con las demás disposiciones de las Autoridades competentes.

**Artículo 21º.-** La Autoridad de aguas deberá disponer la modificación, reestructuración o acondicionamiento de las obras o instalaciones que atenten contra la conservación de las aguas, pudiendo modificar, restringir o prohibir el funcionamiento de ellas.

## **CAPITULO II**

### **De la Preservación**

**Artículo 22º.-** Está prohibido verter o emitir cualquier residuo, sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas, causando daños o poniendo en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna o comprometiendo su empleo para otros usos. Podrán descargarse únicamente cuando

- a) Sean sometidos a los necesarios tratamientos previos;
- b) Se compruebe que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación;
- c) Se compruebe que con su lanzamiento submarino no se causará perjuicio a otro uso; y
- d) En otros casos que autorice el Reglamento. La Autoridad Sanitaria dictará las providencias y aplicará las medidas necesarias para el cumplimiento de la presente disposición. Si, no obstante, la contaminación fuere inevitable, podrá llegar hasta la revocación del uso de las aguas o la prohibición o la restricción de la actividad dañina.

**Artículo 23º.-** Está prohibido verter a las redes públicas de alcantarillado, residuos con propiedades corrosivas o destructoras de los materiales de construcción o que imposibiliten la reutilización de las aguas receptoras.

**Artículo 24º.-** La Autoridad Sanitaria establecerá los límites de concentración permisibles de sustancias nocivas, que pueden contener las aguas, según el uso a que se destinen. Estos límites podrán ser revisados periódicamente.

**Artículo 25º.-** Cuando la Autoridad Sanitaria compruebe la contravención de las disposiciones contenidas en este Capítulo podrá solicitar a la Autoridad de Aguas la suspensión del suministro, mientras se realizan los estudios o trabajos que impidan la contaminación de las aguas.

## **TITULO III**

### **De los Usos de las Aguas**

#### **CAPITULO I**

##### **Disposiciones Genéricas**

**Artículo 26º.-** Los usos de las aguas son aleatorios y se encuentran condicionados a las disponibilidades del recurso y a las necesidades reales del objeto al que se destinen y deberán ejercerse en función del interés social y el desarrollo del país.

**Artículo 27º.-** El orden de preferencia en el uso de las aguas es el siguiente:

- a) Para las necesidades primarias y abastecimientos de poblaciones;

- b) Para cría y explotación de animales;
- c) Para agricultura;
- d) Para usos energéticos industriales y mineros; y
- e) Para otros usos.

El Poder Ejecutivo podrá variar el orden preferencial de los incisos c),d) y e) en atención a los siguientes criterio básicos: características de las cuencas o sistemas, disponibilidad de aguas, política hidráulica, planes de Reforma Agraria, usos de mayor interés social y público y usos de mayor interés económico.

**Artículo 28º.-** Los usos de las aguas se otorgan mediante permiso, autorización o licencias.

**Artículo 29º.-** Los permisos se otorgarán por la Autoridad de Aguas de la jurisdicción respectiva exclusivamente sobre recursos sobrantes, supeditados a la eventual disponibilidad de las aguas y en el caso de aguas para agricultura condicionados a determinados cultivos. No serán responsabilidad de dicha Autoridad las pérdidas o perjuicios que pudieran sobrevenir a quien utilizare el permiso, si, la cancelación del mismo, por falta de sobrantes, no permitiera alcanzar el objeto para el cual fue solicitado.

**Artículo 30º.-** Las autorizaciones se otorgarán por resolución de la Dirección Regional respectiva, serán de plazo determinado y tendrán lugar cuando las aguas se destinen a:

1. Realizar estudios o ejecutar obras; y,
2. Otras labores transitorias y especiales.

**Artículo 31º.-** El otorgamiento y extinción de licencia para usos de agua con carácter permanente para todos los fines, se efectuará por Resolución del Director General de Aguas, Suelos e Irrigaciones.

**Artículo 32º.-** El otorgamiento de cualquier uso de agua está sujeto al cumplimiento de las siguientes condiciones concurrentes:

- a) Que no impida la satisfacción de los requerimientos de los usos otorgados conforme a las disposiciones de la presente ley;
- b) Que se compruebe que no se causará contaminación o pérdida de recursos e agua;
- c) Que las aguas sean apropiadas en calidad, cantidad y oportunidad para el uso al que se destinarán;
- d) Que no se alteren los usos públicos a que se refiere la presente ley; y
- e) Que hayan sido aprobadas las obras de captación, alumbramiento producción o regeneración, conducción, utilización, avenamiento, medición y las demás que fuesen necesarias.

**Artículo 33º.-** Cuando se presenten dos o más solicitudes para un mismo uso de agua y el recurso no sea suficiente para atender a todas ellas, se dará prioridad a la que sirva mejor el interés social.

**Artículo 34º.-** Podrán otorgarse dos o más usos de agua para utilización múltiple siempre que se cumplan los requisitos establecidos en el Artículo 32º.

**Artículo 35º.-** Cuando la Autoridad de Aguas revoque determinado uso para servir a otro, que dé conformidad con la presente ley, sea preferente, el beneficiario indemnizará al usuario afectado el daño producido.

No habrá lugar a indemnización cuando se trate de abastecimiento de poblaciones.

**Artículo 36º.-** Las aguas no podrán utilizarse en usos o lugares distintos de aquellos para lo que sean otorgadas, salvo las excepciones establecidas en la presente ley.

**Artículo 37º.-** Los usos de aguas deberán inscribirse en los registros o padrones respectivos. Tales usos no forman parte de los títulos de dominio de los predios o establecimientos.

**Artículo 38º.-** La Autoridad de Aguas podrá suspender los suministros de agua por el tiempo necesario para la ejecución de los programas destinados a la conservación, mejoramiento o construcción de obras e instalaciones públicas, procurando ocasionar los menos perjuicios.

## CAPITULO II

### De los Usos Preferentes

**Artículo 39º.-** La Autoridad de Aguas, conjuntamente con la Sanitaria, podrá disponer lo que más convenga para que el agua como elemento vital sea accesible a todos los seres en la cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades primarias. Con tal finalidad, fijará, cuando sea necesario, lugares o zonas de libre accesos a las fuentes naturales o cursos artificiales abiertos sin alterarlos y evitando su contaminación.

