



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE**  
**AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY**  
**CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE**  
**RECUAY, REGIÓN ÁNCASH, PARA LA MEJORA DE**  
**LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN –**  
**2019.**

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

**AUTOR**

**HARO SALAS, ALEXANDER MICHAEL**  
**ORCID: 0000-0002-0871-6199**

**ASESOR**

**LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL**  
**ORCID: 0000-0002-666-830X**

**CHIMBOTE – PERÚ**  
**2019**

**1. Título de la tesis:**

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019.

## **2. Equipo de trabajo**

### **Autor**

Haro Salas, Alexander Michael

ORCID: 0000–0002–0871–6199

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,  
Chimbote, Perú

### **Asesor**

León de los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000 – 0002 – 1666 – 830X

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de  
Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote,  
Perú

### **Jurado**

Sotelo Urbano, Johanna Del Carmen

ORCID: 0000 – 0001 – 9298 – 4059

Cerna Chávez, Rigoberto

ORCID: 0000 – 0003 – 4367 – 1480

Quevedo Haro Elena Charo

ORCID: 0000 – 0003 – 4367 – 1480

### **3. Hoja de firma del jurado y asesor**

Mgtr. Johanna del Carmen Sotelo Urbano

Presidente

Dr. Rigoberto Cerna Chávez

Miembro

Mgtr. Elena Charo Quevedo Haro

Miembro

Mgtr. Gonzalo Miguel León De los Ríos

Asesor



#### **4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria**

##### **Agradecimiento**

Agradecer a Dios por darme la oportunidad de desarrollarme en mi formación profesional.

A mi madre, tía y hermanos que siempre me apoyaron en mis metas propuestas, a mi esposa e hijos que fueron mi motivación para superarme cada día por su entera confianza, depositada en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, pero más que nada por su amor y cariño.

A la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, y los docentes que contribuyeron en mi formación académica a lo largo de los años de estudio en la universidad.

Al Ing. Gonzalo León de los Ríos por su asesoramiento en el curso de tesis, por formar parte de mi logro personal, por la motivación y confianza que me brindó.

## **Dedicatoria**

A Dios; que siempre ilumina mi camino.

A mi madre y tía:

Por formar parte de mis logros  
personales motivándome en el día a día  
para lograr mis objetivos.

A mis hermanos, esposa e hijos que fueron mi inspiración para  
cumplir con mis metas propuestas a los cuales amo infinitamente,  
por ser parte de mi vida y así ser ejemplo para ellos.

## 5. Resumen y Abstract

### Resumen

Esta investigación tuvo como **problema** ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay - Áncash mejorará la condición sanitaria de la población - 2019?, se planteó el **objetivo general** diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay - Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019. La **metodología** comprendió las siguientes características. El **tipo** fue exploratorio, el **nivel** cualitativo, el **diseño** fue descriptiva no experimental; se enfocó en la búsqueda de antecedentes., elaboración del marco conceptual, diseñar y analizar instrumentos que permitieron el diseño del sistema de agua potable del centro poblado Canrey Chico. Los resultados fueron una población futura de a 530 habitantes del caserío calculado para un periodo de 20 años, la captación es de ancho y largo de 0.90 m y alto 1.00 m, línea de conducción (450.00 m) se diseñó para conducir un caudal de 1.306 Lt/Sg, la línea de aducción (50.00 m), ambos con diámetro de 1.00 plg, clase 10, PVC, el reservorio proyectado; el reservorio será tipo apoyado rectangular con capacidad de almacenamiento de 5.00 m<sup>3</sup>; de largo y ancho de 2.10 y alto de 1.21, luego se suministrará por gravedad a las redes de distribución (1,860.03 m) se ha diseñado para conducir el caudal horario hacia las viviendas y finalmente a los hogares; para así beneficiar al 100% de la población y mejorar su condición sanitaria.

**Palabras claves:** Captación de agua potable, Red de distribución de agua potable, Sistema de abastecimiento de agua potable.

## **Abstract**

This research had as problem: Will the design of the drinking water supply system of the Canrey Chico populated center, Recuay district, province of Recuay - Áncash improve the sanitary condition of the population - 2019 ?, the general objective was to design the system of drinking water supply of the Canrey Chico populated center, district of Recuay, province of Recuay - Áncash for the improvement of the sanitary condition of the population - 2019. The methodology included the following characteristics. The type was exploratory, the qualitative level, the design was descriptive, not experimental; focused on the search of antecedents., elaboration of the conceptual framework, design and analyze instruments that allowed the design of the drinking water system of the Canrey Chico town center. The results were a future population of 530 inhabitants of the hamlet calculated for a period of 20 years, the collection is 0.90 m wide and long 1.00 m high, driving line (450.00 m) was designed to drive a flow of 1.306 Lt / Sg, the adduction line (50.00 m), both with a diameter of 1.00 in, class 10, PVC, the projected reservoir; the reservoir will be rectangular supported type with storage capacity of 5.00 m<sup>3</sup>; of length and width of 2.10 and height of 1.21, then it will be supplied by gravity to the distribution networks (1,860.03 m) it has been designed to drive the hourly flow to the homes and finally to the homes; in order to benefit 100% of the population and improve their health status.

**Keywords:** Drinking water collection, Drinking water distribution network, Drinking water supply system

## 6. Contenido

<b>1. Título de la tesis:</b> .....	<b>ii</b>
<b>2. Equipo de trabajo</b> .....	<b>iii</b>
<b>3. Hoja de firma del jurado y asesor</b> .....	<b>v</b>
<b>4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria</b> .....	<b>vii</b>
<b>5. Resumen y Abstract</b> .....	<b>x</b>
<b>6. Contenido</b> .....	<b>xiii</b>
<b>7. Índice de gráficos, tablas y cuadros</b> .....	<b>xix</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Revisión de la literatura</b> .....	<b>3</b>
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes Locales .....	3
2.1.1. Antecedentes Nacionales .....	6
2.1.2. Antecedentes Internacionales .....	8
2.2. Bases teóricas de la investigación .....	10
2.2.1 Agua.....	10
2.2.2 Agua potable. ....	10
2.2.3 Afloramiento. ....	11
2.2.4 Fuente.....	11
A) Tipos de fuente. ....	11

a) Agua de lluvia: .....	11
b) Aguas superficiales: .....	12
c) Aguas subterráneas: .....	12
B) Selección del tipo de fuente. ....	13
a) Manantiales:.....	13
2.2.5 Demanda. ....	14
2.2.6 Población futura. ....	14
A) Periodo de diseño. ....	14
B) Método de cálculo.....	14
a) Métodos analíticos: .....	14
b) Métodos comparativos: .....	15
c) Método racional: .....	15
d) Crecimiento aritmético:.....	15
2.2.7 Dotación.....	15
A) Dotación por consumo. ....	16
a) Consumo doméstico: .....	17
b) Consumo público: .....	17
c) Consumo comercial:.....	17
d) Fugas y desperdicios: .....	17
B) Variación de consumo.....	18
a) Consumo promedio diario anual (Qm):.....	18

b) Consumo máximo diario ( $Q_m$ ) y horario ( $Q_m$ ):.....	18
2.2.8 Estudio de Suelo.....	19
A) Generalidades.....	19
B) Ubicación.....	19
C) Trabajo de campo.....	19
D) Ensayo de laboratorio.....	20
2.2.9 Estudio Topográfico.....	20
2.2.10. Abastecimiento de Agua potable.....	22
2.2.10.1 Componentes del sistema de abastecimiento.....	22
A). Captación.....	22
a) Tipos de captación.....	22
a1. Captación de aguas pluviales: .....	23
a2. Captación Superficial:.....	23
a3. Captación directa y por gravedad .....	24
a4. Captación directa por bombeo.....	24
a5. Captación de manantiales: .....	25
b) Caudal.....	25
c) Cantidad de agua: .....	26
d) Método Volumétrico: .....	26
e) Dotación.....	26
B). Línea de conducción.....	26

a) Criterio de diseño. ....	27
a1. Carga disponible: .....	27
a2. Clases de tubería. ....	27
a3. Diámetro.....	28
a4. Estructuras complementarias.....	29
a5. Línea de gradiente hidráulico. ....	30
a6. Pérdida de carga unitaria: .....	30
a7. Velocidad. ....	32
a8. Presión.....	32
a9. Dotación. ....	33
C. Reservorio.....	33
a) Tipos de reservorio. ....	34
b) Caseta de válvulas. ....	35
b.1 Tubería de llegada .....	35
b2. Tubería de salida. ....	36
b3. Tubería de limpieza. ....	36
b4. Tubería de rebose.....	36
b5. By pass. ....	36
c) Volumen.....	37
d) Dotación.....	37
D. Línea de aducción .....	37



a) Diámetro. ....	38
b) Velocidad. ....	38
c) Presión. ....	38
d) Dotación. ....	39
E. Red de distribución. ....	39
a) Tipo de redes de distribución. ....	40
b) Velocidad. ....	42
c) Presión. ....	42
d) Dotación.....	42
2.2.11. Condiciones sanitaria .....	42
2.2.11.1 Cobertura de servicio .....	42
2.2.11.2 Cantidad del agua.....	43
2.2.11.3 Continuidad de servicio.....	43
2.2.11.4 Calidad del servicio.....	43
a. Propiedades de calidad del agua .....	44
a.1. Propiedades Físicas - químicas .....	44
a.2. Propiedades Bacteriológicas .....	46
2.2.12. Incidencia en la condición sanitaria .....	46
<b>III. Hipótesis .....</b>	<b>47</b>
<b>IV. Metodología.....</b>	<b>48</b>
4.1. Diseño de la Investigación.....	48

4.2. Población y muestra .....	49
4.1.1. Población: .....	49
4.1.2. Muestra: .....	49
4.3. Definición y Operacionalización de variables e indicadores .....	50
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	51
4.4.1. Técnica de observación directa .....	51
4.5. Plan de análisis.....	52
4.6. Matriz de consistencia.....	53
4.7. Principios éticos .....	55
4.7.1. Ética para el inicio de la evaluación.....	55
4.7.2. Ética en la recolección de datos .....	55
4.7.3. Ética en el mejoramiento del sistema de agua potable .....	55
<b>V. RESULTADOS. ....</b>	<b>56</b>
5.1. Resultados .....	56
5.2. Análisis de Resultados.....	66
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>68</b>
<b>Aspectos complementarios.....</b>	<b>69</b>
<b>Referencias bibliográficas: .....</b>	<b>70</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>74</b>

**7. Índice de gráficos, tablas y cuadros**

**Índice de gráficos**

<b>Gráfico 1.</b> Análisis bacteriológico 1 .....	56
<b>Gráfico 2.</b> Análisis bacteriológico 2 .....	57
<b>Gráfico 3.</b> Análisis bacteriológico 3 .....	57
<b>Gráfico 4.</b> Análisis bacteriológico 4 .....	58
<b>Gráfico 5.</b> ¿Mejorara la condición sanitaria con el diseño del sistema? .....	65

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Dotación por número de habitantes. ....	16
<b>Tabla 2.</b> Dotación por región. ....	16
<b>Tabla 3.</b> Dotación de Agua según Guía MEF Ámbito Rural.....	16
<b>Tabla 4.</b> Los valores de K para el cálculo de consumo. ....	19
<b>Tabla 5.</b> Criterio para determinar el tipo de topografía de un terreno. ....	22
<b>Tabla 6.</b> Clase de tubería .....	28
<b>Tabla 7:</b> Tipo de tubería. ....	31
<b>Tabla 8.</b> Dosificación por goteo.....	58
<b>Tabla 9.</b> Diseño de la captación .....	59
<b>Tabla 10.</b> Diseño de la línea de conducción .....	60
<b>Tabla 11.</b> Diseño del reservorio .....	62
<b>Tabla 12.</b> Diseño de la línea de aducción.....	63
<b>Tabla 13.</b> Diseño de red de distribución.....	64

## **Índice de cuadros**

<b>Cuadro 1.</b> Definición y Operacionalización de variables e indicadores .....	50
<b>Cuadro 2.</b> Matriz de consistencia.....	53

## I. Introducción

La presente investigación tuvo como fin, diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico se encuentra a 3430 m.s.n.m. Escobar, et al.<sup>1</sup> definen que el sistema de abastecimiento de agua potable es el conjunto de obras de captación, tratamiento, conducción, regulación y distribución de agua. Se presentó una propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, en función de la problemática actual que está pasando la población. Se planteó el siguiente enunciado: ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay - Áncash mejorará condiciones de la población - 2020?, Para dar respuesta al problema, se formuló el siguiente **objetivo general**: Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay - Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019. Para poder conseguir el objetivo general, he planteado los siguientes **objetivos específicos**; Diagnosticar la situación sanitaria del centro poblado de Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash – 2020; Proponer un sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash – 2020; Determinar la relación del sistema propuesto con la condición sanitaria del centro poblado de Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash – 2020. La investigación se **justificó** por la necesidad que tiene la población del centro poblado Canrey Chico por la necesidad que tiene la población del centro poblado Canrey de no contar con agua permanente ya que el sistema de

abastecimiento actual de agua no abastece para toda la población y esto hace que la población consuma agua del río y esto genera problemas de enfermedades gastrointestinales. La **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El **tipo** fue exploratorio por que no se alterará lo más mínimo el lugar estudiado. El **nivel** de la investigación tuvo un carácter cualitativo. El **diseño** de la investigación para el presente estudio la evaluación fue descriptiva no experimental, porque se describió la realidad del lugar a investigar sin alterarla; se enfocó en la búsqueda de antecedentes, elaboración del marco conceptual, crear y analizar instrumentos que permitieron el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay - Áncash y su incidencia en la condición sanitaria de la población 2019. La delimitación espacial fue comprendida en el periodo agosto 2019 – octubre 2019; El **universo y muestra** de la investigación estuvo compuesta por el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay - Áncash – 2019; Los **resultados** obtenidos fueron  $Q = 1.00$  lit/seg, abastecerá a 120.00 habitantes del caserío calculado hasta el 2039, línea de conducción 78.00 m, el reservorio será tipo apoyado con capacidad de almacenamiento de 23.00 m<sup>3</sup>; línea de aducción 227.00 m; luego se suministrará por gravedad a las redes de distribución y finalmente a los hogares; par así beneficiar al 100% de la población y mejorara su condición sanitaria con ellos se logró la reducción de enfermedades hídricas por ende se tuvo una población más saludable.

## **II. Revisión de la literatura**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedentes Locales**

Según Velásquez<sup>2</sup>, en su tesis para obtener el título. En su tesis de Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017, tuvo como **objetivo**. Diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017; **metodología**; el presente proyecto de investigación tuvo un alcance descriptivo cuyo único fin consiste en describir los fenómenos situaciones contextos y sucesos, es decir solo detallar como es y cómo se manifiesta; y se llegó a las siguientes **conclusiones**; El tipo de Captación que se empleó en el Sistema de Abastecimiento Agua Potable para el Caserío de Mazac es de tipo Ladera y Concentrado (Afloramiento en un solo punto), por tener una ligera pendiente (Afloramiento de forma horizontal) y previo a una constatación de una buena calidad de agua de Tipo A1 donde se cumplen los límites máximos permisibles impuestas por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031- 2010-SA aplicado para aguas subterráneas, Además según su caudal que este posee es de tipo C-1 ya que tiene un caudal promedio mensual máximo de 2.20 lt/s y un mínimo de 1.4 lt/s en épocas de estiaje cumpliendo de esta forma los requisitos para este tipo de captaciones con un rango entre 0.8 y 2.5 l/seg.



Asimismo, el tipo de Reservorio de Almacenamiento que se empleó en el Sistema según su función es de Regulación y Reserva, en función a la correspondida con el suelo es de tipo Apoyado, según los materiales empleados es de Hormigón Armado y según su diseño (Forma geométrica) es de forma circular, en cuanto a la red de distribución se optó por una red de tipo Ramificada o Abierta por la ubicación de la zona del proyecto (El ámbito geográfico de la zona) que se encuentra en la región sierra donde las viviendas son diseminadas y por la dispersión de la población que tienen más de 20 viviendas con una separación superior a los 50 metros; Se realizó el análisis y modelamiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable a través del software Watercad CONNECT y se determinaron las velocidades, diámetros tipos de tuberías, pendientes y presiones aplicando los métodos mencionados y comprobados manualmente mostrando un 110 cálculo riguroso y exacto del diseño de la Línea de conducción aducción y red de distribución, convirtiéndose así, en una poderosa herramienta de trabajo y en un tiempo menor; tuvo la siguiente recomendación; Se deberá contar con personal altamente calificado y correctamente capacitado con un adecuado conocimiento del funcionamiento y el uso de los materiales, funcionamiento de cada uno de los componentes, sus elementos estructurales, etc para las labores de mantenimiento.