**Artículo 40º.-** El Estado otorgará el uso de las aguas preferentemente para fines domésticos y abastecimiento de poblaciones que comprenderá la satisfacción de las necesidades primarias y sanitarias de población como conjunto humano.

**Artículo 41º.-** Podrán otorgarse usos de agua para cría y explotación de animales debiendo procurarse la utilización de aguas subterráneas en granjas, centros o planteles aledaños a poblaciones.

## CAPITULO III

### Del Uso para Agricultura

**Artículo 42º.-** Podrán otorgarse usos de aguas para Agricultura en el siguiente orden:

- a) El riego de tierras agrícolas con sistemas de regadío existente;
- b) El riego de determinados cultivos con aguas excedentes en tierras agrícolas con sistemas de regadío existente ;
- c) Mejorar suelos; y
- d) Irrigación.

**Artículo 43º.-** La Autoridad de Aguas regulará y administrará los usos de agua para fines agrícolas en los Distritos de Riego de acuerdo a planes de cultivo y riegos semestrales o anuales. El abastecimiento de cada predio se fijará o reajustará en cada Plan de Cultivo y Riego.

**Artículo 44º.-**La Autoridad de Aguas en coordinación con la Junta de Usuarios y con las Autoridades de la Zona Agraria correspondiente formulará los planes de cultivo y riego teniendo en cuenta las realidades hidrológicas y agrológicas del Distrito; las directivas del Ministerio de Agricultura y Pesquería sobre las preferencias que deban darse a ciertos cultivos dentro de los programas agropecuarios nacional o regional, las solicitudes de los usuarios respecto a los cultivo a que más les interese desarrollar; y las posibilidades de crédito y de mercado para los respectivos productos .

Los recursos de aguas subterráneas existentes en los Distritos de Riego serán considerados dentro de los planes de cultivo y riego respectivos.

**Artículo 45º.-**En los Distritos de Riego donde la extrema insuficiencia o fluctuación de los recursos hídricos no permita atender las demás de toda el área inscrita en el padrón respectivo, los planes de cultivo y riego considerarán preferentemente:

- a) Los cultivos que signifiquen, mayor y más directo beneficio colectivo;
- b) La estructura de riego más eficiente; y
- c) La aptitud de las tierras para los cultivos a que se refiere el inciso a) de este artículo.

**Artículo 46º.-** Para casos en que, por escasez de recursos de agua, algunos predios no pudieran implantar cultivos, se establecerá un sistema de indemnización social, con participación de todos los usuarios del respectivo Distrito a fin de proporcionar los mínimos vitales a los usuarios afectados y resarcirlos de los gastos de preparación de tierras.

**Artículo 47º.-** Para cada Valle o Distrito de Riego se fijara la descarga o caudal mínimo debajo del cual sea declarado en "estado de emergencia por escasez" para los efectos de lo dispuesto en el Artículo 17º, en cuyo caso, se atenderá previamente las necesidades para uso domestico, abrevadero de ganado, cultivos permanentes y los preferenciales que señale el Ministerio de Agricultura y Pesquería.

**Artículo 48º.-**Para lograr la mayor eficiencia en la distribución y utilización de las aguas, así

como la atención de las demandas del mayor número posible de usuario, la Autoridad de Aguas está facultada para establecer mitas, quiebras, turnos u otros sistemas o formas de reparto, ya sea en causas naturales o artificiales.

**Artículo 49º.**-Para ser considerados en los planes de cultivo y riego los interesados deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Estar inscritos en el padrón respectivo;
- b) Tener en buenas condiciones la infraestructura de riego de sus predios; y
- c) Acreditar el pago de la tarifa de agua y de las cuotas acordadas o aprobadas por la Autoridad de Aguas.

**Artículo 50º.**-Cuando por exceso de riego el agua pudiera ocasionar daños a los suelos agrícolas u otras zonas, la Autoridad de Aguas limitará los usos excesivos.

## **CAPITULO IV**

### **De los Usos, Energéticos, Industriales y Mineros**

**Artículo 51º.**-Podrán otorgarse usos de agua para la generación de energía y para actividades industriales y minerales, preferentemente para las comprendida en los planes estatales de promoción y desarrollo.

**Artículo 52º.**-Todas las caídas de agua naturales pertenecen al estado.

**Artículo 53º.**-Las aguas destinadas a la generación de energía ser devueltas en el lugar que se señale en la licencia, debiendo el usuario de informar a la Autoridad de Aguas en forma detallada la programación de captaciones y fluctuación de los desagües.

**Artículo 54º.**-La Autoridad de Aguas o la Sanitaria exigirá que los residuos minerales sean depositados en áreas especiales o "Canchas de relave" dotadas de los elementos necesarios de control y seguridad, o sean evacuados por otros sistemas de manera que se evite la contaminación de las aguas o tierras agrícolas de actual o futura explotación.

## **CAPITULO VI**

### **De otros Usos**

**Artículo 55º.**- Podrán otorgarse usos de agua o tramos de ríos y demás cauces naturales, así como áreas de lagos, lagunas y embalses naturales o artificiales o del mar territorial, para destinarse al cultivo o crianza de especies de la flora o fauna acuáticas, preferentemente para las actividades comprendidas en los planes estatales de promoción. Todos estos usos se otorgarán en lugares compatibles con la seguridad nacional y que no interfieran o perturben los usos públicos, la flotación o navegación.

**Artículo 56º.**- Nadie podrá emplear artificios o sistemas que impidan o dificulten el curso normal de las aguas, la navegación o flotación, así como los que puedan alterar las condiciones de vida en perjuicio de la flora o fauna acuáticas, ni introducir modificaciones en la composición química, física o biológica de las aguas en perjuicio de otros usos.

**Artículo 57º.**- También se podrán otorgar usos de agua o tramos o áreas de embalses o cauces de agua para recreación, turismo o esparcimiento públicos.

Estas licencias se otorgarán en lugares compatibles con la seguridad nacional y que no interfieran o perturben los usos públicos.