Según Chirinos<sup>3</sup> en su **tesis**, Diseño del sistema de abastecimiento de

agua potable y alcantarillado del Caserío Anta, Moro - Áncash 2017, tuvo como **objetivo**, Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el Caserío Anta, Moro - Áncash 2017, su **metodología** aplicada por el investigador es de diseño no experimental, de tipo descriptivo, el cual obtuvo como **resultado**, cuenta con una aforo de 0.84 l/s para una población futura de 20 años, aplicando los coeficientes de 1,3 para (Qmd) 0.37 l/s y 2 para (Qmh) de 0.57 l/s para una población futura 739 hab., se trabajó con una captación de ladera, se obtuvo un ancho de 1.05 m, altura de cámara húmeda 1 m, rebose y limpieza de 1 ½ plg, la línea de conducción cuenta con una longitud de 330.45 m con diámetro de 1 plg, tipo PVC y clase 7.5, cuenta con un reservorio de 7 m<sup>3</sup>, su red de distribución se aplicó diámetro de 1 plg y se llegó a la siguiente **conclusión**, se realizó el diseño de abastecimiento de agua potable para 204 habitantes donde la demanda para este proyecto es 100 lt/hab/día, con aportes en época de estiaje es de 0.84 l/s. Por consiguiente, el caudal máximo diario es 0.37 l/s caudal necesario para el diseño de la captación, línea de conducción y reservorio, el consumo máximo horario es de 0.57 l/s para el diseño de la línea de aducción y redes.

Según Osorio<sup>4</sup>, en su tesis: Abastecimiento de agua potable y redes de alcantarillado para los pobladores de Medalla Milagrosa y Nuevo Progreso sector Carrizal – Casma, 2017, tuvo como **objetivo** general diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable y redes de

alcantarillado para los pobladores. Medalla Milagrosa y Nuevo Progreso sector Carrizal– Casma; **metodología**, el presente proyecto de la investigación tuvo un alcance descriptivo; el autor **concluyó**: El crecimiento de zona rural es en forma desordenada, acelerada y sin planificación genera asentamientos humanos sin servicios básicos principalmente la falta de agua potable y alcantarillado; problemas generando enfermedades de la piel, gastrointestinales, así como la contaminación del medio ambiente.

### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

Según Díaz, et al.<sup>5</sup>, en su tesis para obtener el título. Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión, 2015, tuvo como **objetivo**. Diseñar el sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, Sánchez Carrión aplicando **metodología** de seccionamiento; y se llegó a las siguientes **conclusiones**; Las presiones, perdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso de hojas de Excel y EPANET; Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua se utilizó el programa de AutoCAD civil 3D y EPANET considerándose tuberías de PVC, con un coeficiente de rugosidad de 150 y se consideró cámaras rompe presión clase 7 para no tener presiones mayores de 60 mH<sub>2</sub>O con caudales óptimos, cámaras de control, y válvulas de purga; tuvo la siguiente recomendación; Tener unas charlas de capacitación con

la comunidad para evitar conflictos sociales antes de la implementación del sistema de agua potable en los caseríos de Chagualito y Llurayaco.

Según Jara, et al.<sup>6</sup>

Tesis para obtener el título. En su tesis de diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: el Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos – Áncash, 2014, tuvo como **objetivo**. Realizar el diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: el Calvario y el Rincón de Pampa Grande, distrito de Curgos; y se llegó a las siguientes **conclusiones**; las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso del programa Establecido por FONCODES y de amplio uso en nuestro país. Se realizó el Estudio del Proyecto de Diseño del Sistema de Agua Potable de los Caseríos de Pampa Grande y el Calvario, del Distrito de Curgos, Departamento La Libertad, Obteniendo los diámetros a usar en Conducción, Aducción y matrices del agua potable de 4", Clase A-7.5.

### 2.1.2. Antecedentes Internacionales

Según Ramírez <sup>7</sup>.

Tesis para obtener el título. En su tesis de Diseño de un sistema de distribución de agua para la instalación de hidrantes en la sede central del Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2016; tuvo como **objetivo**. Diseñar un sistema de distribución de agua para la instalación de hidrantes en el campus central del Instituto Tecnológico de Costa Rica; y se llegó a las siguientes **conclusiones**; Se seleccionó la piscina institucional como tanque de almacenamiento de agua del sistema contra incendios, determinando que el volumen de agua útil para incendio tiene una duración de 3,8 horas y realizando una propuesta de succión segura para usuarios y sistema de bombeo; Se realizó un estudio de mercado para presupuestar el proyecto del sistema contra incendios diseñado, tomando en cuenta costos de obra civil, equipo de unidad de presión, tuberías, accesorios e hidrantes, obteniendo un costo total de \$ 598.503,10 (C\$335.161.736,76); Se dibujaron los planos de distribución de tubería del sistema contra incendios, caseta de bombeo y demás detalles requeridos para implementar el proyecto de diseño propuesto.; tuvo la siguiente recomendación; Es importante realizar un estudio de suelo en puntos convenientes de la distribución de tuberías planteada para el sistema contra incendio, para definir de manera más exacta las dimensiones de los bloques de

inercia que se deben instalar en todos los cambios de dirección de tubería.

Según Sanabria<sup>8</sup>.

Tesis para obtener el título. En su tesis de Propuesta para el abastecimiento de agua potable mediante el diseño de un acueducto por gravedad en las comunidades de San Isidro de Tierra Grande, Isletas y Colinas, Guácimo, Limón, 2017; tuvo como **objetivo**. Realizar una propuesta para el abastecimiento de agua potable mediante el diseño de un acueducto por gravedad en las comunidades de San Isidro de Tierra Grande, Isletas y Colinas, Guácimo, Limón; y se llegó a las siguientes **conclusiones**; Las velocidades, independientemente de la opción de diseño que se evalué, están por debajo del rango establecido. Esto se presenta en condiciones normales de funcionamiento, en donde se abastece solamente a la población actual o la que se tendrá al cabo de cierto tiempo, ocasionando problemas de sedimentación dentro de la tubería que deben ser contrarrestados para no comprometer el correcto funcionamiento del acueducto; Según el análisis de impacto ambiental se determinó que las acciones en donde se presentan impactos ambientales de mayor magnitud es en el proceso constructivo, por labores de desmonte, excavación y construcción de obra gris; mientras que cuando el acueducto se encuentre en funcionamiento se tendrá por labores de mantenimiento de franjas aledañas. Por lo cual se deben emplear las diferentes medidas para

prevenir o mitigar los daños, independientemente de la opción de diseño a utilizar.

Según Reyes<sup>9</sup> en su tesis titulada: Diseño del sistema de agua potable en el caserío de Chauapec, Aldea San José el Rodeo, 2018 tuvo como **objetivo** realizar el diseño del sistema de agua potable del caserío de Chauapec, Aldea San José el Rodeo, utilizando el método descriptivo se llegó a la **conclusión** que al realizar el diseño del sistema de agua potable del caserío Vega Chauapec beneficiando a 80 familias, para esto se **recomendó** el asesoramiento y supervisión por parte de un ingeniero civil al momento del desarrollo y ejecutar el proyecto al fin de cumplir con las especificaciones establecidas.

## **2.2. Bases teóricas de la investigación**

### **2.2.1 Agua.**

Según Pérez, et al.<sup>10</sup>

El agua es una sustancia líquida y sus moléculas se componen por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. El agua en este planeta podemos hallar en estado líquido y también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo.) o en estado gaseoso (vapor).

### **2.2.2 Agua potable.**

Según Ávila<sup>11</sup>

Llamamos agua potable al agua que se puede consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe

estar con sustancias químicas ni con bacterias que puedan causar enfermedades en nuestra salud.

### **2.2.3 Afloramiento.**

Según Lavín, et al.<sup>12</sup>

Es la filtración del agua a la superficie desde niveles más profundos que se encuentran frías y a la vez contienen sales nutrientes (nitratos, fosfatos y silicatos). Si éste fenómeno tiene lugar cerca de la costa se llama “Afloramiento Costero” y si se produce en mar abierto “Afloramiento Oceánico”.

### **2.2.4 Fuente.**

Según Agüero<sup>13</sup>

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable. Según la ubicación y el tipo de la fuente que abastecerá, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo.

#### **A) Tipos de fuente.**

Tenemos las siguientes fuentes:

Según Agüero<sup>13</sup>

##### **a) Agua de lluvia:**

Comúnmente se aprovecha los techos de las viviendas ya sea de calamina, tejas, etc. o algunas superficies en las que se puedan captar el agua y transportarlas a un sistema de



captación esto depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico.



*Figura 1.* Como aprovechar el agua de lluvia

Fuente: Renovables verdes de Bezzia (2011).

**b) Aguas superficiales:**

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre.

**c) Aguas subterráneas:**

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas.



*Figura 2.* Aguas subterráneas

**Fuente:** Elaboración propia (2018).

## **B) Selección del tipo de fuente.**

### **a) Manantiales:**

Según Navarro<sup>14</sup>

Un manantial es un flujo de agua que sale de la tierra ya que estas aguas brotan de las zonas montañosas donde el agua de lluvia se filtra sobre la tierra y acaba produciendo los denominados ojos de agua, que son los huecos por donde sale el agua que conforma el manantial.

Según Agüero<sup>13</sup>

Se puede definir un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea.



**Figura 3.** Manantial de ladera

**Fuente:** Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, (2011).

### **2.2.5 Demanda.**

Consumo. - El consumo del agua para la población está determinada por los diferentes factores, entre ellas tenemos: el clima, la hidrología, el tipo de usuario, las costumbres del pueblo, las actividades económicas, etc. Según estos factores nosotros podemos diseñar el caudal que pueda satisfacer al pueblo.

### **2.2.6 Población futura.**

#### **A) Periodo de diseño.**

Se diseñará para 20 años según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **B) Método de cálculo.**

Según Agüero<sup>13</sup>

##### **a) Métodos analíticos:**

Presuponen que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que

este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que estos se han medido.

**b) Métodos comparativos:**

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

**c) Método racional:**

En este caso para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante. El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético.

**d) Crecimiento aritmético:**

Este método se emplea cuando no se tiene mucha información de lugar de trabajo.

**2.2.7 Dotación.**

Es la cantidad de líquido que se asigna a cada habitante incluyendo los servicios que tenga ya sea cualquier puesto de trabajo donde requiera el agua y también se toma las pérdidas o

desperdicios que la persona puede realizar en situaciones inesperadas.

**Tabla 1.** Dotación por número de habitantes.

POBLACIÓN (habitantes)	DOTACIÓN (l/hab./día)
Hasta 500	60
500 - 1000	60 - 80
1000 - 2000	80 - 100

Fuente: Ministerio de Salud (1962).

**Tabla 2.** Dotación por región.

REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab./día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: DIGESA zonas rurales.

**Tabla 3.** Dotación de Agua según Guía MEF Ámbito Rural.

Ítem	Criterio	Costa	Sierra	Selva
1	Letrinas sin Arrastre	50 - 60	40 - 50	60 - 70
	Hidráulico.	90	80	100
2	Letrinas con Arrastre Hidráulico			

Fuente: Ministerio de Vivienda construcción y saneamiento

(2016).

#### A) Dotación por consumo.

Tenemos los siguientes:

Según Rodríguez<sup>15</sup>

**a) Consumo doméstico:**

Este consumo varía según el hábito de limpieza de las personas de cada pueblo según, el nivel de vida, el grado de desarrollo, la cantidad y la calidad de agua a disposición de la familia también influye las condiciones climáticas, los usos como lavado de ropa, riego de jardines, limpieza doméstica y las costumbres.

**b) Consumo público:**

Este consumo lo realizan las instituciones públicas lo que vienen a ser como: escuelas, mercados, hospitales, postas de salud, cárceles, etc. Estos consumos son variados ya que las diferentes identidades publicas consumen en forma imprecisa otro consume más que el otro y normalmente en ocasiones se consume en forma excesiva debido a descuidos, ya que el desperdicio en los usos públicos se debe a roturas de tuberías, llaves o accesorios cuya reparación a veces se tarda mucho en reparar

**c) Consumo comercial:**

Esto depende del tipo y la cantidad de comercio como en local o en región.

**d) Fugas y desperdicios:**

Esto se debe por las fugas o filtraciones debido a los problemas de instalación domiciliaria, ya que estos conducirán a aumentar el consumo del agua.

## B) Variación de consumo.

Según (Rodríguez P.)<sup>15</sup>

El consumo no es constante durante todo el año, inclusive se presentan variaciones durante el día, esto hace necesario que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios, para el cálculo de estos es necesario utilizar Coeficientes de Variación diaria y horaria respectivamente.

### a) Consumo promedio diario anual (Qm):

Según (Agüero R.)<sup>13</sup>

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo.

#### Fórmula:

$$Q_p = \frac{P_f \times \text{dotación}}{86400 \text{ s/día}} \dots (2)$$

#### Donde:

Qp = Consumo promedio diario (l/s)

Pf = Población futura (hab.)

d = Dotación (l/hab./día)

### b) Consumo máximo diario (Qm) y horario (Qm):

Según (Agüero R. 1997)<sup>13</sup>

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados

durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo tabla 03.

**Tabla 4.** Los valores de K para el cálculo de consumo máximo diario y horario.

MÁXIMO ANUAL DE LA DEMANDA HORARIA		MÁXIMO ANUAL DE LA DEMANDA DIARIA
CLIMA FRÍO	CLIMA TEMPLADO Y CÁLIDO	
1.8 l/hab/d A 2.5 l/hab/d	1.2 l/hab/d	1.3 l/hab/d

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones. (Norma OS.100)

Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) y del 180%, para el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

### 2.2.8 Estudio de Suelo.

Se usaron las normas de suelos y cimentaciones E.050

#### A) Generalidades

Como todo proyecto de Ingeniería Civil, la mecánica de suelos es importante con fines de cimentación de estructuras para proveer un soporte y una estabilidad adecuada de las mismas.

#### B) Ubicación

La zona en estudio se encuentra ubicada en el caserío de Asay, distrito de Huacrachuco, Provincia Marañón, región Huánuco. Ver plano de ubicación en la parte Anexo.

#### C) Trabajo de campo.

El trabajo de campo consistió en el reconocimiento del



terreno, inicialmente y luego a la excavación de calicatas de 1.20m a 2.50m, de profundidad respectivamente en las zonas de estudio.

#### **D) Ensayo de laboratorio**

Para los fines perseguidos se ha efectuado los siguientes ensayos:

- \* Análisis Granulométrico ASTM D 421.58
- \* Contenido de Humedad ASTM D 2216.71
- \* Límite Líquido ASTM D 423.66
- \* Límite Plástico ASTM D 424.59
- \* Peso Volumétrico seco ASTM D 854
- \* Peso específico ASTM D 854

Ver resumen de resultado de los ensayos en Anexo.

#### **2.2.9 Estudio Topográfico.**

Según Jara, et al<sup>6</sup>

El objetivo de la topografía es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal, es decir define las inclinaciones del terreno. Esto se realiza mediante un método llamado planimetría. Deben tener como herramienta necesaria y básica un levantamiento topográfico para representar gráficamente el terreno sobre el cual se construirá tanto en su forma planimetría como en su forma altimétrica en una relación de semejanza o una escala determinada. Existen equipos electrónicos como el teodolito electrónico, la estación total, el

nivel láser rotatorio, fotografía aérea, GPS y otros que conectados a un computador y con el software adecuado procesan la información para proporcionarnos una representación de la zona levantada con pequeñísimos márgenes de error, en menor tiempo, en modelos tridimensionales y con diversos recursos de visualización, etc.

Antes de iniciar el trabajo, se hizo el reconocimiento general del terreno, identificando algunos linderos, ubicación del BM. Se tomó referencia el BM (3200.00 msnm), se marcó con pintura blanca. Se tomaron los puntos (cotas fijas) en toda la trayectoria del sistema. También en cada uno de los puntos se clavó una estaca y se tomó las medidas de estaca a estaca y a puntos visibles cerca de la estaca, para q sirviera como punto de referencia. Además, dada la distribución en el Caserío de Asay, se tomó cada punto (estaca) como puntos fijos para la determinación de cotas, para posteriormente proceder a las curvas de nivel.

**Tabla 5.** Criterio para determinar el tipo de topografía de un terreno.

<b>ANGULO DEL TERRENO RESPECTO A LA HORIZONTAL</b>	<b>TIPO DE TOPOGRAFÍA</b>
0° a 10°	Llana
10° a 20°	Ondulada
20° a 30°	Accidentada
mayor a 30°	Montañosa

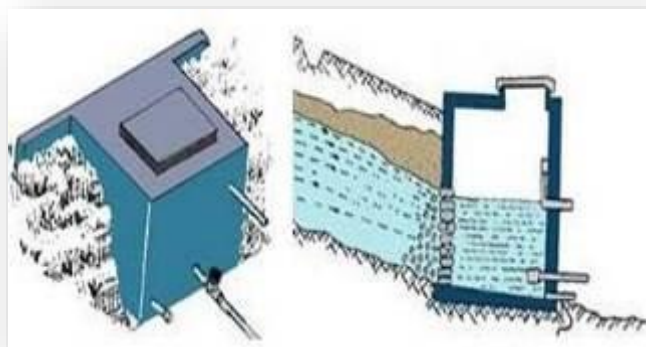
**Fuente:** Reglamento nacional de Construcciones (1997)

## 2.2.10. Abastecimiento de Agua potable.

### 2.2.10.1 Componentes del sistema de abastecimiento

#### A). Captación.

Son las obras de diferente naturaleza que se realiza para poder captar agua ya sea de un punto de origen o de varios para un abastecimiento de agua.



**Figura 4.** Captación de agua de manantiales.

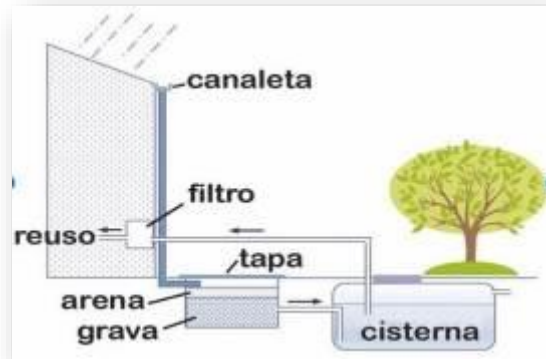
**Fuente:** ITACAB

#### a) Tipos de captación.

Según (Rodríguez P.)<sup>15</sup>

### a1. Captación de aguas pluviales:

La captación pluvial se realiza en los techos de casas o áreas especiales debidamente preparadas.

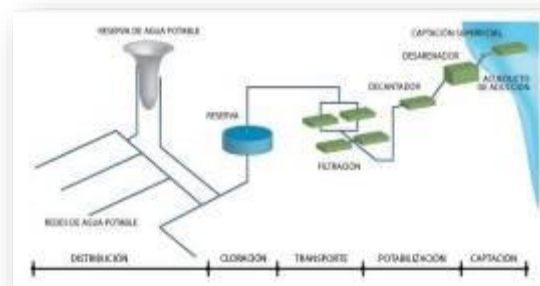


**Figura 5.** Sistema de captación de agua  
lluvias en tanque

**Fuente:** Gutiérrez M. (2016)

### a2. Captación Superficial:

Para ello es necesario contar con información hidrológicos, máximo y mínimo niveles de agua normal, características de la cuenca, erosión y sedimentación.



**Figura 6.** Aguas superficiales.

**Fuente:** Aguas del Norte.

### a3. Captación directa y por gravedad

Cuando el agua está libre ya sea de un río o manantial.

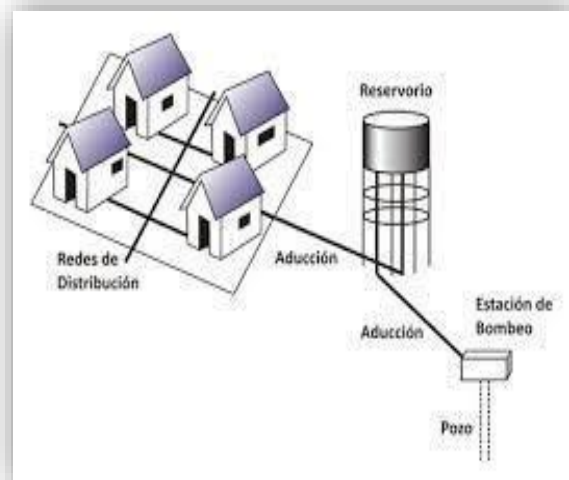


**Figura 7.** Sistema de Abastecimiento de agua por gravedad

**Fuente:** Espinoza I. (2014)

### a4. Captación directa por bombeo

Para esta captación se usa la bomba centrífuga horizontal.

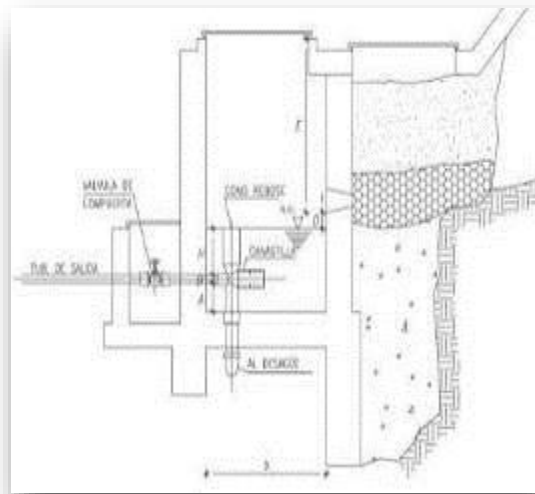


**Figura 8.** Sistema directo por bombeo

**Fuente:** Honduras Nación y Mundo (2014).

### a5. Captación de manantiales:

Esta captación se realiza aprovechando captar de los diferentes manantiales que se encuentran en el mismo lugar generalmente en las laderas de los cerros o montañas, con la finalidad de llevar el agua a las partes bajas, donde será aprovechada para el consumo del ser humano.



*Figura 9.* Captación de manantial

**Fuente:** Info Civil (2018).

### b) Caudal.

Definición

Según Vélez et al.<sup>16</sup>

Es la cantidad y calidad de los recursos hídricos necesarios para mantener el hábitat del río, animales, plantas y para las necesidades del hombre ya sea descargado de acuíferos, manantiales, nevados, lluvias.

**c) Cantidad de agua:**

Esta medición de agua se hace con el fin de ver si el caudal va a satisfacer a la población.

**d) Método Volumétrico:**

Es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.

**Fórmula:**

$$V = Q/t \dots\dots(5)$$

**Donde:**

V = Volumen del recipiente en litros.

Q = Caudal en l/s.

t = Tiempo promedio en seg.

**e) Dotación.**

Es la cantidad de líquido que se asigna a cada habitante incluyendo los servicios que tenga ya sea cualquier puesto de trabajo donde requiera el agua y también se toma las pérdidas o desperdicios que la persona puede realizar en situaciones inesperadas.

**B). Línea de conducción**

Definición.

Según (Seguil P.)<sup>17</sup>

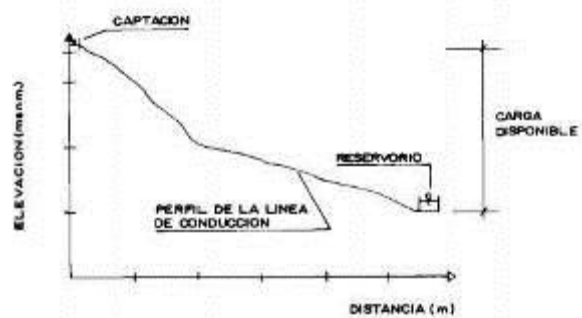
La línea de conducción es un juego de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de ingeniería

que están encargadas de transportar el agua través de ella desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente.

**a) Criterio de diseño.**

**a1. Carga disponible:**

Se representa por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio.



**Figura 10.** Captación de manantial de diseño

**Fuente:** Organización panamericana de la salud (2006).

**a2. Clases de tubería.**

Para su selección se debe considerar una tubería que resista la presión y estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática.

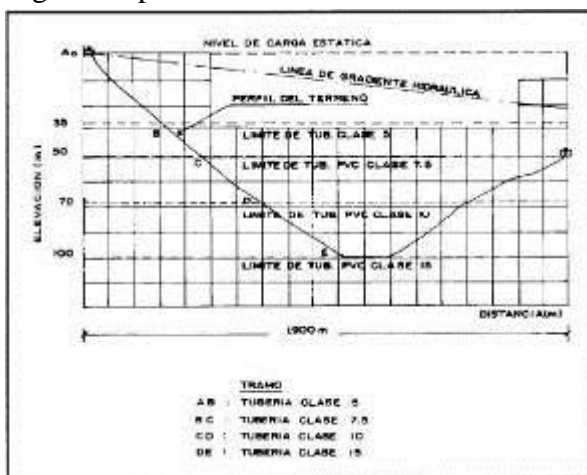


**Tabla 6.** Clase de tubería

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA (m.)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: NTP 399.002 : (2015).

Características técnicas de la tubería para agua fría presión



**Figura 11.** Presiones de trabajo

Fuente: NTP 399.002 : (2015).

### a3. Diámetro.

Según Agüero<sup>13</sup>

Para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico. Se considera el máximo desnivel en la longitud de todo el tramo, el diámetro elegido en el diseño conducirá a velocidades

comprendidas entre 0.6 y 3.0 mls; y las pérdidas de carga en los tramos calculados deben ser menores o iguales a la carga disponible.

#### **a4. Estructuras complementarias.**

Según Agüero<sup>13</sup>

##### **Válvula de aire:**

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire pudiendo ser automáticas o manuales.

##### **Válvula de purga:**

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

### **Cámara rompe presión:**

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero.

### **a5. Línea de gradiente hidráulico.**

La línea de gradiente hidráulica (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación.

### **a6. Pérdida de carga unitaria:**

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria, pueden utilizarse muchas fórmulas, sin embargo, una de las más usadas en conductos a presión, es la de Hazen y Williams.

#### **Ecuación de Hazen y Williams**

$$Q = 0.491 C \sqrt{S} R^{1.486} \dots$$

S = Pendiente - Pérdida de carga por unidad de longitud del conducto (m/m).

$$S = \left( \frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} \dots (7)$$

**Donde:**

**D** = Diámetro interior de la tubería (m).

**Q** = Caudal (m<sup>3</sup>/seg).

**S** = Perdida de carga unitaria (m/m).

**C** = Coeficiente depende de la rugosidad del tubo.

**Fórmula para calcular perdida de carga.**

$$h_f = S * L \dots (8)$$

**Donde:**

**S** = Pendiente – perdida de carga por unidad de longitud (m).

**L**= Longitud del tramo (m).

**H<sub>f</sub>** = Pérdida de carga (m)

**Tabla 7:** Tipo de tubería.

TIPO DE TUBERIA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poli(etileno, Asbesto Cemento)	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

**Fuente:** Norma OS:010.

### a7. Velocidad.

Es la velocidad del agua que circula en las tuberías ejerciendo presión en ella.

### a8. Presión.

En la línea de Aducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

#### Donde:

**Z** = Cota del punto respecto a un nivel de referencia arbitraria (m).

**P/γ** = Altura o carga de presión "P es la presión y γ el peso y específico del fluido" (m).

**V** = Velocidad media del punto considerado (mls).

**H<sub>f</sub>** = Es la pérdida de carga que se produce en el tramo de 1 a 2 (m).

Se asume que la velocidad es despreciable debido a que la carga de velocidad, considerando las velocidades máximas y mínimas, es de 46 cm. y 18 cm. En base a esta consideración la ecuación anterior queda definida como:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + Hf \quad \dots(10)$$

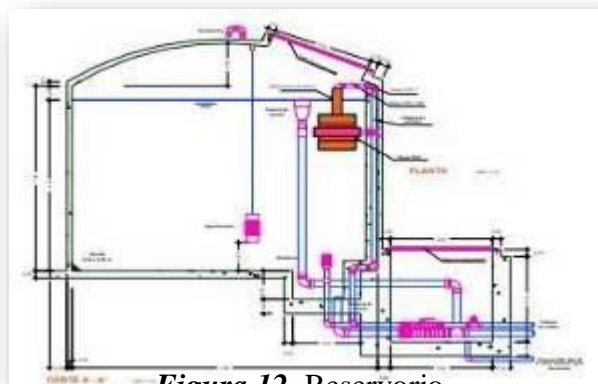
### a9. Dotación.

Es la cantidad de líquido que se asigna a cada habitante incluyendo los servicios que tenga ya sea cualquier puesto de trabajo donde requiera el agua y también se toma las pérdidas o desperdicios que la persona puede realizar en situaciones inesperadas.

### C. Reservorio.

Según Salinas et al.<sup>18</sup>

Es el almacenamiento de aguas ya sea de escorrentía provenientes de quebradas y ríos, o para capturar aguas llovidas, lo que se puede definir como cosecha de agua de lluvia.



**Figura 12.** Reservorio

**Fuente:** Organización Panamericana de la Salud.

(2006).

**a) Tipos de reservorio.**

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados.

Según Poma et al.<sup>19</sup>

**Reservorios elevados.** - Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.



*Figura 13.* Reservorio elevado.

**Fuente:** Antón J. (2012).

**Reservorios apoyados.** - Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo.



*Figura 14:* Reservorio apoyado.

**Fuente:** Cesel ingenieros (2016).

**Reservorios enterrados.** - Los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).



*Figura 15.* Reservorio enterrado

**Fuente:** Aquadiposits (2015).

#### **b) Caseta de válvulas.**

Según (Agüero R.)<sup>13</sup>

##### **b1. Tubería de llegada.**

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de



la entrada al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by - pass para atender situaciones de emergencia.

**b2. Tubería de salida.**

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

**b3. Tubería de limpieza.**

La tubería de limpieza deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

**b4. Tubería de rebose.**

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpieza y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento.

**b5. By pass.**

Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de manera

que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constara de una válvula compuerta que permita el control del flujo.

**c) Volumen.**

Es la ocupación de un material en un espacio.



**Figura 16.** Volumen de almacenamiento de agua

**Fuente:** Zulema C. (2018)

**d) Dotación.**

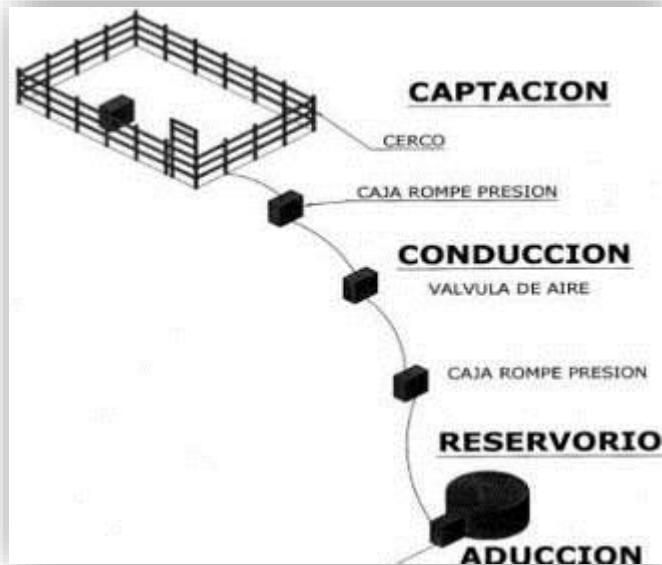
Es la cantidad de líquido que se calcula para satisfacer a la población incluyendo los servicios que tenga ya sea cualquier puesto de trabajo donde requiera el agua.

**D. Línea de aducción**

Definición:

Según (Cholán E.)<sup>20</sup>

Tramo de tubería, conduce el agua desde el reservorio hasta el punto de ingreso de la red de distribución



**Figura 17.** Sistema de abastecimiento

**Fuente:** García E (2009).

**a) Diámetro.**

Es el orificio del tubo que a través de ella transportara el agua para el consumo humano.

**b) Velocidad.**

Es la velocidad del agua que circula en las tuberías ejerciendo presión en ella.

**c) Presión.**

Según Agüero<sup>13</sup>

Es la presión que ejerce el agua por la cantidad gravitacional contenida en el agua.

#### **d) Dotación.**

Es la cantidad de líquido que se asigna a cada habitante incluyendo los servicios que tenga ya sea cualquier puesto de trabajo donde requiera el agua y también se toma las pérdidas o desperdicios que la persona puede realizar en situaciones inesperadas.

#### **E. Red de distribución.**

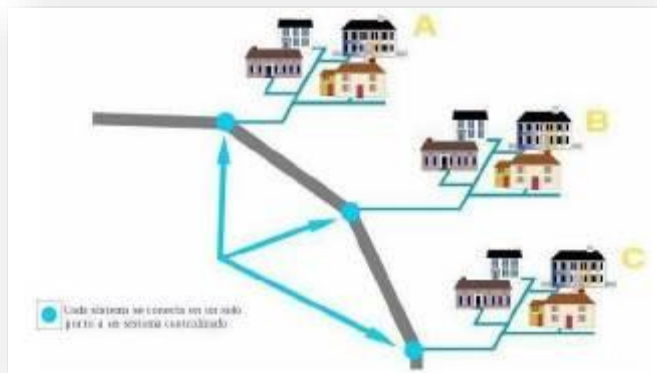
Definición:

Según Agüero<sup>13</sup>

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes medidas como: el diámetro, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población.