**Artículo 58º.**- El Poder Ejecutivo fijará en cada caso, lo que corresponda pagar por concepto de los usos a que se refiere este Capítulo. Este pago será mínimo, cuando no se persigan propósitos de lucro.

## TITULO IV

### De las Aguas Subterráneas

**Artículo 59º.-** Las aguas subterráneas quedan sujetas a las disposiciones especiales del presente Título y a las demás de esta Ley que les sea aplicable.

**Artículo 60º.-** Cuando se trate de utilizar aguas subterráneas para riego, se otorgarán preferentemente para su regulación o mejoramiento, pudiendo otorgarse para irrigación siempre que los estudios técnicos y económicos demuestren su conveniencia y factibilidad.

**Artículo 61º.-** La Autoridad de Aguas podrá dispensar de la presentación de estudios para el uso de aguas subterráneas destinadas a satisfacer las necesidades de la familia rural siempre que los medios para su extracción sean de mínima capacidad.

**Artículo 62º.-** El otorgamiento de los usos de aguas subterráneas está sujeto, además de las condiciones establecidas en el Art 32º, a las específicas siguientes:

a) Que su alumbramiento no cause fenómenos físicos o químicos que alteren perjudicialmente las condiciones el reservorio acuífero, las napas allí contenidas, ni el área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo cuando abarque terrenos de terceros; y

b) Que no produzca interferencia con otros pozos o fuentes de agua.

**Artículo 63º.-** Podrán alumbrarse aguas en terrenos distintos al del peticionario, cuando los estudios demuestren que no existen en los de éste, o existiendo, su alumbramiento contraviniese cualquiera de las condiciones establecidas en el Artículo 32º o las del artículo presente.

**Artículo 64º.-** Para evitar las interferencias que pudieran producirse entre dos o más pozos como consecuencia de un nuevo alumbramiento, la Autoridad de Aguas, teniendo en cuenta el radio de influencia de cada uno, determinará la distancia mínima que debe medir entre la perforación solicitada y los pozos existentes, su profundidad y el caudal máximo que podrá alumbrar el peticionario.

**Artículo 65º.-** La Autoridad de Aguas fijará el régimen de explotación de las aguas subterráneas de acuerdo a las disponibilidades del recurso y a los imperativos del plan de cultivo y riego respectivo.

**Artículo 66º.-** La Autoridad de Aguas podrá disponer de oficio o autorizar las modificaciones de los métodos, sistemas o instalaciones de los alumbramientos cuando sean inapropiados.

**Artículo 67º.-** La Autoridad de Aguas dictará las medidas necesarias para asegurar la continuidad de un uso común de aguas de subsuela cuando por cualquier causa el usuario que maneja el pozo respectivo dejare de hacerlo.

**Artículo 68º.-** Toda persona que como actividad principal o secundaria se dedique a perforar, excavar o realizar trabajos para encontrar aguas subterráneas, deberá necesariamente contar con la licencia correspondiente.

**Artículo 69º.-** Todo aquel que sin hacer profesión de las actividades a que se refiere el artículo anterior, realiza para el y en forma eventual labores de perforación o excavación para alumbrar aguas subterráneas, proporcionará a la Autoridad competente la información que, de acuerdo con las características del pozo, le sea requerida.

**Artículo 70º.-** Todo aquel que con ocasión de efectuar estudios, explotaciones o exploraciones mineras, petrolíferas o con cualquier otro propósito, descubriese o alumbrase aguas, esta obligado a dar aviso inmediato a la Autoridad de Aguas y a proporcionarle la información técnica de que disponga y no podrá utilizarlas sin permiso, autorización o licencia.

## TITULO V

### De las Aguas Minero-Medicinales

**Artículo 71º.-** Las aguas minero-medicinales quedan sujetas a las disposiciones especiales

del presente Título y a las demás de esta Ley que les sean aplicables.

**Artículo 72º.-** El estudio de las fuentes minero medicinales, la licencia para el uso de sus aguas y el control de su explotación, son de competencia del Ministerio de Salud quien dentro de los plazos que le señalará el Reglamento de la presente Ley, deberá inventariar, clasificar, calificar y evaluar la utilización terapéutica, industrial y turística de dichas fuentes, en coordinación con la empresa nacional de turismo y los demás organismos estatales competentes.

**Artículo 73º.-** Las Aguas minero-medicinales se explotarán preferentemente por el estado o mediante licencia, previa licitación pública, para destinarlas a establecimientos balnearios o plantas de envases.

**Artículo 74º.-** El Ministerio de Salud llevará a cabo la revisión del título con la que se explota cada fuente para su conversión en licencia, y establecerá las condiciones que fueran necesarias en cada uso o declara su caducidad.

**Artículo 75º.-** En todos los casos la licencias se otorgan solo para usar los volúmenes de agua necesarios para el servicio público a que están destinadas.

**Artículo 76º.-** El Estado podrá autorizar la expropiación de los terrenos que fueran necesarios o útiles para uso terapéutico, turístico o industrial de las aguas minero-medicinales.

**Artículo 77º.-** En toda licencia de agua minero-medicinales deberá establecerse como condición esencial, que el término de la misma, las construcciones, instalaciones y demás servicios pasaran al dominio del Estado en buenas condiciones e higiene, conservación y mantenimiento, sin pago alguno.

**Artículo 78º.-** Pasan a dominio del Estado sin pago alguno, las obras e instalaciones efectuadas para la utilización de las fuentes minero-medicinales, que a la promulgación de la presente Ley se estén explotando sin la autorización respectiva o no se encuentren en el Registro correspondiente.

## **TITULO VI**

### **De las Propiedades Marginales**

**Artículo 79º.-**En las propiedades aledañas a los álveos naturales se mantendrá libre la faja marginal de terreno necesaria para el camino de vigilancia y en su caso, para el uso primario del agua, la navegación, el tránsito, la pesca otros servicios. Las dimensiones de la faja, en una o en ambos márgenes serán fijadas por la autoridad de aguas, respetando en lo posible, los usos y costumbres establecidos. Podrán también dicha Autoridad cuando fuera necesario fijar la zona sujeta a servidumbre de abrevadero. En todos estos casos no habrá lugar a indemnización por la servidumbre pero quienes usaren de ellas quedan obligados, conforme al derecho común a indemnizar los daños que causaren tales en las propiedades sirvientes como en los casos públicos o en las obras hidráulicas.