Según Moliá<sup>21</sup>

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

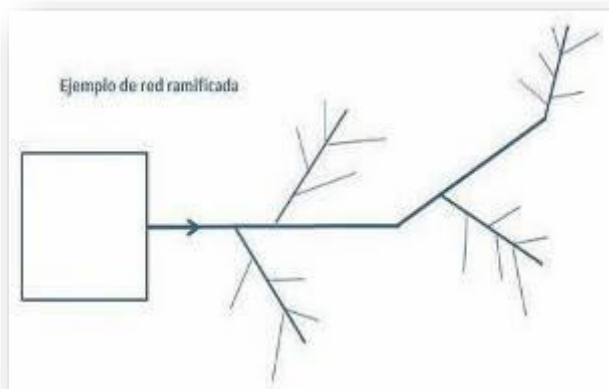


**Figura 18.** Sistema de distribución  
**Fuente:** Serratos K, Morales F. (2010).

**a) Tipo de redes de distribución.**

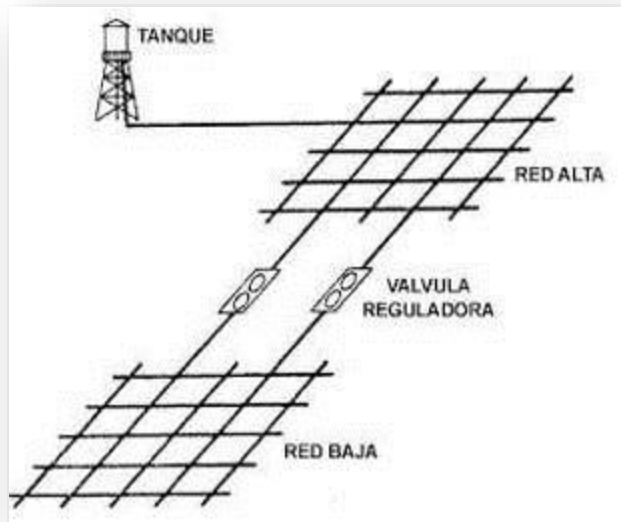
Según (María P.)<sup>22</sup>

**Redes ramificadas:** Se llama red ramificadas por su distribución de aguas que discurren siempre en el mismo sentido componiéndose esencialmente de tuberías primarias.



**Figura 19.** Red ramificada  
**Fuente:** Empresa constructora

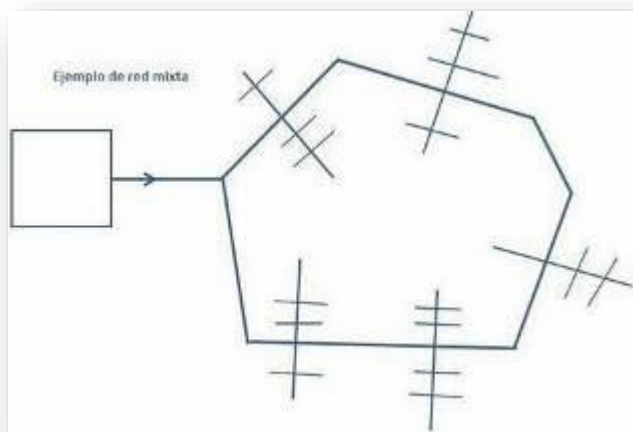
**Redes malladas:** En estas redes las tuberías principales se comunican unas con otras, formando circuitos cerrados.



*Figura 20.* Red mallada de agua

**Fuente:** Ingeniería civil.

**Redes mixtas:** Esta distribución consiste en dos redes, malla en el centro o pueblo y ramificada para los barrios extremos.



*Figura 21.* Red mixta

**Fuente:** Empresa constructora

**b) Velocidad.**

Es la velocidad del agua que circula en las tuberías ejerciendo presión en ella.

**c) Presión.**

Según (Agüero R.)<sup>13</sup>

En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

**d) Dotación**

Es la cantidad de líquido que se asigna a cada habitante incluyendo los servicios que tenga ya sea cualquier puesto de trabajo donde requiera el agua y también se toma las pérdidas o desperdicios que la persona puede realizar en situaciones inesperadas.

**2.2.11. Condiciones sanitaria**

Es toda situación o actividad en la que encuentra o conduce a una persona o comunidad a promover estados de salud aceptable, quiere decir que todas las personas y comunidades reciban los servicios sanitarios que necesitan

**2.2.11.1 Cobertura de servicio**

Es resultado del cociente de la población servida de agua potable, donde toda la población se va beneficiar del sistema de agua con el fin de cumplir la que todas

las viviendas tengan las conexiones domiciliarias en los habitantes del, caserío/sector/centro poblado.

#### **2.2.11.2 Cantidad del agua**

La cantidad del agua se refiere a la dotación de agua que satisface a toda la población del sistema de agua existente, esta dotación debe de satisfacer normalmente el consumo de la vivienda respecto a la conexión domiciliarias existentes, el caudal máximo de la fuente debe satisfacer de agua para consumo a la población.

#### **2.2.11.3 Continuidad de servicio**

La continuidad de servicio está dada por el agua permanente en el transcurso del día, semanas, meses, años, es decir con la dotación requerida para cada vivienda, el sistema que abastece a la población tiene que contar el agua de manera constante con la finalidad de satisfacer las necesidades básicas de consumo, y de tal manera que las personas también realicen sus necesidades suficientes en su hogar con la finalidad de que sea favorable para su familia.

#### **2.2.11.4 Calidad del servicio**

En el Perú para garantizar al usuario que el agua de consumo reúna las condiciones de calidad que exige la salud pública, se cuenta con un sistema de vigilancia y control, Para garantizar el bienestar a la población se



tiene que tener mucho cuidado que la calidad del agua no reporte compuestos contaminantes que dañen la salud de las personas, está debe ser completamente clara, sin ninguna turbidez y trasparente sin ningún contaminante, para esto se tiene que tener en cuenta con las propiedades del agua al momento de consumirla.

#### **a. Propiedades de calidad del agua**

La calidad del agua es un aspecto de la prestación del servicio de exigencia permanente, el mismo que es construido desde indicadores técnicos cuyo cumplimiento conjunto consolidaran la prestación del servicio en condiciones óptimas. Mayormente las aguas subterráneas no contienen materias de suspensión y prácticamente están libres de bacterias. Por lo general es clara, sin color y presenta una temperatura relativamente constante, sus propiedades son las siguientes:

##### **a.1. Propiedades Físicas - químicas**

Las más conocidas en el agua son: color, olor, sabor y turbidez, por eso es importante conocer que cuando estas características estén bien identificadas se procederá a evaluar si es apta o no para su consumo.

## **Turbiedad**

Es una medida del grado de transparencia que pierde el agua, ya sean por presencia de partículas en suspensión, podemos decir que mientras más sucia este el agua más alta será su turbidez. Hay varios agentes los cuales producen la turbidez del agua como, por ejemplo: las partículas de suelo, crecimiento de algas, fitoplancton, etc

## **Propiedades Químicas**

La calidad química que tiene el agua subterránea también notablemente 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 bastantes de los minerales que forman la corteza terrestre se incorporen a la solución.

Las propiedades y sustancias químicas del agua subterránea se encuentran dentro de las más importante y son de interés para los propietarios de pozos; pH, alcalinidad, dureza, Hierro, Hierro, sílice, nitratos, sulfatos, cloruros, solidos totales y conductividad <sup>6</sup>.

## **a.2. Propiedades Bacteriológicas**

La contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales, ya que los agentes patógenos – bacterias y virus, se encuentran generalmente en las heces, orina y sangre, y estos originan un sin número de enfermedades y epidemias (fiebres tifoideas, disentería, cólera, polio, hepatitis infecciosa <sup>(6)</sup>). Podemos decir que esta propiedad es una de las más importantes al momento de evaluar el agua potable, ya que de no ser así es perjudicial para la salud

### **2.2.12. Incidencia en la condición sanitaria**

Cosa o suceso que se presenta en un periodo determinado en las condiciones sanitarias de una población, esta puede darse de manera negativa cuando se tiene un sistema de abastecimiento de agua potable y producto de ello incide de mala manera por las posibles enfermedades producto de la ingesta de agua no optima en una población. Sin embargo, también puede incidir cosas positivas cuando se evalúa un sistema de abastecimiento de agua potable y se mejora para que de esa manera incida positivamente en las condiciones óptimas y un desarrollo sostenible a una población.

### **III. Hipótesis**

No aplica hipótesis.

## IV. Metodología

### 4.1. Diseño de la Investigación.

El tipo de la investigación fue exploratorio, porque no se alteró lo más mínimo el lugar estudiado. El nivel de investigación, fue de carácter cualitativo porque se usó magnitudes numéricas que fueron tratadas mediante herramientas del campo de la estadística. Corte transversal porque se ha realizado en el periodo agosto 2019 – octubre 2019.

El diseño de la investigación para el presente estudio la evaluación fue del tipo descriptiva no experimental.



Leyenda de diseño:

**M<sub>1</sub>**: Sistema de abastecimiento de agua potable

**X<sub>i</sub>**: Diseño Sistema de abastecimiento de agua potable.

**O<sub>i</sub>**: Resultado.

**Y<sub>i</sub>**: condición sanitaria

## **4.2. Población y muestra**

### **4.1.1. Población:**

La población estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

### **4.1.2. Muestra:**

La muestra en esta investigación estuvo constituida por el sistema de abastecimiento de Agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay – Áncash.

### 4.3. Definición y Operacionalización de variables e indicadores

*Cuadro 1.* Definición y Operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios	Para realizar el diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable se hará la recolección de datos usando el Formato 6 del Compendio Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento ( SIARS ) y aplicando el nuevo reglamento Resolución Ministerial 192.	Cámara de captación	- Tipo de captación - Caudal máximo	- Nominal - Nominal
			Línea de conducción	- Diámetro - Velocidad - Presión - Tipo de tubería - Clase de tubería - Caudal máximo diario	- Nominal - Intervalo - Intervalo - Intervalo - Intervalo - Intervalo
			Reservorio	- Volumen - Tipo - Forma - Material de construcción	- Nominal - Nominal - Nominal - Nominal
			Línea de aducción	- Diámetro de tubería - Velocidad - Presión	- Nominal - Intervalo - Intervalo

				Tipo de tubería	Intervalo
				- Clase de tubería	- Intervalo
				- Caudal máximo horario	- Intervalo
				- Diámetro de tubería	- Ordinal
			Red de distribución	- Velocidad	- Intervalo
				- Presión	- Intervalo
				- Tipo de tubería	- Nominal
				- Clase de tubería	- Nominal
				- Tipo de red	- Intervalo
Condición Sanitaria	La condición sanitaria de los habitantes depende de varios factores como: la satisfacción humana y su bienestar de salud que fundamentalmente constituyen el buen vivir de las personas.	Se realizará fichas técnicas utilizando del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA),	Nivel de satisfacción de los pobladores del centro poblado Canrey Chico, para el sistema de abastecimiento de Agua Potable.	- Calidad del agua - Cantidad de agua - Cobertura del servicio - Continuidad	- Intervalo - Intervalo - Intervalo - Intervalo

Fuente: Elaboración propia



#### **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

##### **4.4.1. Técnica de observación directa**

Se realizó mediante la observación directa el lugar en estudio.

**a). Guía de observación:** Constituido por la recolección de datos básicos en campo, como el clima, la topografía, la población, economía, etcétera, para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay – Áncash., para la mejora de la condición sanitaria.

**Instrumento:** Se hizo uso de las fichas técnicas, protocolo.

**b) Guía de recolección de datos:** Conformado por las fichas técnicas del compendio del sistema de información regional en agua y saneamiento según (Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento, SIRAS Y CARE). Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay – Áncash., para la mejora de la condición sanitaria.

**c). Protocolo:** Conformado por el tipo y las características físicas y mecánicas del suelo para para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay – Áncash., para la mejora de la condición sanitaria.

#### **4.5. Plan de análisis.**

El plan de análisis, estuvo comprendido de la siguiente manera:

Tuvo una perspectiva descriptiva porque se obtuvo la información o datos con el instrumento en campo en este caso la guía de recolección de datos y los protocolos, el análisis se realizó de acuerdo al compendio del sistema de información regional en agua y saneamiento según (Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento, SIRAS Y CARE). Se realizó haciendo uso de técnicas estadísticas descriptivas que permitieron a través de indicadores cuantitativos la mejora significativa de la condición sanitaria ya que el principal objetivo es Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay – Áncash. para la mejora de la condición sanitaria de la población.

#### 4.6. Matriz de consistencia

Cuadro 2. Matriz de consistencia

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY – ÁNCASH. PARA LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2019				
Planteamiento del problema	Objetivos	Marco teórico y conceptual	Metodología	Referencias Bibliográficas
<p><b>Caracterización de problema:</b></p> <p>El caserío Jara Allpa presenta grandes problemáticas, como la carencia de captación de agua y distribución de agua potable.</p>	<p><b>objetivo general:</b></p> <p>Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay - Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019.</p> <p><b>objetivos específicos:</b></p> <p>Diagnosticar la situación sanitaria del caserío de Canrey Chico, distrito de Recuay,</p>	<p><b>Antecedentes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Locales</li> <li>- Nacionales</li> <li>- Internacionales</li> </ul> <p><b>Bases teóricas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Población</li> <li>- El agua</li> <li>- Sistema de abastecimiento de agua.</li> <li>- Componentes de un abastecimiento de agua potable.</li> <li>- Captación.</li> <li>- Línea de conducción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El tipo de investigación</li> <li>- Nivel de la investigación</li> <li>- Diseño de la investigación</li> <li>- Definición y operacionalización de las variables.</li> <li>- Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</li> <li>- Plan de análisis</li> <li>- Matriz de consistencia</li> <li>- Principios éticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escobar et al; D. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Cantón San José primero del municipio de San Martín utilizando el programa EPANET 2.0 vE [Internet]. 2015 [cited 2018 Jun 26]. p. 62. Disponible en: <a href="https://prezi.com/ayrncgrlwzym/disenodel-sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-para-el/">https://prezi.com/ayrncgrlwzym/disenodel-sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-para-el/</a></li> <li>- Velásquez J. Diseño del Sistema de</li> </ul>

<p><b>Enunciado del problema:</b></p> <p>¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay - Áncash mejorará condiciones de la población - 2020?</p>	<p>provincia de Recuay, región Áncash – 2020.</p> <p>Proponer un sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash – 2020.</p> <p>Determinar la relación del sistema propuesto con la condición sanitaria del caserío de Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash – 2020.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reservorio.</li> <li>- Línea de aducción.</li> <li>- Red de distribución.</li> <li>- Condición sanitaria</li> </ul>		<p>Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Nvo. Chimbote, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2017. [citado 2018 Jun. 23]. Disponible en: <a href="http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12264?s how=full">http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12264?s how=full</a></p>
--	---	--	--	---

**Fuente:** Elaboración propia

## **4.7.Principios éticos**

### **4.7.1. Ética para el inicio de la evaluación**

Se hizo de manera responsable y ordenada cuando se realizó la toma de datos en la zona de evaluación de la presente investigación, de esa forma los análisis fueron veraces y así se obtuvo resultados conforme lo estudiado, recopilado y evaluado.

### **4.7.2. Ética en la recolección de datos**

Se realizó de manera responsable y ordenada los materiales que se empleó para la evaluación visual en campo antes de acudir a ella se pidió los permisos al caserío y a la vez se explicó los objetivos y la justificación de nuestra investigación para luego proceder a la zona de estudio, así una vez obteniendo el permiso por el caserío se comenzó con la ejecución del proyecto de investigación.

### **4.7.3. Ética en el mejoramiento del sistema de agua potable**

Se obtuvo los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad de los componentes obtenidos y los tipos de daños que la afectan.

Se verifico a criterio del evaluador si los cálculos de las evaluaciones concuerdan con lo encontrado en la zona de estudio basados a la realidad de la misma.

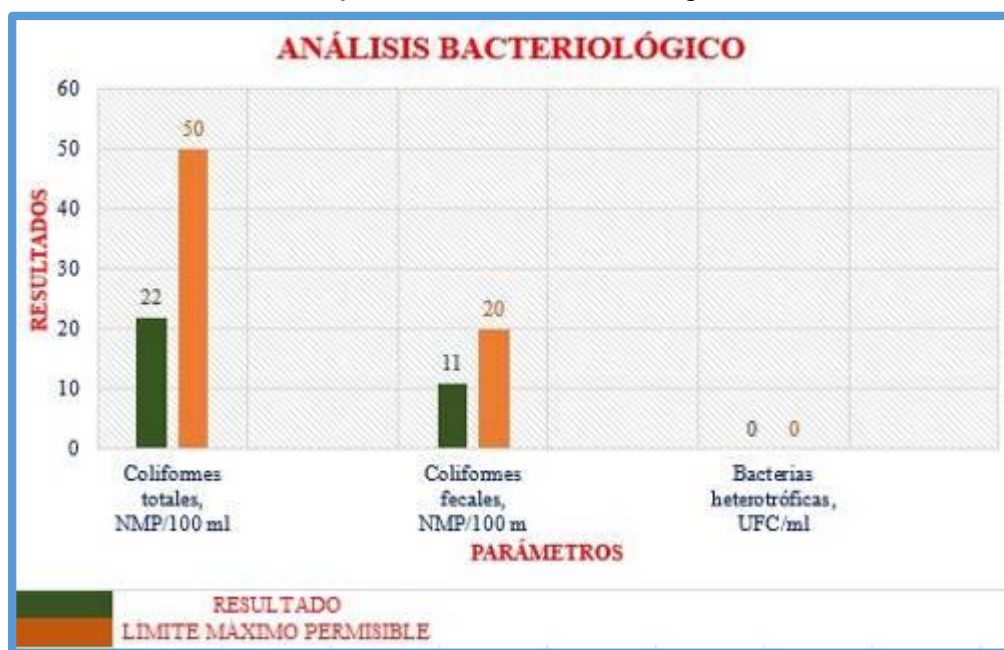
Se tuvo en conocimiento los daños por las cuales haya sido afectado los elementos estudiados propios del proyecto. Teniendo en cuenta y proyectándose en lo que respecta los componentes afectados, la cual podría posteriormente ser considerada para la rehabilitación.

## V. RESULTADOS.

### 5.1. Resultados

1.- **Dando respuesta al primer objetivo específico:** Diagnosticar la situación sanitaria del centro poblado de Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash – 2020.

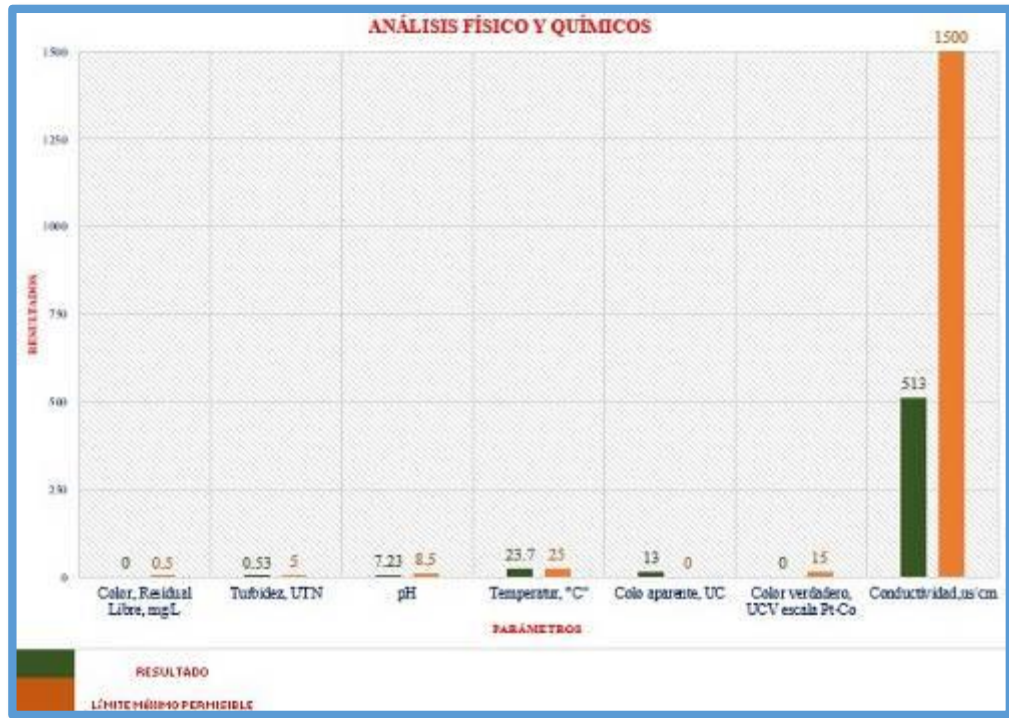
*Gráfico 1.* Análisis bacteriológico 1



**Fuente:** Elaboración propia

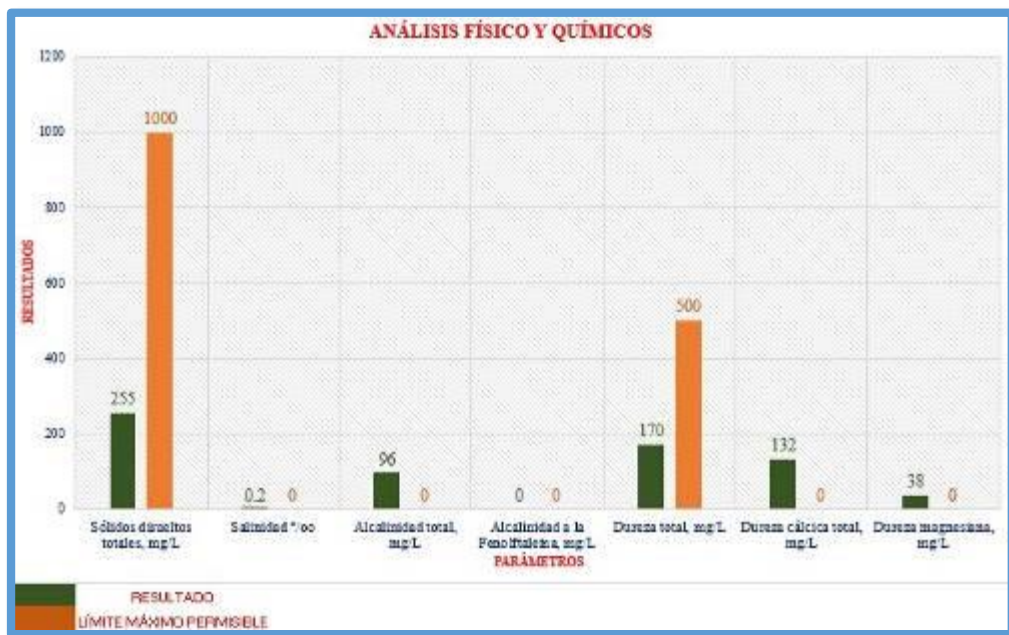
**Interpretación:** Los resultados obtenidos son los de la barra de color verde el cual se dio a través de un estudio, donde vemos la barra de color naranja es el valor permisible otorgado por el reglamento de calidad del agua para el consumo humano, Ministerio de salud.

**Gráfico 2.** Análisis bacteriológico 2



**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 3.** Análisis bacteriológico 3



**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 4.** Análisis bacteriológico 4



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.** Dosificación por goteo

V	Qmd	Qmd	P	t	Vs	qs		
V reservorio (m <sup>3</sup> )	Omd Caudal maximo diario (lps)	Omd Caudal maximo diario (m <sup>3</sup> /h)	Dosis (gr/m <sup>3</sup> )	P peso de cloro (gr/h)	t Tiempo de uso del recipiente (h)	Vs volumen solucion (l)	Volumen Bidon adoptado Lt.	qs Demanda de la solucion (gotas/s)
5	0.19	0.31	2.00	0.62	12.00	4.58	60.00	2.00

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Se aplicará un sistema de cloración por goteo para el reservorio que estamos presentando el cual es de 5 m<sup>3</sup>, este sistema por goteo será de 2 gotas/seg, para así se pueda dar una mejor calidad al agua que será consumida y evitar enfermedades.



**2.- Dando respuesta al segundo objetivo específico:** Proponer un sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash – 2020.

**Tabla 9.** Diseño de la captación

1-	DISEÑO DE LA CAPTACIÓN		
	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	RESULTADO
	TIPO DE CAPTACIÓN	TC	MANANTIAL DE LADERA
	CAUDAL MÁXIMO	Q <sub>máx</sub>	0.6 L/s
	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	MC	CONCRETO ARMADO 210 - 280 KG/CM2
	TIPO DE TUBERÍA	TP	PVC
	DIÁMETRO DE TUBERÍA	DT	1.5 plg.
	CLASE DE TUBERÍA	CT	10.00
	CASETA DE VÁLVULAS	CV	0.80 x 0.90 x 0.85
	CERCO PERIMÉTRICO	CP	6.00 x 5.65 x 2.40
	DISTANCIA DEL FLORAMIENTO Y LA CÁMARA HÚMEDAD	L	1.60
	ANCHO DE PANTALLA HÚMEDAD	b	0.90
	ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDAD	H <sub>t</sub>	1.00
	DIÁMETRO DEL ORIFICIO DE PANTALLA	D	2.00
	DIÁMETRO DE REBOSE Y LIMPIEZA	D	1.50
	NÚMERO DE RANURAS	N° r	115.00
	DIÁMETRO DE LA CANASTILLA	D <sub>can</sub>	2.00
	VÁLVULA COMPUERTA	VC	1.00

**Fuente:** Elaboración propia

### Interpretación:

El tipo de captación es de manantial de ladera concentrado, esta captación es el punto de inicio, se encuentra en las coordenadas Y: 8454874.6345, X: 9004789.695 en la altitud 3768 m.s.n.m.

Para el diseño me base en el reglamento de la Resolución ministerial n° 192, para hallar el caudal de la fuente se aplicó un método volumétrico en dos estaciones donde se determinó el caudal mínimo y máximo, se aplicaron fórmulas como la de Hazen y Williams, ver resumido los cálculos en la **tabla 09**, ver más detallado en **anexo 03**: memoria de cálculo (captación), para más detalle ver **anexo 07**: plano de captación.

*Tabla 10.* Diseño de la línea de conducción

2- DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN		
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	RESULTADO
CAUDAL DE DISEÑO	Qmd	0.19 Lit/seg
TIPO DE TUBERÍA	Tb	PVC
CLASE DE TUBERÍA	Ctb	10
TRAMO 1	Tr	450 m
VELOCIDAD PROMEDIO	V - TRAMO 1	0.62 m/seg
TRAMO	D	1.00 plg.
PÉRDIDA DE CARGA PROMEDIO	Pc - TRAMO 1	1.12 m
PRESIÓN PROMEDIO	Pr - TRAMO 1	38 m.c.a

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

Se aplicó el método directo, donde se obtuvo un diámetro de tubería de 1.00 plg, PVC, clase 10.00, el caudal de diseño es el caudal máximo diario. Apliqué el diseño con el reglamento la Resolución Ministerial n° 192, donde aplica fórmulas de Hazen y Williams, gracias a ello pude determinar la velocidad deseada y la presión deseada, ver resumido los cálculos en la **tabla 10**, ver más detallado en **anexo 3**: memoria de cálculo (Línea de conducción), para más detalle ver **anexo 07**: plano de perfil de la línea de conducción.

**Tabla 11.** Diseño del reservorio

<b>3- DISEÑO DEL RESERVORIO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>FORMA</b>	For	RECTANGULAR
<b>VOLUMEN DE RESERVORIO</b>	Vt	5 m <sup>3</sup>
<b>TIPO</b>	Tp	APOYADO
<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN</b>	MC	CONCRETO ARMADO 280 KG/CM <sup>2</sup>
<b>ANCHO INTERNO</b>	b	2.10 m
<b>LARGO INTERNO</b>	l	2.10 m
<b>ALTURA TOTAL DEL AGUA</b>	ha	1.21
<b>TIEMPO DE VACIADO ASUMIDO (SEGUNDOS)</b>		1800.00
<b>DIÁMETRO DE REBOSO</b>	Dr	2 plg
<b>DIÁMETRO DE LIMPIA</b>	Dl	1 plg
<b>DIÁMETRO DE VENTILACIÓN</b>	Dv	2 plg
<b>DIÁMETRO DE CANASTILLA</b>	Dc	58.80
<b>NÚMERO DE TOTAL DE RANURAS</b>	R	35.00
<b>DIÁMETRO DE REBOSE Y LIMPIEZA</b>	D	2.00
<b>CERCO PERIMETRICO</b>	CP	7.00 x 7.80 x 2.30
<b>CASETA DE DESINFECCIÓN</b>	CD	0.85 m x 1.22 m
<b>VOLUMEN DE CASETA DE DESINFECCIÓN</b>	VCD	60.00
<b>CANTIDAD DE GOTAS</b>	CDG	2.00

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

Se aplicó un diseño para un reservorio apoyado de forma rectangular, la topografía nos ayudó a definir el lugar de dicha estructura, este reservorio se encuentra en las coordenadas Y: 8256911.6984, X: 90047896.8211, en la altitud 3605 m.s.n.m, gracias al reglamento se determinó y se aplicó todos los accesorios necesarios, ver resumido los cálculos en la **tabla 11**, ver más detallado en **anexo 03**: memoria de cálculo (reservorio), para más detalle ver **anexo 07**: plano de reservorio.

**Tabla 12.** Diseño de la línea de aducción

4- DISEÑO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA RESULTADO		
CAUDAL DE DISEÑO	Qmh	0.31 Lit/Seg	
TIPO DE TUBERÍA	Tb	PVC	
CLASE DE TUBERÍA	Ctb	10	
TRAMO 1	Tr	50m	
VELOCIDAD	V	0.612 m/seg	
DIÁMETRO	D	1 plg	
PÉRDIDA DE CARGA	Pc	1.058 m	
PRESIÓN	Pr	19.15 m	

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

Para el diseño de la línea de aducción se usó el caudal máximo horario, utilizando las fórmulas de Hazen y William, por ello se obtuvo una tubería de 1

plg, PVC, clase 10, ver resumido los cálculos en la **tabla 12**, ver más detallado en el **anexo 09**, memoria de cálculo (línea de aducción), para más detalle ver el **anexo 14**, plano de perfil de la línea de aducción.

**Tabla 13.** Diseño de red de distribución

5- DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	RESULTADO
CAUDAL DE DISEÑO	Qmh	0.31 lt/seg
TIPO DE RED DE DISTRIBUCIÓN	TRD	RED ABIERTA
VIVIVENDAS	Viv.	53 m
DIÁMETRO PRINCIPAL	D	1 plg.
TIPO DE TUBERÍA	Tb	PVC
CLASE DE TUBERÍA	Ctb	10
VELOCIDAD	VL	0.62 m/s
PRESIÓN MÍNIMA (TUBERÍA)	V	4 m.c.a.
PRESIÓN MÁXIMA (TUBERÍA)	V	49 m.c.a
PERDIDA DE CARGA MÍNIMA (TUBERÍA)	Pc	0.76 m
PERDIDA DE CARGA MÁXIMA (TUBERÍA)	Pc	1.17 m

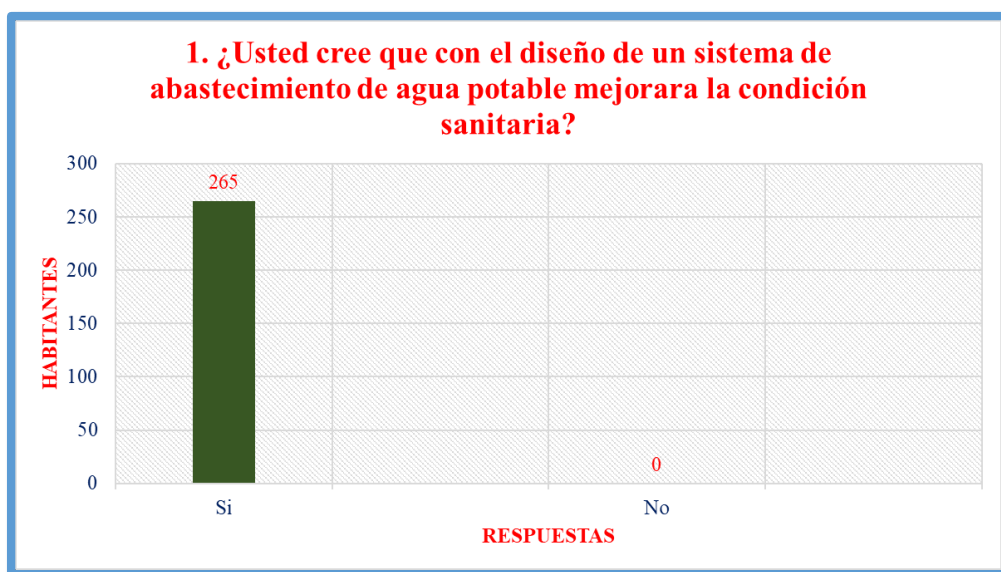
**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

Se tuvo que aplicar el diseño con el caudal máximo horario, hallando el caudal unitario, este caudal se dará en cada vivienda, en la tubería principal 2.00 plg de diámetro interno, PVC, clase 10, PVC, clase 10, respetando los principios de caudal, presiones dados en el reglamento indicado, ver resumido los cálculos en la **tabla 13**, ver más detallado en **anexo 03**: memoria de cálculo (red de distribución), para más detalle ver **anexo 07**: plano de red de distribución.

**3.- Dando respuesta al segundo objetivo específico:** Determinar la relación del sistema propuesto con la condición sanitaria del centro poblado de Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash – 2020.

**Gráfico 5.** ¿Mejorara la condición sanitaria con el diseño del sistema?



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

Según la encuesta aplicada a los pobladores, todos indican que si se aplica un diseño de abastecimiento de agua potable, tendrán un mejor condición sanitaria y una mejor calidad de vida.