**Artículo 80º.-** Los álveos naturales, los canales artificiales y las fajas marginales sujetas a servidumbre solo podrán ocuparse y cultivarse con previa autorización del Ministerio de Agricultura y Pesquería, salvo lo dispuesto en la Ley Nº 10842. En estos casos el Estado no será responsable de las pérdidas que puedan producirse u ocasionarse por acción de las aguas u otras causas.

**Artículo 81º.-** La autorización a que se refiere el artículo anterior no será necesaria para el cultivo de las riveras de los ríos de la Vertiente Oriental.

**Artículo 82º.-** Cuando las aguas por causas propias de la naturaleza, abran un nuevo canal en terrenos de propiedad privada dicho canal pasara al dominio público si el propietario no iniciase en el lapso de un año las obras necesarias para restituir las aguas a su antiguo canal o no concluyesen dichas obras dentro del plazo fijado por la Autoridad competente, salvo caso de fuerza mayor debidamente comprobada.

El Poder Ejecutivo podrá conceder los canales naturales abandonados, sujetándose a las disposiciones de la Ley de Reforma Agraria.

**Artículo 83º.-** Cuando por erosión, las aguas de los cursos naturales amplíen la dimensión

transversal de sus cauces, la ampliación formara parte del álveo, si los propietarios de los predios en donde se ha producido, no cumplieran con lo determinado en el artículo anterior.

**Artículo 84º.-** Cuando un nuevo cauce deje aislado o separados terrenos de un predio, dichos terrenos continuaran perteneciendo a su propietario.

## TITULO VII

### Disposiciones Genéricas

**Artículo 85º.-** Quedan sujetas a las disposiciones específicas del presente Título y a las demás de esta Ley que les sean aplicables, la realización de estudios y la ejecución y modificación de obras destinadas a los siguientes fines:

- a) Usos de agua;
- b) Evacuación de desagüe y descarga de los afluentes, relaves y materiales sólidos provenientes de la minería, industria y de otros usos;
- c) Defensa contra la acción erosiva de las aguas;
- d) Encauzamiento de cursos naturales;
- e) Avenamiento de suelas; y
- f) Los demás estudios y obras de carácter hidráulico en general.

**Artículo 86º.-** Las obras se sujetarán ciñéndose estrictamente a las características, especificaciones y condiciones de los estudios y proyectos aprobados.

**Artículo 87º.-** La Autoridad competente podrá disponer el retiro, demolición, modificación o reubicación de obras autorizadas en los casos siguientes:

- a) Si no se ajustan a los estudios y proyectos aprobados;
- b) Si, por haber variado naturalmente las causas que determinaron su construcción, resultan perjudiciales; y
- c) Si ello es indispensable por razones de orden técnico para una mejor o más racional utilización de las aguas, en cuyo caso la indemnización o el costo de los que fuese necesario hacer para que el dueño de la obra no se perjudique será cubierto por los beneficiarios.

**Artículo 88º.-** Los estudios destinados a obras de irrigación, mejoramiento de riegos, o cualquier otro que en su ejecución pudiera ocasionar daños o perjuicios por infiltración de agua, deberán incluir los referentes al avenamiento.

**Artículo 89º.-** En los expedientes administrativos abandonados y en los declarados caducos, el Estado se subrogará sin costo alguno en el derecho del peticionario sobre los planes, estudios y proyectos acompañados.

**Artículo 90º.-** Todo aquel que sin autorización ejecute algunas de las obras a que se refiere el Artículo 85º, deberá a juicio de la Autoridad competente, ser obligado a retirarla o demolerla restituyendo las cosas a su estado anterior, o sancionando con multa no mayor del 50 por ciento del importe de las obras indebidamente ejecutadas: siendo además responsable de los daños y perjuicios que ocasione.

Si el obligado no efectuase el retiro o la demolición, la Autoridad competente lo hará por cuenta de aquel.

## CAPITULO II

### De las Obras destinadas a los usos de aguas

**Artículo 91º.-** En los programas de estudios y obras destinados al uso de agua con fines agrícolas, se tendrá en cuenta el siguiente orden preferencial:

- a) Adecuación de la infraestructura de medición, captación, distribución y control de las aguas;
- b) Regularización de riego;
- c) Avenamiento de tierras cultivas;

- d) Recuperación, por drenaje, de terrenos que han dejado de ser productivos, o en los que se ha reducido en productividad como consecuencia de haber elevado el nivel de la napa freática; y
- e) Irrigación.

**Artículo 92º.-** Son de necesidad y utilidad pública las expropiaciones de tierras para construcción de las obras a que se refiere el artículo anterior, así como de las áreas adicionales para la reubicación en unidades agrícolas familiares de los pequeños agricultores afectados con las obras.

**Artículo 93º.-** A los usuarios de aguas que dentro del plazo que se les señale, no construyesen las obras o no efectuasen las instalaciones que haya ordenado la Autoridad competente, se les suspenderá el suministro de aguas hasta que ellas sean ejecutadas.

En este mismo caso y tratándose de obras comunes, además del corte de agua, la Autoridad competente girará los recibos correspondientes con el recargo del 20 por ciento, cuya cobranza efectuará por la vía coactiva. Mientras se efectúe el cobro, si existen fondos públicos disponibles para estos fines, podrá con ellos iniciarse las obras, los que se restituirán con el producto de la referida cobranza.

El 20 por ciento de recargo incrementará el fondo a que se refiere el Artículo 12º.

### **CAPITULO III**

#### **De las Obras de Defensa, Encauzamiento y Avenamiento**

**Artículo 94º.-** Cuando por causas de crecientes extraordinarias u otras emergencias, los propietarios o conductores de predios se vieren en la necesidad de construir obras de defensa sin permiso de la Autoridad deberán dar aviso a ésta dentro de los 10 días siguientes a su inicio. Dichas obras serán construidas en las márgenes con carácter provisional de acuerdo a las normas que el reglamento establezca al efecto, y cuidando de no causar daños a terceros; quedando sujetas a su revisión oportuna por la Autoridad de Aguas.