## 5.2. Análisis de Resultados.

A. Según Velasquez J. menciona en su tesis “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío Mazac, provincia de Yungay, Ancash – 2015, tuvo como objetivo diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable de caserío Mazac, por lo que su metodología fue descriptiva, teniendo como conclusiones un tipo de diseño de captación tipo ladera y concentrado, línea de conducción con una pendiente de 5.35m, tipo de reservorio de almacenamiento de regulación y reserva.

Los resultados que obtuve del diseño de la cámara de captación fueron parecidos ya usé un tipo ladera y concentrado; por lo que los dos tienen una fuente subterránea ya que se encuentran en zona rural.

B. Según Jara F., Santo K. menciona en su tesis Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades; el Calvario y Rincon de Pampa Grande del distrito de Curgos – La Libertad concluyó con respecto a las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso del programa establecido de FONCODES, obteniendo usar en la línea de conducción tubería clase 7.5.

Los resultados que obtuve del diseño de la línea conducción respecto a la clase de tubería fue de 7.5, si hacemos una comparación con la presente investigación la conclusión del autor se asemeja ya que se utilizó para ambos casos la norma OS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

C. Según Ortega F, Vallecido M, Gonzales O, en su tesis Diseño Hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable Mag, para la comunidad Las



Vegas, municipio de San Sebastián de Yalí, departamento de Jinotega; menciona en sus conclusiones que el tipo de su reservorio fue de forma rectangular y tipo reserva, con un volumen total de 15m<sup>3</sup>, un diámetro de 3.00m, altura de tirante de agua 1.30 con un borde libre de 0.30.

Los resultados que obtuve sobre mi diseño de reservorio fue de forma circular, con un volumen de 10m<sup>3</sup>, un ancho de 2.20m y un borde libre 0.30; no coinciden porque yo tengo un volumen muy grande por eso opté en hacer un diseño de reservorio forma circular.

## **VI. Conclusiones**

- 1.** Se concluye que el análisis físico, químico y bacteriológico del agua, ayudo a determinar la calidad en la que se encuentra el agua que se consume a diario en el centro poblado de Canrey Chico, por el cual se aplicara un sistema por desinfección por goteo colocado en el reservorio para que así el agua sea apta para el consumo humano.
- 2.** Se concluye que el centro poblado de Canrey Chico, necesita de un sistema de abastecimiento por ello se diseñara una captación de 0.90 m de ancho, largo de 0.90 m, alto de 1.00 m, la cámara seca de 0.80 m x 0.90 m, con una altura de 0.70 m, con diámetros de tubería de rebose y limpieza de 1.50 plg y los demás accesorios requeridos y su cerco perimétrico, el diseño hidráulico de la línea de conducción contara con una longitud de 450.00 m, con una tubería de un diámetro de 1.00 plg, clase 10.00, tipo PVC, el reservorio de almacenamiento se diseñara para un volumen de 5.00 m<sup>3</sup>, determinando con el diseño hidráulico diámetros de tubería de rebose y limpieza de 2.00 plg y los demás accesorios requeridos y un sistema de cloración 1.22 m x 0.85 m, dando 2.00 gotas por segundo, el diseño hidráulico de la línea de aducción se determina una tubería de diámetro de 1.00 plg, tipo PVC, clase 10, se realizó el diseño hidráulico para las 53 viviendas, obtuvimos el resultados de tuberías principales de un diámetro de 1.00 plg, gracias a estos diseño se mejorara la calidad de vida de los pobladores.
- 3.** Se concluye que realizando el diseño completo del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, se lograra mejorar la condición sanitaria.

## **Aspectos complementarios**

### **Recomendaciones**

- 1.** Se recomienda realizar el estudio análisis físico, químico y bacteriológico del agua, para determinar la calidad del agua, siempre y cuando se comparen los resultados con el reglamento que presenta el Ministerio de Salud (Reglamento de la calidad del agua para consumo humano).
- 2.** Para diseñar se debe de hallar el caudal de la fuente por métodos volumétricos, hacer los estudios necesarios como levantamiento topográfico, mecánica de suelos, para el diseño de la captación se utiliza el caudal máximo de la fuente en lluvia, para línea de conducción se diseña con el caudal máximo diario hallado con el coeficiente de variación de 1.30 por el caudal promedio, para línea de aducción se diseña con el caudal máximo horario hallado con el coeficiente de variación de 2.00 por el caudal promedio, para el diseño del reservorio se debe de tener en cuenta la población, y el caudal promedio, también se le dará un cerco perimétrico, para las redes de distribución se puede diseñar para un red abierta o cerrada, para el diseño hidráulico se necesita el caudal máximo horario y los diámetros mínimos son de 1.00 plg en la tubería principal,  $\frac{3}{4}$  plg en los ramales.
- 3.** Se recomienda tener un sistema de abastecimiento de agua potable y darle un buen mantenimiento y uso que así nuestras condiciones sanitarias no entren en un estado ineficiente.

### Referencias bibliográficas:

1. Escobar et al; D. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Cánton San José primero del municipio de San Martín utilizando el programa EPANET 2.0 vE [Internet]. 2015 [cited 2018 Jun 26]. p. 62. Disponible en: <https://prezi.com/ayrncgrlwzym/disenodelsistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-para-el/>
2. Velásquez J. Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Nvo. Chimbote, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2017. [citado 2018 Jun. 23]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12264?show=full>
3. Chirinos S. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Caserío Anta, Moro - Áncash 2017 [Tesis para optar título], pg: [218;01-24-25-30-45]. Chimbote, Perú: Universidad Cesar Vallejo; 2017
4. Osorio S. Abastecimiento de agua potable y redes de alcantarillado para los pobladores de Medalla Milagrosa y Nuevo Progreso sector Carrizal – Casma, 2017 [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Nvo. Chimbote, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2017. [citado 2018 Jun. 24]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12203>
5. Díaz et al, Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión aplicando el método de seccionamiento. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego Facultad de Ingeniería; 2015. [citado 2018 Jun. 24]. Disponible en:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2035>

6. Jara F. et al. Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: el Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos - la Libertad. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego Facultad de Ingeniería; 2014. [citado 2018 Jun. 25]. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/689?mode=full>
7. Ramírez J. Diseño de un sistema de distribución de agua para la instalación de hidrantes en la sede central del Instituto Tecnológico de Costa Rica. [Tesis de Grado]. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2016. [citado 2018 Jun. 26]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6853>
8. Sanabrina J. Propuesta para el abastecimiento de agua potable mediante el diseño de un acueducto por gravedad en las comunidades de San Isidro de Tierra Grande, Isletas y Colinas, Guácimo, Limón. [Tesis para optar el licenciado en Ingeniería Agrícola]. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2017. [citado 2018 Jun. 26]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9371>
9. Reyes E. Diseño del sistema de agua potable en el caserío Vega de Chuapec, aldea San José el Rodeo. [Tesis de Título Profesional]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2018.
10. Pérez J. et al. Definición de agua potable [Seriado en línea]. 2010 [citado 2018 Jun 26]. p. 1. Disponible en: <https://definicion.de/agua-potable/>
11. Avila V. El agua potable [Seriado en línea]. 2003 [Citado 2018 Jun 26]. p.

1. Disponible en : [http://mimosa.pntic.mec.es/vgarci14/agua\\_potable.htm](http://mimosa.pntic.mec.es/vgarci14/agua_potable.htm)
12. Lavin A. et al. Índice de Afloramiento [Seriado en línea]. Instituto Español de Oceanografía. 1991 [citado 2018 Jun 26]. p. 1. Disponible en: <http://www.indicedeafloramiento.ieo.es/afloramiento.html>
13. Agüero R. Agua potable para poblaciones rurales. Servicio E. Lima, Perú; 1997. 167 p.
14. Navarro J. Definición de Manantial [Seriado en línea]. Definiciones ABC.2017 [citado 2018 Jun 26]. p. 1. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/manantial.php>
15. Rodríguez P. Abastecimiento de agua. Reservados. CivilGeeks.com. Mexico; 2001. 499 p.
16. Vélez et al. Seminario internacional sobre eventos extremos mínimos en regímenes de caudales: diagnóstico, modelamiento y análisis. corrientes naturales intervenciones y condiciones ecológicas. 2004 Jun;9.
17. Seguil P. Línea de conducción [Seriado en línea]. Slideshare. 2015 [citado 2018 Jun 26]. p. 32. Disponible en: [https://es.slideshare.net/pool2014?utm\\_campaign=profiletracking&utm\\_medium=ssssite&utm\\_source=ssslideview](https://es.slideshare.net/pool2014?utm_campaign=profiletracking&utm_medium=ssssite&utm_source=ssslideview)
18. Salinas A. et al. Manual de Construcción de Reservorios de Agua de Lluvia. Ministerio. Academia.edu. Costa Rica; 2010. 98 p.
19. Poma et al. Reservorio de almacenamiento de agua, [Seriado en línea]. Scribd. 2013 [citado 2018 Sept. 18]. p. 58. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/149392246/RESERVORIO-DE-AGUA-pdf>
20. Cholán E. Informe aducción y distribución [Seriado en línea]. SlideShare.2015

[citado 2018 Jun 26]. p. 19. Disponible en:

<https://es.slideshare.net/emanuelcholancarujulca/informe-aduccion-y-distribucion>

21. Moliá R. Red de distribución, Sistema de abastecimiento; 1987. 21p.

22. María P. Redes Malladas, Remificadas & Mixtas [Seriado en línea]. Acueducto.

2008 [citado 2018 Jun 26]. p. 1. Disponible

en:<https://acueducto.wordpress.com/2008/03/04/redes-mallasa-remificadas-mixtas/>

## **Anexos**



**Anexo N° 01: Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.**

**Norma OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño de  
Infraestructura Sanitaria.**

**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 pudiesen obtener.

b) Tratándose de nuevas habitaciones 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 piometría 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 agarrotamiento e inoperabilidad.

De localizarse válvulas o hidrantes deteriorados o agarrotados, 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.



**ICG**

Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896

**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.



**Norma OS.010 Captación y Conducción de Agua para  
Consumo Humano.**



## II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

### NORMA OS.010

#### CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

##### 1. OBJETIVO

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.

##### 2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.

##### 3. FUENTE

A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los es-

tudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyen: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios.

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el periodo de diseño.

La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

#### 4. CAPTACIÓN

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

##### 4.1. AGUAS SUPERFICIALES

a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.

b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.

c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

##### 4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

##### 4.2.1. Pozos Profundos

a) Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/o proyectados para evitar problemas de interferencias.

c) El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.

d) Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.

e) Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.

f) La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.

g) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.

h) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

##### 4.2.2. Pozos Excavados

a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa



autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1,50 m.

c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciego de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.

e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.

f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.

g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0,50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.

h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.

i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

#### 4.2.3. Galerías Filtrantes

a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.

b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.

c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.

d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.

e) La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s.

f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

#### 4.2.4. Manantiales

a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.

b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebosa y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.

c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.

d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.

e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

### 5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

#### 5.1. CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

##### 5.1.1. Canales

a) Las características y material con que se construirán los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.

b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s

c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

##### 5.1.2. Tuberías

a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.

b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s

c) La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto	3 m/s
En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC	5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC	0,010
Hierro fundido y concreto	0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N° 1

#### COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

TIPO DE TUBERÍA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poliéster, Asbesto Cemento	140
Poliéstero de vinilo (PVC)	150

##### 5.1.3. Accesorios

###### a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2,0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

###### b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.





c) Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

#### 5.2. CONDUCCIÓN POR BOMBEO

a) Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

b) Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3.

#### 5.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

a) En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.

b) Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte, deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.

c) Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio, ó válvula, considerando el diámetro, la presión de prueba y condición de instalación de la tubería.

d) En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.

#### GLOSARIO

**ACUIFERO.**- Estrato subterráneo saturado de agua del cual esta fluye fácilmente.

**AGUA SUBTERRANEA.**- Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.

**AFLORAMIENTO.**- Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.

**CALIDAD DE AGUA.**- Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

**CAUDAL MÁXIMO DIARIO.**- Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.

**DEPRESION.**- Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

**FILTROS.**- Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.

**FORRO DE POZOS.**- Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acabada ésta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.

**POZO EXCAVADO.**- Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.

**POZO PERFORADO.**- Es la penetración del terreno utilizando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un antepozo hasta una profundidad conveniente y, luego, se continúa con el equipo de perforación.

**SELLO SANITARIO.**- Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.

**TOMA DE AGUA.**- Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación

**Norma OS.030 Almacenamiento de Agua para Consumo  
Humano.**

**NORMA OS.030**

**ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**1. ALCANCE**

Esta Norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

**2. FINALIDAD**

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

**3. ASPECTOS GENERALES**

**3.1. Determinación del volumen de almacenamiento**

El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares.

**3.2. Ubicación**

Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.

**3.3. Estudios Complementarios**

Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de: topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.

**3.4. Vulnerabilidad**

Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos ó otros riesgos que afecten su seguridad.

**3.5. Caseta de Válvulas**

Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojadas en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.

**3.6. Mantenimiento**

Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar con un sistema de «by pass» entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

**3.7. Seguridad Aérea**

Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

**4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO**

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

**4.1. Volumen de Regulación**

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

**4.2. Volumen Contra Incendio**

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:



- 50 m<sup>3</sup> para áreas destinadas netamente a vivienda.  
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

#### 4.3. Volumen de Reserva

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

### 5. RESERVIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

#### 5.1. Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

#### 5.2. Instalaciones

Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe.

En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones.

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño.

La tubería de rebose deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.

El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas. Se deberá verificar que la red de alcantarillado receptora tenga la capacidad hidráulica para recibir este caudal.

El piso del reservorio deberá tener una pendiente hacia el punto de desagüe que permita evacuarlo completamente.

El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada ó salida de agua. Estará provisto de los dispositivos que eviten el ingreso de partículas, insectos y luz directa del sol.

Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

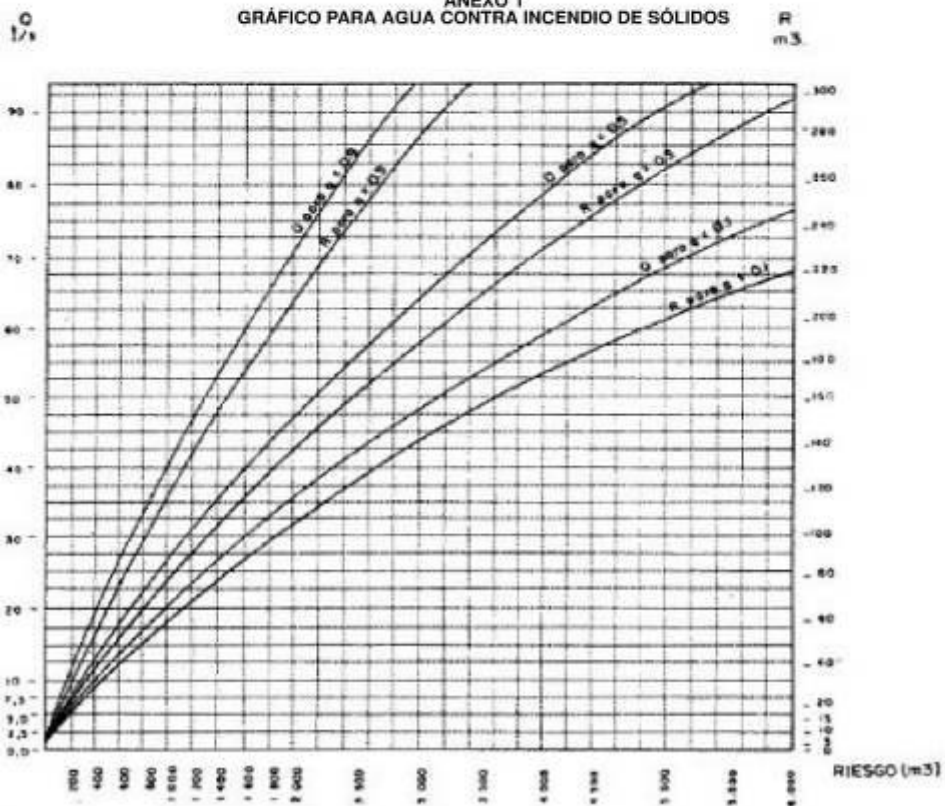
Los reservorios enterrados deberán contar con una cubierta impermeabilizante, con la pendiente necesaria que facilite el escurrimiento. Si se ha previsto jardines sobre la cubierta se deberá contar con drenaje que evite la acumulación de agua sobre la cubierta. Deben estar alejados de focos de contaminación, como pozas de percolación, letrinas, botaderos; o protegidos de los mismos. Las paredes y fondos estarán impermeabilizadas para evitar el ingreso de la napa y agua de riego de jardines.

La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

#### 5.3. Accesorios

Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

ANEXO 1  
GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



Diffundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896

Q: Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego  
R: Volumen de agua en m3 necesarios para reserva  
g: Factor de Apilamiento  
g = 0.9 Compacto  
g = 0.5 Medio  
g = 0.1 Poco Compacto

R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m3

**Norma OS.050 Redes de Distribución de Agua para  
Consumo Humano.**

**OS.050**

**REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**ÍNDICE**

	<b>PÁG.</b>
<b>1. OBJETIVO</b>	<b>2</b>
<b>2. ALCANCE</b>	<b>2</b>
<b>3. DEFINICIONES</b>	<b>2</b>
<b>4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO</b>	<b>2</b>
4.1 Levantamiento Topográfico	2
4.2 Suelos	3
4.3 Población	3
4.4 Caudal de Diseño	3
4.5 Análisis Hidráulico	3
4.6 Diámetro Mínimo	4
4.7 Velocidad	4
4.8 Presiones	4
4.9 Ubicación y recubrimiento de tuberías	5
4.10 Válvulas	6
4.11 Hidrantes contra incendio	6
4.12 Anclajes y Empalmes	6
<b>5. CONEXIÓN PREDIAL</b>	<b>6</b>
5.1. Diseño	6
5.2. Elementos de la Conexión	6
5.3. Ubicación	6
5.4. Diámetro Mínimo	6
Anexo:	
Esquema Sistema con Tuberías Principales y Ramales Distribuidores de Agua	7



**OS.050  
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**1. OBJETIVO**

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.

**2. ALCANCES**

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades mayores de 2000 habitantes.

**3. DEFINICIONES**

**Conexión predial simple.** Aquella que sirve a un solo usuario

**Conexión predial múltiple.** Es aquella que sirve a varios usuarios

**Elementos de control.** Dispositivos que permiten controlar el flujo de agua.

**Hidrante.** Grifo contra incendio.

**Redes de distribución.** Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

**Ramal distribuidor.** Es la red que es alimentada por una tubería principal, se ubica en la vereda de los lotes y abastece a una o más viviendas.

**Tubería Principal.** Es la tubería que forma un circuito de abastecimiento de agua cerrado y/o abierto y que puede o no abastecer a un ramal distribuidor.

**Caja Portamedidor.** Es la cámara en donde se ubicará e instalará el medidor.

**Profundidad.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería (clave de la tubería).

**Recubrimiento.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

**Conexión Domiciliaria de Agua Potable.** Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.

**Medidor.** Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él.

**4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO**

**4.1 Levantamiento Topográfico**

La información topográfica para la elaboración de proyectos incluirá:

- Plano de lotización con curvas de nivel cada 1 m, indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.

2



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896



- Perfil longitudinal a nivel del eje del trazo de las tuberías principales y/o ramales distribuidores en todas las calles del área de estudio y en el eje de la vía donde técnicamente sea necesario.
- Secciones transversales de todas las calles. Cuando se utilicen ramales distribuidores, mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.
- Perfil longitudinal de los tramos que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua existente.
- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas a instalar.

#### 4.2 Suelos

Se deberá realizar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos:

- Determinación de la agresividad del suelo con indicadores de PH, sulfatos, cloruros y sales solubles totales.
- Otros estudios necesarios en función de la naturaleza del terreno, a criterio del consultor.

#### 4.3 Población

Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

#### 4.4 Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

#### 4.5 Análisis hidráulico

Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la tabla No 1. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado del coeficiente de

fricción. Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo.

**TABLA N° 1  
COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN LA FÓRMULA  
DE HAZEN Y WILLIAMS**

TIPO DE TUBERÍA	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

#### 4.6. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente.

En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

#### 4.7. Velocidad

La velocidad máxima será de 3 m/s.

En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

#### 4.8. Presiones

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la pileta.

#### 4.9 Ubicación y recubrimiento de tuberías

Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto, siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto a otros servicios existentes y/o proyectos.

- En todos los casos las tuberías de agua potable se ubicarán, respecto a las redes eléctricas, de telefonía, conductos de gas u otros, en forma tal que garantice una instalación segura.
- En las calles de 20 m de ancho o menos, las tuberías principales se proyectarán a un lado de la calzada como mínimo a 1,20 m del límite de propiedad y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada cuando no se consideren ramales de distribución.

- El ramal distribuidor de agua se ubicará en la vereda, paralelo al frente del lote, a una distancia máxima de 1,20 m. desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal distribuidor.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua potable y una tubería principal de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente.

En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías principales y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:

- Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
- Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardines, etc.) que impidan el paso de vehículos.

La mínima distancia libre horizontal medida entre ramales distribuidores y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado, entre ramal colector y tubería principal de agua o alcantarillado, ubicados paralelamente, será de 0,20 m. Dicha distancia debe medirse entre los planos tangentes más próximos de las tuberías.

- En vías vehiculares, las tuberías principales de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar. En zonas sin acceso vehicular el recubrimiento mínimo será de 0,30 m.

El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo para un ramal distribuidor de agua será de 0,30 m.

#### 4.10 Válvulas

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.



Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.

Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.

Deberá evitarse los "puntos muertos" en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas mas bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

El ramal distribuidor de agua deberá contar con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal.

#### 4.11 Hidrantes contra incendio

Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m.

Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de compuerta.

#### 4.12 Anclajes y Empalmes

Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrante contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

El empalme del ramal distribuidor de agua con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63 mm.

### CONEXIÓN PREDIAL

#### 5. 5.1 Diseño

Deberán proyectarse conexiones prediales simples o múltiples de tal manera que cada unidad de uso cuente con un elemento de medición y control.

#### 5.2 Elementos de la conexión

Deberá considerarse:

- Elemento de medición y control: Caja de medición
- Elemento de conducción: Tuberías
- Elemento de empalme

#### 5.3 Ubicación

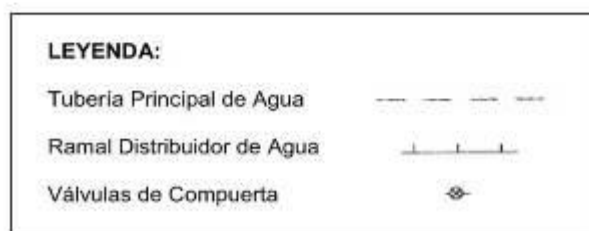
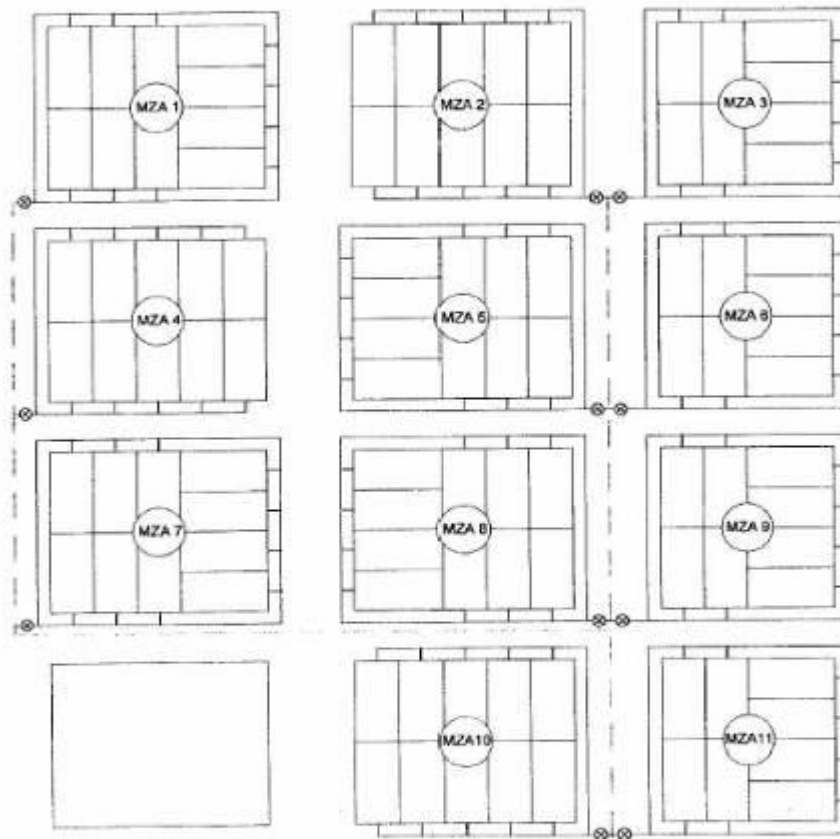
El elemento de medición y control se ubicará a una distancia no menor de 0,30 m del límite de propiedad izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio, (excepto en los casos de lectura remota en los que podrá ubicarse inclusive en el interior del predio).

#### 5.4 Diametro mínimo

El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12,50 mm.

## ANEXO

### ESQUEMA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN CON TUBERÍAS PRINCIPALES Y RAMALES DISTRIBUIDORES DE AGUA



**Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.**

**NORMA E.050****SUELOS Y CIMENTACIONES****CAPÍTULO 1  
GENERALIDADES****Artículo 1.- OBJETIVO**

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (**EMS**), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los **EMS** se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

\* Ver Glosario

**Artículo 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional.

Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas. La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

**ICG**

Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896

**Artículo 3.- OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS**

**3.1. Casos donde existe obligatoriedad**

Es obligatorio efectuar el EMS en los siguientes casos:

- a) Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.
- b) Cualquier edificación no mencionada en a) de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m<sup>2</sup> de área techada en planta.
- c) Cualquier edificación no mencionada en a) de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- d) Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- e) Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- f) Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- g) Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.

En los casos en que es obligatorio efectuar un EMS, de acuerdo a lo indicado en esta Sección, el informe del EMS correspondiente deberá ser firmado por un Profesional Responsable (PR).

En estos mismos casos deberá incluirse en los planos de cimentación una transcripción literal del «Resumen de las Condiciones de Cimentación» del EMS (Ver Artículo 12 (12.1a)).

\* Ver Glosario

**3.2. Casos donde no existe obligatoriedad**

Sólo en caso de lugares con condiciones de cimentación conocida, debidas a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin problemas especiales, con áreas techadas en planta menores que 500 m<sup>2</sup> y altura menor de cuatro pisos, podrán asumirse valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la Mecánica de Suelos, las mismas que deberán figurar en un recuadro en el plano de cimentación con la firma del PR que efectuó la estimación, quedando bajo su responsabilidad la información proporcionada. La estimación efectuada deberá basarse en no menos de 3 puntos de investigación hasta la profundidad mínima «p» indicada en el Artículo 11 (11.2c).

El PR no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad. En caso que la estimación indique la necesidad de usar cimentación especial, profunda o por platea, se deberá efectuar un EMS.

**Artículo 4.- ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS)**

Son aquellos que cumplen con la presente Norma, que están basados en el metrado de cargas estimado para la estructura y que cumplen los requisitos para el Programa de Investigación descrito en el Artículo 11.

**Artículo 5.- ALCANCE DEL EMS**

La información del EMS es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe.

Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

**Artículo 6.- RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR EL EMS**

Todo EMS deberá ser firmado por el PR, que por lo mismo asume la responsabilidad del contenido y de las conclusiones del informe. El PR no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

**Artículo 7.- RESPONSABILIDAD POR APLICACIÓN DE LA NORMA**

Las entidades encargadas de otorgar la ejecución de las obras y la Licencia de Construcción son las responsa-

bles de hacer cumplir esta Norma. Dichas entidades no autorizarán la ejecución de las obras, si el proyecto no cuenta con un EMS, para el área y tipo de obra específico.

**Artículo 8.- RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE\***

Proporcionar la información indicada en el Artículo 9 y garantizar el libre acceso al terreno para efectuar la investigación del campo.

\* Ver Glosario

**CAPÍTULO 2  
ESTUDIOS**

**Artículo 9.- INFORMACIÓN PREVIA**

Es la que se requiere para ejecutar el EMS. Los datos indicados en los Artículos 9 (9.1, 9.2a, 9.2b y 9.3) serán proporcionados por quien solicita el EMS (El Solicitante) al PR antes de ejecutarlo. Los datos indicados en las Secciones restantes serán obtenidos por el PR.

**9.1. Del terreno a investigar**

- a) Plano de ubicación y accesos
- b) Plano topográfico con curvas de nivel. Si la pendiente promedio del terreno fuera inferior al 5%, bastará un levantamiento planimétrico. En todos los casos se harán indicaciones de linderos, usos del terreno, obras anteriores, obras existentes, situación y disposición de acequias y drenajes. En el plano deberá indicarse también, la ubicación prevista para las obras. De no ser así, el programa de Investigación (Artículo 11), cubrirá toda el área del terreno.
- c) La situación legal del terreno.

**9.2. De la obra a cimentar**

a) Características generales acerca del uso que se le dará, número de pisos, niveles de piso terminado, área aproximada, tipo de estructura, número de sótanos, luces y cargas estimadas.

b) En el caso de edificaciones especiales (que transmitan cargas concentradas importantes, que presenten luces grandes, alberguen maquinaria pesada o que vibren, que generen calor o frío o que usen cantidades importantes de agua), deberá contarse con la indicación de la magnitud de las cargas a transmitirse a la cimentación y niveles de piso terminado, o los parámetros dinámicos de la máquina, las tolerancias de las estructuras a movimientos totales o diferenciales y sus condiciones límite de servicio y las eventuales vibraciones o efectos térmicos generados en la utilización de la estructura.

c) Los movimientos de tierras ejecutados y los previstos en el proyecto.

d) Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (PIM) del EMS (Artículo 11 (11.2)), las edificaciones serán calificadas, según la Tabla N° 1, donde A, B y C designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el A más exigente que el B y éste que el C.

**TABLA N° 1  
TIPO DE EDIFICACIÓN**

CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)				
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12	
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B	A
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A	
MUROS PORTANTES DE ALBANILERÍA	< 12	B	A	—	—	
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	—	—	—	
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A	
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A	
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de altura	> 9 m de altura			
		B	A			

\* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.

\* Ver Artículo 11 (11.2)





**9.3. Datos generales de la zona**

El **PR** recibirá del Solicitante los datos disponibles del terreno sobre:

- a) Usos anteriores (terreno de cultivo, cantera, explotación minera, botadero, relleno sanitario, etc.).
- b) Construcciones antiguas, restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al **EMS**.

**9.4. De los terrenos colindantes**

Datos disponibles sobre **EMS** efectuados

**9.5. De las edificaciones adyacentes**

Números de pisos incluidos sótanos, tipo y estado de las estructuras. De ser posible tipo y nivel de cimentación.

**9.6. Otra información**

Cuando el **PR** lo considere necesario, deberá incluir cualquier otra información de carácter técnico, relacionada con el **EMS**, que pueda afectar la capacidad portante, deformabilidad y/o la estabilidad del terreno.

**Artículo 10.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN****10.1. Técnicas de Investigación de Campo**

Las Técnicas de Investigación de Campo aplicables en los **EMS** son las indicadas en la Tabla N° 2.

TABLA N° 2

TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo de penetración estándar SPT	NTP 339.133 (ASTM D 1586)
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad in-situ mediante el método del cono de arena **	NTP 339.143 (ASTM D1556)
Densidad in-situ mediante métodos nucleares (profundidad superficial)	NTP 339.144 (ASTM D2922)
Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción	NTP 339.148 (ASTM D 3441)
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual - manual)	NTP 339.150 (ASTM D 2488)

TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados	NTP 339.153 (ASTM D 1194)
Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos	NTP 339.155 (ASTM D 2573)
Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrometro dinámico ligero de punta cónica (DPL)	NTE 339.159 (DIN4094)
Norma práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena	NTP 339.161 (ASTM D 1452)
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de Ingeniería y construcción	NTP 339.162 (ASTM D 420)
Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168 (ASTM D 4648)
Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca y muestreo de roca para investigación del sitio.	NTP 339.173 (ASTM D 2113)
Densidad in-situ mediante el método del reemplazo con agua en un pozo de exploración **	NTP 339.253 (ASTM D5030)
Densidad in-situ mediante el método del balón de jete **	ASTM D2167
Cono Dinámico Superpesado (DPSH)	UNE 103-801:1994
Cono Dinámico Tipo Peck	UNE 103-801:1994***

\* En todos los casos se utilizará la última versión de la Norma.

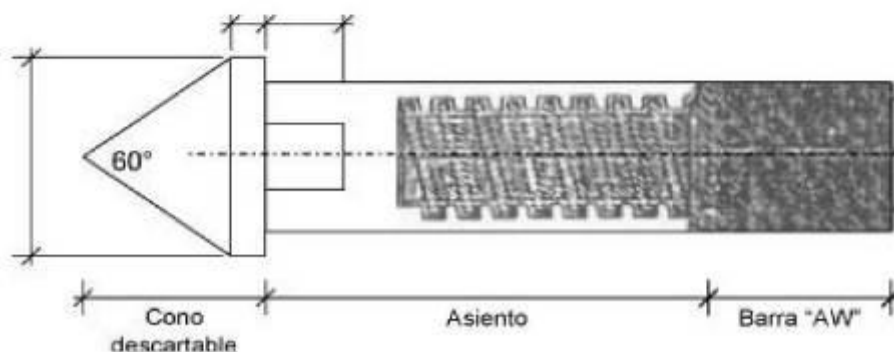
\*\* Estos ensayos solo se emplearán para el control de la compactación de rellenos Controlados o de Ingeniería.