**Artículo 95º.-** En los mismos casos del artículo precedente la Autoridad podrá ordenar o ejecutar obras o demoler las existentes para conjurar daños inminentes. Pasado el estado de emergencia o el peligro que las determinó, la Autoridad de Aguas dispondrá que se retiren las obras que resulten inconvenientes, se repongan las demolidas o se construyan las nuevas obras necesarias, por cuenta de quienes resultaron defendidas directa o indirectamente.

**Artículo 96º.-** Ningún propietario podrá oponerse a que en las márgenes de los ríos y demás álveos naturales se realicen, obras de defensa para proteger de la acción de las aguas a otros predios o bienes. En caso que la obra defienda también el predio en cuya margen se construye, su propietario contribuirá a sufragar los gastos respectivos en la proporción correspondiente que fijará la Autoridad de Aguas. El Estado podrá asumir parte de estos gastos cuando se trate de unidades agrícolas familiares.

**Artículo 97º.-** Los usuarios defenderán las márgenes en toda la longitud que queda bajo la influencia de una bocatoma. La Autoridad de Aguas fijará en cada caso, la extensión por defender así como el tipo y características de las obras respectivas.

**Artículo 98º.-** El Estado podrá realizar obras destinadas a la defensa de poblaciones, cambio de curso de los ríos y todas las que sean de interés general o servicio público. Si con estas obras se aseguran o benefician predios particulares se aplicará lo dispuesto en el Artículo 18º.

**Artículo 99º.-** La Autoridad sanitaria por razón de la salubridad podrá disponer que se realicen obras de avenamiento de terrenos pantanosos o húmedos.

**Artículo 100º.-** La explotación de los materiales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauce, deberá ser controlada y súper vigilada por la Autoridad de Aguas, la que otorgará permisos para su extracción sujetos a las condiciones que en ellos se establezcan pagando al Estado los correspondientes derechos. Son nulas las concesiones que se hayan otorgado con anterioridad a la promulgación de la presente Ley, como supuestas

concesiones de explotación minera de materiales no metálicos.

**Artículo 101º.-** Al iniciarse los tramites para la realización de estudios destinados a los fines a que se refiere el Artículo 85º, a pedido de los interesados, se establecerá las reservas necesarias de los materiales de construcción que fuesen requeridos para la ejecución de las obras que de dicho estudios pudieran proyectarse fijando el plazo de la reserva.

**Artículo 102º.-** Antes de autorizar la construcción de obras o la utilización de tierras en zonas arqueológicas, la autoridad competente deberá oír a la Dirección General de Cultura del Ministerio de Educación y a la Empresa Nacional de Turismo para la aplicación de las disposiciones legales correspondientes.

## TITULO VIII

### De las Servidumbres

**Artículo 103º.-** Todos los predios están sujetos a recibir las aguas que sin haber mediado obra o artificio alguno, fluyen naturalmente de terrenos superiores así como las materiales que aquellas arrastran en su curso.

Los propietarios de los predios referidos previo permiso de la Autoridad competente podrán efectuar trabajos que modifiquen el curso de las aguas, siempre que no se cauce perjuicio a terceros.

**Artículo 104º.-** Todas las servidumbres así como las modificaciones de las existentes y de las que se implanten, que sean necesarias para los distintos usos de las aguas, incluyendo la construcción y, en su caso, la operación de toda clase de obras de represamiento, extracción y conducción de aguas, desagüe, avenamiento del suelo camino de paso y vigilancia encauzamiento, defensa de los márgenes y riberas y las requeridas para la conservación y preservación de las aguas, son forzosas y serán establecidas como tales,, procediéndose a las expropiaciones respectiva, conforme con lo dispuesto por esta Ley, a falta de acuerdo entre los interesados.

De igual modo se harán expropiaciones adicionales o se autorizarán las ocupaciones temporales de terrenos para la ejecución de las obras y actividades complementarias.

**Artículo 105º.-** A la servidumbre de acueducto le es inherente la de paso debiendo la Autoridad competente señalar, en cada caso, las características de los caminos respectivos.

**Artículo 106º.-** Los cauces artificiales de las aguas dispondrán de los caminos o sendas que fueran indispensables para la vigilancia y los demás fines establecidos en la presente Ley.

**Artículo 107º.-** Todo aquel que obtenga una servidumbre que atravesara vías públicas o particulares de cualquier naturaleza y otras obras o instalaciones, está obligado a construir y conservar lo que fuera necesario para que aquellas no sufran daños o perjuicios por causa de la servidumbre que se implanta. Durante el proceso de construcción, la Autoridad competente dispondrá lo conveniente para evitar en lo posible que se causen perturbaciones.

**Artículo 108º.-** Todo aquel que obtenga una servidumbre de paso de aguas, utilizando un acueducto ya existente, además de las obras que para ello tuviese que realizar, contribuirá proporcionalmente, a cubrir los gastos que como usuario, del acueducto le corresponden siendo también de su cargo los daños y perjuicios que causare.

**Artículo 109º.-** El que obtenga o utilice una servidumbre tendrá acceso al predio sirviente, con fines de vigilancia y conservación de las obras; pero estará obligado a tomar las precauciones del caso para evitar daños o perjuicios, quedando sujetos a las responsabilidades civiles o penales a que hubiera lugar.

La Autoridad de aguas dictará las medidas más convenientes para el cumplimiento de esta disposición.

**Artículo 110º.-** Nadie podrá impedir u obstaculizar una servidumbre. Cualquier alteración o modificación deberá ser previamente aprobada por la Autoridad competente con sujeción a los trámites correspondientes.

**Artículo 111º.-** Al dividirse un predio se establecerán las servidumbres necesarias para el

uso de las aguas.

**Artículo 112º.**-Quedar<sup>á</sup> extinguida la servidumbre:

- a) Cuando quien la solicite o sus sucesores. no lleven a cabo las obras respectivas dentro del plazo señalado;
- b) Cuando el dueño o el conductor legítimo del predio sirviente demuestre que permanece sin uso por más de dos años consecutivos;
- c) Cuando se acabe el fin para el cual se autorizó
- d) Cuando sin autorización ha sido destinada a fin distinto; y
- e) Por vencimiento del plazo de la servidumbre temporal.

**Artículo 113º.**- En caso que se establezca una servidumbre de abrevadero deberán realizarse las obras necesarias para que las aguas no se contaminen, cumpliéndose, asimismo, las demás condiciones del Artículo 32º.

**Artículo 114º.**- Exceptuándose de las disposiciones de este Título las servidumbres destinadas a la generación y abastecimiento de energía hidroeléctrica, que se rigen por la Ley de Industria Eléctrica N° 12378.

## TITULO IX

### De la Extinción de los usos; y de los Delitos, Faltas y Sanciones

**Artículo 115º.**- Los usos de las aguas terminan:

- a) Por concluirse el objeto para que fueron otorgados;
- b) Por vencimiento del plazo de la autorización; y
- c) En los otros casos que lo disponga esta Ley.

**Artículo 116º.**- Los usos de las aguas caducan:

- a) Por no usarse las aguas total o parcialmente según el plan de cultivo y riego correspondiente, salvo caso fortuito o fuerza mayor debidamente comprobados;
- b) Por no pagar durante dos años consecutivos la tarifa a que se refiere esta Ley, salvo los casos de suspensión, prórroga o exoneración que decrete el Poder Ejecutivo por razón de calamidad pública; y
- c) En los demás casos que el usuario no cumpla las obligaciones que le imponga esta Ley.

**Artículo 117º.**- Los usos de las aguas serán revocados:

- a) Por trasladar o entregar a otro, sin autorización, en todo o en parte las aguas otorgadas;
- b) Por ser reincidente en la sustracción de aguas cuyo uso haya sido otorgado a terceros;
- c) Por destinar sin autorización las aguas a uso o predio distinto para el cual fueron otorgadas; y
- d) En los casos que se hubiera sancionado al usuario dos veces con multa por cometer una misma falta dentro del lapso de dos años.

**Artículo 118º.**- Cuando se produzca la caducidad o revocación del uso de aguas para riego las tierras correspondientes serán afectadas para fines de Reforma Agraria: y su valorización y pago se efectuará de acuerdo a lo establecido en el Decreto Ley N° 17716.

**Artículo 119º.**- Toda persona que contravenga cualquiera de las disposiciones de esta Ley o de sus reglamentos será sancionada administrativamente con una multa no menor de trescientos soles ni mayor de cincuenta mil soles según la gravedad de la falta, y con la suspensión del suministro hasta que se ejecuten las obras o se pague lo adeudado, según sea el caso.

**Artículo 120º.**- Será sancionado administrativamente con multa no menor de quinientos soles ni mayor de cien mil soles:

- a) El que sacare aguas de lagos, lagunas, represas, estanques u otros depósitos naturales y otras fuentes superficiales o subterráneas sin autorización; o las sacare o tomare en mayor cantidad de la otorgada;
- b) El que ilícitamente represare, desviare o detuviere las aguas de los ríos, arroyos, canales, acueductos, manantiales y otras fuentes o cursos naturales o artificiales, o usurpare un uso cualquiera referente a ellos;

- c) El que impidiere o estorbare a otro el uso legítimo de las aguas;
- d) El que dañare u obstruyera las defensas naturales o artificiales de las márgenes; o los terrenos forestados; y
- e) El que obstruyera o impidiera el ingreso de la Autoridad de Aguas o de quienes ésta haya autorizado a cualquier lugar de propiedad pública o privada.

**Artículo 121º.-** Además de la multa a que se refieren los artículos anteriores el infractor deberá, según el caso, retirar la obra construida o demolerla y volver las cosas a su estado anterior; reponer las defensas naturales o artificiales o pagar el costo de su reposición; o clausurar el pozo; y, en todos los casos, indemnizar los daños y perjuicios ocasionados.

La autoridad competente podrá interponer si el hecho fuera grave, la correspondiente denuncia por los delitos previstos en los artículos Nos. 258º, 322º del Código Penal.

**Artículo 122º.-** El que contaminare aguas superficiales o subterráneas, con daño para la salud humana, la colectividad o la flora o fauna, infringiendo alguna de las disposiciones pertinentes de la presente Ley, o a las que, para evitar la contaminación, hubiera dictado la Autoridad competente, será sancionado de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 274º del Código Penal, quedando obligado a reparar los daños y perjuicios ocasionados.

**Artículo 123º.-** Si el infractor no cumpliera con lo ordenado por la Autoridad competente dentro del plazo que le señale, se duplicará la multa impuesta; y si continuara en rebeldía se duplicará la segunda multa, llegándose finalmente a la cancelación de la autorización o licencia.

**Artículo 124º.-** En caso de reiteración la falta será sancionada con multa no menor del doble de la impuesta la vez anterior.

**Artículo 125º.-** Las disposiciones de la presente Ley que se refieren a faltas específicas no incluyen la aplicación de las sanciones contempladas en este Título por las demás faltas o delitos que prevé.

**Artículo 126º.-** El Poder Ejecutivo actualizará cada cinco años los límites mínimo y máximo de las multas establecidas en el presente Título.

El importe proveniente de las multas formará parte de un fondo especial destinado a la realización de estudios o ejecución de obras para el mejor aprovechamiento de las aguas dentro de la jurisdicción administrativa correspondiente.

**Artículo 127º.-** Los funcionarios y empleados de los organismos del Sector Público que intervienen en la aplicación de las disposiciones de la presente Ley no podrán ser dueños, los coparticipes de tierras rústicas, ni socios de sociedades propietarias o arrendatarias de aquéllas, ni parientes dentro del tercer grado de consanguinidad o segundo de afinidad de dueños de predios rurales o socios de las mismas sociedades dentro del área donde ejerce su autoridad. Tampoco podrán tener relación contractual o de interés comercial con propietarios de predios rústicos, ni ser socios o administradores de sociedades que las tuvieran dentro de la misma área.

## TITULO X

### De la Jurisdicción Administrativa

#### CAPITULO I

#### Disposiciones Genéricas

**Artículo 128º.-** La jurisdicción Administrativa en materia de aguas y las conexas a que se refiere la Ley, corresponden al Ministerio de Agricultura y Pesquería, salvo las relativas a las aguas minero-medicinales y las de orden sanitario que competen al Ministerio de Salud.

**Artículo 129º.-** Toda persona que tenga legítimo interés podrá reclamar contra hechos y actos de la Administración.

Cuando la tramitación de una solicitud se paralice durante más de tres meses, por causas imputables al interesado, la Autoridad competente podrá declarar el abandono del recurso o del procedimiento.

Cualquier persona puede denunciar omisiones o hechos contrarios a las disposiciones de esta Ley.

**Artículo 130º.-** Para toda cobranza que deba efectuar la Autoridad Administrativa competente, en cumplimiento de las disposiciones de la presente Ley, incluyendo las multas que aplicare, empleará la vía coactiva al vencimiento del plazo fijado para el pago respectivo.

**Artículo 131º.-** La Autoridad Política está obligada a presentar el auxilio de la fuerza pública cuando lo solicite la Autoridad de Aguas o la Sanitaria.

**Artículo 132º.-** Para interponer las acciones de nulidad o de contradicción de las resoluciones administrativas ante el Fuero Privativo a que se refiere el Capítulo II del Título XII del Decreto- Ley N° 17716. La acción de nulidad o de contradicción prescribe a los tres meses de notificado o publicado el acto administrativo correspondiente.

## CAPITULO II

### De los Organismos y Procedimientos Administrativos

**Artículo 133º.-** Salvo disposición expresa en contrario de las normas legales vigentes, el Administrador Técnico del Distrito de Riego es el funcionario competente para resolver en primera instancia administrativa las cuestiones y reclamos derivados de la aplicación de la presente ley.

El Director General de Aguas, Suelos e Irrigaciones resolverá en segunda instancia las apelaciones que se interpongan contra las resoluciones que expida el Administrador Técnico de Distrito de Riego, con lo que quedará agotada la vía administrativa.

**Artículo 134º.-** El Director General de Aguas, Suelos e Irrigaciones, podrá delegar en los Directores Regionales, en todo o en parte, las facultades a que se refiere el Artículo anterior. Los recursos de apelación que se interpongan contra las resoluciones expedidas en primera instancia por el Director General de Aguas, Suelos e Irrigaciones serán resueltas por Resolución Ministerial, con lo que quedará agotada la vía administrativa.

**Artículo 135º.-** El Consejo Superior de Aguas es el organismo consultivo del Poder Ejecutivo, en cuanto a los usos preferenciales y demás cuestiones de índole intersectorial relativas a aguas. Estará integrado por el Director General de Aguas e Irrigación, quien lo presidirá, el Director General de Electricidad, el Director General de Industrias, el Director General de Minería, el Director General de Servicios Integrados de Salud y el Director General de Obras Sanitarias.

El Consejo tendrá su Reglamento Interno que será aprobado por Decreto Supremo.

**Artículo 136º.-** Los usuarios de casa Distrito de Riego se organizarán en juntas, en las que la mayoría se computa por personas teniendo representación la minoría.

El Reglamento de esta Ley establecerá las modalidades de la organización y funcionamiento de dichas Juntas de Usuarios de Distrito de Riego, así como de las Comisiones de Regantes de Sectores de los Distritos.

Asimismo determinará la oportunidad y modo de la intervención de las Juntas de Usuarios en la elaboración de los Planes de Cultivos y Riegos, y demás actos en que obligatoriamente deberán ser oídos los usuarios.

**Artículo 137º.-** Las servidumbres forzosas y las expropiaciones a que se refiere el Artículo 104º serán establecidas en vía administrativa. Sólo podrá discutirse en el Fuero Privativo el monto de las indemnizaciones, sin que ello, impida el establecimiento de la servidumbre.

**Artículo 138º.-** La implantación o modificación de servidumbre forzosa se hará previos los estudios correspondientes, mediante Resolución del Director Regional respectivo, que declare de necesidad y utilidad pública las servidumbres o sus modificaciones, establezca las características de las mismas y fije las cantidades que, de acuerdo con las valorizaciones practicadas, deban ser abonadas a los dueños o conductores de los predios correspondientes.

Los interesados podrán solicitar la reconsideración de dicha Resolución dentro de los 15 días a partir de la fecha de su notificación, sólo cuando la servidumbre pueda ser

establecida en lugar distinto, con iguales ventajas, a un costo similar y con menores inconvenientes para el predio sirviente. Estas Resoluciones podrán ser susceptibles de recursos de apelación, dentro del mismo plazo. Con la Resolución del Director General de Aguas, Suelos e Irrigaciones que resuelva la apelación quedará agotada la vía administrativa.

La aprobación de servidumbres convencionales se hará por Resolución del Administrador Técnico de Distrito de Riego.

**Artículo 139º.-** En caso de constituirse una servidumbre temporal, se valorizará el uso de la parte ocupada por la servidumbre. Los daños y perjuicios que se ocasionen serán indemnizados a justa tasación.

Lo mismo se hará en caso de convertir una servidumbre temporal en permanente.

**Artículo 140º.-**Ejecutada la Resolución administrativa que establezca la servidumbre, el interesado, antes de la iniciación de las obras respectivas, deberán abonar directamente o consignar el monto de las valorizaciones que correspondan.

Con el pago a la consignación, la Autoridad Administrativa competente ministrará la posesión de los terrenos al interesado, levantando acta en que constarán los hechos, así como los cultivos, construcciones y demás bienes integrantes y accesorios. Las partes podrán dejar constancia de sus respectivos dichos.

**Artículo 141º.-** Cuando se trate de particulares, o cuando el propietario del predio sirviente se allanará a la tasación de los peritos del Estado podrá acordarse la servidumbre en trato directo.

**Artículo 142º.-** La ocupación transitoria de terrenos para la realización de estudios, exploraciones u obras, será dispuesta por la Autoridad Administrativa competente, la que en el mismo acto, determinará el monto de las indemnizaciones por la ocupación y podrá exigir fianza para asegurar su pago oportuno.

**Artículo 143º.-** La terminación, caducidad o revocación de los usos de aguas, será declarada administrativamente, pudiendo la Autoridad competente actuar de oficio todas las pruebas que estime pertinente. Los interesados podrán hacer uso de los recursos impugnativos, dentro de los términos que señale el Reglamento, hasta que quede agotada la vía administrativa.

### **Disposición Transitoria**

**Artículo 144º.-** Los usos existentes a la promulgación de esta Ley, se adecuarán a permisos, autorizaciones o licencias de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo I del Título III de esta Ley.

### **Disposición Especial**

**Artículo 145º.-** Forma parte de la presente Ley el Anexo con las Definiciones de Términos que ella contiene.

### **Disposiciones Finales**

**Artículo 146º.-** Deróganse el Código de Aguas promulgado el 24 de Febrero de 1902 y las demás disposiciones legales que se opongan a la presente Ley.

**Artículo 147º.-** El Poder Ejecutivo procederá de inmediato a formular los Reglamentos que la presente Ley requiera.

Por tanto: Mando se publique y cumpla.

Lima, 24 de julio de 1969.

Gral. De Div. EP. **Juan Velasco Alvarado.**

Gral. De Div. EP. **Ernesto Montagne Sánchez.**

Vice-Almirante AP **Alfonso Navarro Romero.**

Tnte. Gral. FAP **Rolando Gilardi Rodríguez.**

## LEY GENERAL DE AGUAS

### ANEXO

#### Definiciones de Términos

I.- Para los efectos de la presente Ley los términos que a continuación se indica, salvo reserva expresa, tendrán los significados siguientes:

#### — A —

- 1) **Aguas Atmosféricas:** Son las que se encuentran en la atmósfera en estado sólido, líquido o gaseoso.
- 2) **Aguas Producidas:** Son las obtenidas mediante artificios, para uno o más usos determinados.
- 3) **Aguas Servidas:** Son las provenientes de la redes de desagüe.
- 4) **Aguas Terrestres:** Son las que se encuentran en contacto con la tierra, ya sean superficiales o subterráneas.
- 5) **Alumbramiento:** Acción de descubrir aguas subterráneas y hacerlas aflorar.
- 6) **Alveos o Cause:** Es el continente de las aguas que estas ocupan en sus máximas crecientes.
- 7) **Avenamiento:** Acción de evacuar las aguas que sobre-saturan los suelos.

#### — B —

- 1) **Bocatoma:** Estructura que permite derivar y regular las aguas hacia una red de conducción de un sistema de suministro.

#### — C —

- 1) **Cancha de Relave:** Area donde se deposita los desechos provenientes de un proceso minero.
- 2) **Conservación de Aguas:** Providencias y acciones destinadas a evitar o disminuir las pérdidas de agua.
- 3) **Contaminación:** Cualquier alteración perjudicial en las características físicas, y/o bacteriológica de las aguas.
- 4) **Crecientes:** Aumento del caudal de un curso o deposito de agua por encima del nivel normal.
- 5) **Cuenca Hidrográfica:** Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar.

#### — D —

- 1) **Defensa de Riveras o Causes:** Obras o artificios destinados a evitar la acción erosiva de las aguas y las inundaciones.
- 2) **Distrito de Riego:** Cada una de las demarcaciones establecidas para la distribución y administración de las aguas.

#### — E —

- 1) **Escorrentía (Pérdida por):** Son las aguas que no se logran aprovechar por causa de su

descubrimiento no controlado.

— F —

- 1) **Fuente (De Agua):** Lugar donde se encuentran las aguas y del cual pueden ser derivadas para su utilización.

— I —

- 1) **Interferencia entre Pozos:** Situación que se crea cuando el bombeo de un pozo produce baja del rendimiento de otro.

— M —

- 1) **Márgenes:** Zonas laterales de los terrenos que lindan inmediatamente con los cauces.
- 2) **Medición Volumétrica:** Es la determinación del caudal de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo.
- 3) **Mitas:** Concentración de aguas por sectores durante un determinado tiempo para el abastecimiento de los mismos con toda el agua disponible.

— N —

- 1) **Napa:** Masa delimitada de aguas subterráneas.

— P —

- 1) **Percolación:** Circulación del agua a través de un terreno saturado.

— Q —

- 1) **Quiebra:** Cierre de las tomas altas de un río o canal para que las agua puedan utilizarse en las tomas de las partes bajas.

— R —

- 1) **Radio de Influencia de un Pozo:** Distancia hasta la cual se puede percibir un descenso notable del nivel de la napa por acción exclusiva y directa del alumbramiento de aguas subterráneas.
- 2) **Régimen de Agua:** Conjunto de características y modalidades del discurrimento, las variaciones del caudal en función del tiempo y la periodicidad y frecuencia de las crecientes y estiajes de un curso o deposito de agua.
- 3) **Regularización de un Régimen de Agua:** Providencias, acciones y obras destinadas a adaptar un régimen de agua obteniendo oportunidad y cantidad para uno o más aprovechamiento.
- 4) **Riberas:** Fajas de terreno de los álveos o cauces comprendidas entre los mayores y menores niveles ordinarios alcanzados por las aguas.
- 5) **Régimen de Alumbramiento:** Programación en tiempo y caudal de la extracción de un determinado volumen o masa de agua subterráneas.

— S —

- 1) **Sector-**. Parte de un Distrito de Riego.
- 2) **Sistema de Riego:** Cada una de las demarcaciones geográficas que comprende más de

un valle o cuenca.

**3) Sistema de Suministro:** Conjunto de obras destinadas a la distribución de las aguas.

— T —

**1) Turno:** Orden o alternativa de oportunidad a que los usuarios quedan sujetos para la utilización de las aguas.

— U —

**1) Uso:** Empleo de las aguas para un fin determinado.

— Z —

**1) Zonificación de Cultivos:** Determinación de los cultivos que deben establecerse en determinadas áreas.

II.- Cuando en el texto de la presente Ley se hace referencia a determinados artículos sin indicar el cuerpo legal al que pertenece debe entenderse que corresponden a la misma.

\*\*\*\*\*

ANEXO 26.  
MEJORAMIENTO DEL POZO IRHS-07  
ICA - 2014