\*\*\* Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 103-801:1994\* (peso del martillo, altura de caída, método de ensayo, etc.) con excepción de lo siguiente: Las Barras serán reemplazadas por las "AW", que son las usadas en el ensayo SPT, NTP339.133 (ASTM D1586) y la punta cónica se reemplazará por un cono de 6,35 cm (2.5 pulgadas) de diámetro y 60° de ángulo en la punta según se muestra en la Figura 1. El número de golpes se registrará cada 0,15 m y se graficará cada 0,30 m.  $C_u$  es la suma de golpes por cada 0,30 m

• Ver Anexo II

**NOTA:** Los ensayos de densidad de campo, no podrán emplearse para determinar la densidad relativa y la presión admisible de un suelo arenoso.

FIGURA N° 1



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896

**10.2. Aplicación de las Técnicas de Investigación**

La investigación de campo se realizará de acuerdo a lo indicado en el presente Capítulo, respetando las cantidades, valores mínimos y limitaciones que se indican en esta Norma y adicionalmente, en todo aquello que no se contradiga, se aplicará la «Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción» NTP 339.162 (ASTM D 420).

**a) Pozos o Calicatas y Trincheras**

Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las calicatas y trincheras serán realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420). El **PH** deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

**b) Perforaciones Manuales y Mecánicas**

Son sondeos que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos in situ.

La profundidad recomendable es hasta 10 metros en perforación manual, sin limitación en perforación mecánica.

Las perforaciones manuales o mecánicas tendrán las siguientes limitaciones:

**b-1) Perforaciones mediante Espiral Mecánico**

Los espirales mecánicos que no dispongan de un dispositivo para introducir herramientas de muestreo en el eje, no deben usarse en terrenos donde sea necesario conocer con precisión la cota de los estratos, o donde el espesor de los mismos sea menor de 0,30 m.

**b-2) Perforaciones por Lavado con Agua.**

Se recomiendan para diámetros menores a 0,100 m. Las muestras procedentes del agua del lavado no deberán emplearse para ningún ensayo de laboratorio.

**c) Método de Ensayo de Penetración Estándar (SPT) NTP 339.133 (ASTM D 1586)**

Los Ensayos de Penetración Estándar (**SPT**) son aplicables, según se indica en la Tabla N° 3. No se recomienda ejecutar ensayos **SPT** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

**d) Ensayo de Penetración Cuspi-Estática Profunda de Suelos con Cono y Cono de Fricción (CPT) NTP339.148 (ASTM D 3441)**

Este método se conoce también como el cono Holandés. Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**e) Cono Dinámico Superpesado (DPSH) UNE 103-801:1994**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requie-

ren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos **DPSH** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**f) Cono Dinámico Tipo Peck UNE 103-801:1994 ver tabla (2)**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos **Tipo Peck** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**g) Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL) NTP339.159 (DIN 4094)**

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutarse ensayos **DPL** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones. Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**h) Método Normalizado para Ensayo de Corte con Veleta de Campo en Suelos Cohesivos NTP 339.155 (ASTM D 2573)**

Este ensayo es aplicable únicamente cuando se trata de suelos cohesivos saturados desprovistos de arena o grava, como complemento de la información obtenida mediante calicatas o perforaciones. Su aplicación se indica en la Tabla N° 3.

**i) Método de Ensayo Normalizado para la Capacidad Portante del Suelo por Carga Estática y para Cimientos Aislados NTP 339.153 (ASTM D 1194)**

Las pruebas de carga deben ser precedidas por un **EMS** y se recomienda su uso únicamente cuando el suelo a ensayar es tridimensionalmente homogéneo, comprende la profundidad activa de la cimentación y es semejante al ubicado bajo el plato de carga. Las aplicaciones y limitaciones de estos ensayos, se indican en la Tabla N° 3.

**TABLA N° 3  
APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS**

Ensayos in Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación No Recomendada	
		Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Parámetro a obtener <sup>(2)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>
SPT	NTP339.133 (ASTM D1586)	Perforación	SW, SP, SM, SC-SM	N	Perforación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	N <sub>60</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo Peck	UNE 103 801:1994 *	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	C <sub>u</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
CPT	NTP 339.148 (ASTM D3441)	Auscultación	Todos excepto gravas	q <sub>u</sub> , f <sub>s</sub>	Auscultación	—	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159 (DIN 4094)	Auscultación	SP	—	Auscultación	SW, SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo <sup>(3)</sup>	NTP 339.155 (ASTM D2573)	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH	C <sub>u</sub> , St	—	—	—	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153 (ASTM D1194)	—	Suelos granulares y rocas blandas	Aseñamiento vs. Presión	—	—	—	—

(1) Según Clasificación **SUCS**, cuando los ensayos son aplicables a suelos de doble simbología, ambos están incluidos.

(2) Leyenda:

C<sub>u</sub> = Cohesión en condiciones no drenadas.

N = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración en el

ensayo estándar de penetración.

N<sub>60</sub> = Número de golpes por cada 0,20 m de penetración mediante auscultación con **DPSH**

C<sub>u</sub> = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración mediante auscultación con **Cono Tipo Peck**.



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896



$n$  = Número de golpes por cada 0,10 m de penetración mediante auscultación con DPL.

$q_c$  = Resistencia de punta del cono en unidades de presión.

$f$  = Fricción en el manguito.

$S_t$  = Sensitividad.

(3) Sólo para suelos finos saturados, sin arenas ni gravas.

(4) Ver Tabla 3.

**Nota.** Ver títulos de las Normas en la Tabla 2.

### 10.3. Correlación entre ensayos y propiedades de los suelos

En base a los parámetros obtenidos en los ensayos «in situ» y mediante correlaciones debidamente comprobadas, el **PR** puede obtener valores de resistencia al corte no drenado, ángulo de fricción interna, relación de pre-consolidación, relación entre asentamientos y carga, coeficiente de balasto, módulo de elasticidad, entre otros.

### 10.4. Tipos de Muestras

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la Tabla N° 4, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

TABLA N° 4				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.189 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada.		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Aterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	En lata sellada	Aterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

### 10.5. Ensayos de Laboratorio

Se realizarán de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla N° 5

TABLA N° 5  
ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Aguas Subterráneas	NTP 339.178 (AASHTO T290)

\* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.

### 10.6. Compatibilización de perfiles estratigráficos

En el laboratorio se seleccionarán muestras típicas para ejecutar con ellas ensayos de clasificación. Como resultado de estos ensayos, las muestras se clasificarán, en todos los casos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487) y los resultados de esta clasificación serán comparados con la descripción visual – manual NTP 339.150 (ASTM D 2488) obtenida para el perfil estratigráfico de campo, procediéndose a compatibilizar las diferencias existentes a fin de obtener el perfil estratigráfico definitivo, que se incluirá en el informe final.

### Artículo 11.- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

#### 11.1. Generalidades

Un programa de investigación de campo y laboratorio se define mediante:

- Condiciones de frontera.
- Número  $n$  de puntos a investigar.
- Profundidad  $p$  a alcanzar en cada punto.
- Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- Número y tipo de muestras a extraer.
- Ensayos a realizar «In situ» y en el laboratorio.

Un **EMS** puede plantearse inicialmente con un **PIM** (Programa de Investigación Mínimo), debiendo aumentarse los alcances del programa en cualquiera de sus partes si las condiciones encontradas así lo exigieran.

#### 11.2. Programa de Investigación Mínimo - PIM

El Programa de Investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un **EMS**, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el Artículo 11 (11.2a).

De no cumplirse las condiciones indicadas, el **PR** deberá ampliar el programa de la manera más adecuada para lograr los objetivos del **EMS**.

#### a) Condiciones de Frontera

Tienen como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. Serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:



a-1) No existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como afloramientos rocosos, fallas, ruinas arqueológicas, estratos erráticos, rellenos o cavidades.

a-2) No existen edificaciones situadas a menos de 100 metros del terreno a edificar que presenten anomalías como grietas o desplomes originados por el terreno de cimentación.

a-3) El tipo de edificación (Tabla N° 1) a cimentar es de la misma o de menor exigencia que las edificaciones situadas a menos de 100 metros.

a-4) El número de plantas del edificio a cimentar (incluidos los sótanos), la modulación media entre apoyos y las cargas en éstos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 100 metros.

a-5) Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 100 metros y la prevista para el edificio a cimentar son de tipo superficial.

a-6) La cimentación prevista para el edificio en estudio no profundiza respecto de las contiguas más de 1,5 metros.

**b) Número «n» de puntos de Investigación**

El número de puntos de investigación se determina en la Tabla N° 6 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por éste.

Tipo de edificación	Número de puntos de investigación (n)
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 900 m <sup>2</sup>

Urbanizaciones para Viviendas 3 por cada Ha. de terreno habilitado  
Unifamiliares de hasta 3 pisos

(n) nunca será menor de 3, excepto en los casos indicados en el Artículo 3 (3.2).

**c) Profundidad «p» mínima a alcanzar en cada punto de Investigación**

**c-1) Cimentación Superficial**

Se determina de la siguiente manera:

EDIFICACIÓN SIN SÓTANO:

$$p = D_f + z$$

EDIFICACIÓN CON SÓTANO:

$$p = h + D_f + z$$

Donde:

**D<sub>f</sub>** = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el fondo de la cimentación. En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el fondo de la cimentación.

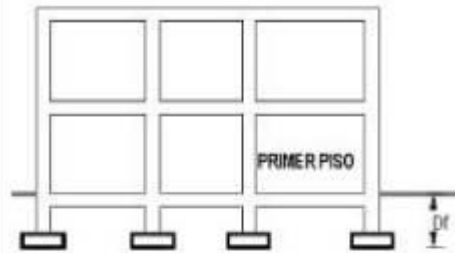
**h** = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

**z** = 1,5 **B**; siendo **B** el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

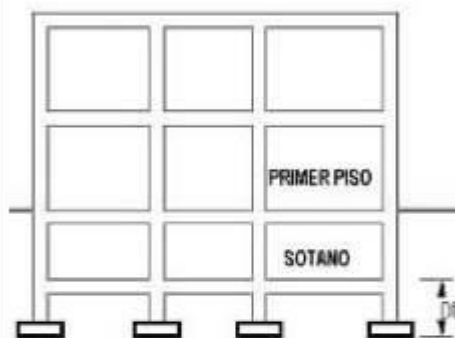
En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del PR, se podrá adoptar una profundidad **z** menor a 1,5 **B**. En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a 1 m.

En ningún caso **p** será menor de 3 m, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad **p**, en cuyo caso el PR deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

FIGURA N° 2 (C1)

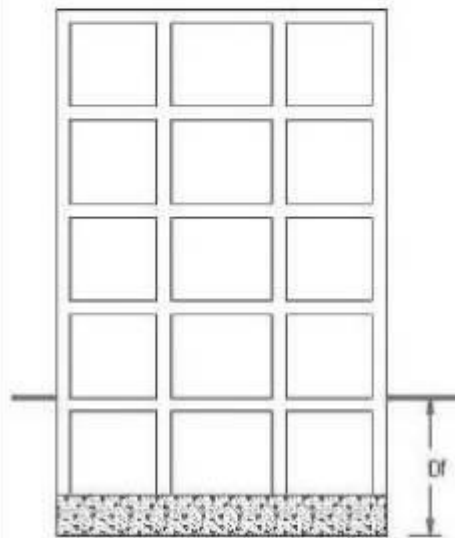


PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (D<sub>f</sub>) EN ZAPATAS SUPERFICIALES



PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (D<sub>f</sub>) EN ZAPATAS BAJO SÓTANOS

**PLATEAS O SOLADOS**



PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (D<sub>f</sub>) EN PLATEAS O SOLADOS





**c-2) Cimentación Profunda**

La profundidad mínima de investigación, corresponderá a la longitud del elemento que transmite la carga a mayores profundidades (pilote, pilar, etc.), más la profundidad  $z$ .

$$p = h + D_f + z$$

Donde:

$D_f$  = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el extremo de la cimentación profunda (pilote, pilares, etc.). En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el extremo de la cimentación profunda.

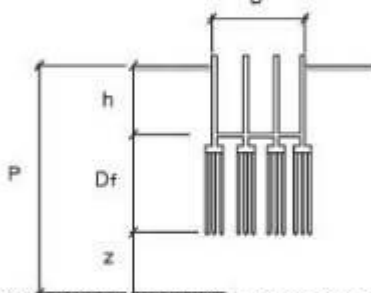
$h$  = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

$z$  = 6,00 metros, en el 80 % de los sondeos.

= 1,5  $B$ , en el 20 % de los sondeos, siendo  $B$  el ancho de la cimentación, delimitada por los puntos de todos los pilotes o las bases de todos los pilares.

En el caso de ser conocida la existencia de un estrato de suelo resistente que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación en la zona, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar para  $p$ , la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación, la cual en el caso de cimentaciones profundas no deberá ser menor de 5 m. Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad  $p$ , el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad, por un método adecuado, en una longitud mínima de 3 m.

Figura N° 3 (c-2)

**d) Distribución de los puntos de investigación**

Se distribuirán adecuadamente, teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno así como la ubicación de las estructuras previstas cuando éstas estén definidas.

**e) Número y tipo de muestras a extraer**

Cuando el plano de apoyo de la cimentación prevista no sea roca, se tomará en cada sondaje una muestra tipo **Mab** por estrato, o al menos una cada 2 metros de profundidad hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista  $D_f$  y a partir de éste una muestra tipo **Mib** o **Mit** cada metro, hasta alcanzar la profundidad  $p$ , tomándose la primera muestra en el propio plano de la cimentación.

Cuando no sea posible obtener una muestra tipo **Mib** o **Mit**, ésta se sustituirá por un ensayo «in situ» y una muestra tipo **Mab**.

\* Ver Tabla 4

**f) Ensayos a realizar «in situ» y en laboratorio**

Se realizarán, sobre los estratos típicos y/o sobre las muestras extraídas según las Normas indicadas en las Tabla N° 3 y Tabla N° 5. Las determinaciones a realizar, así como lo mínimo de muestras a ensayar será determinado por el **PR**.

**Artículo 12.- INFORME DEL EMS**

El informe del **EMS** comprenderá:

- Memoria Descriptiva
- Planos de Ubicación de las Obras y de Distribución de los Puntos de Investigación.
- Perfiles de Suelos
- Resultados de los Ensayos «in situ» y de Laboratorio.

**12.1. Memoria Descriptiva**

**a) Resumen de las Condiciones de Cimentación**  
Descripción resumida de todos y cada uno de los tópicos principales del informe:

- Tipo de cimentación.
- Estrato de apoyo de la cimentación.
- Parámetros de diseño para la cimentación (Profundidad de la Cimentación, Presión Admisible, Factor de Seguridad por Corte y Asentamiento Diferencial o Total).
- Agresividad del suelo a la cimentación.
- Recomendaciones adicionales.

**b) Información Previa**

Descripción detallada de la información recibida de quien solicita el **EMS** y de la recolectada por el **PR** de acuerdo al Artículo 9.

**c) Exploración de Campo**

Descripción de los pozos, calicatas, trincheras, perforaciones y auscultaciones, así como de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.

**d) Ensayos de Laboratorio**

Descripción de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.

**e) Perfil del Suelo**

Descripción de los diferentes estratos que constituyen el terreno investigado indicando para cada uno de ellos: origen, nombre y símbolo del grupo del suelo, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS, NTP 339.134 (ASTM D 2487), plasticidad de los finos, consistencia o densidad relativa, humedad, color, tamaño máximo y angularidad de las partículas, olor, cementación y otros comentarios (raíces, cavidades, etc.), de acuerdo a la NTP 339.150 (ASTM D 2486).

**f) Nivel de la Napa Freática**

Ubicación de la napa freática, indicando la fecha de medición y comentarios sobre su variación en el tiempo.

**g) Análisis de la Cimentación**

Descripción de las características físico - mecánicas de los suelos que controlan el diseño de la cimentación. Análisis y diseño de solución para cimentación. Se incluirá memorias de cálculo en cada caso, en la que deberán indicarse todos los parámetros utilizados y los resultados obtenidos. En esta Sección se incluirá como mínimo:

- Memoria de cálculo.
- Tipo de cimentación y otras soluciones si las hubiera.
- Profundidad de cimentación ( $D_f$ ).
- Determinación de la carga de rotura al corte y factor de seguridad (**FS**).
- Estimación de los asentamientos que sufrirá la estructura con la carga aplicada (diferenciales y/o totales).
- Presión admisible del terreno.
- Indicación de las precauciones especiales que deberá tomar el diseñador o el constructor de la obra, como consecuencia de las características particulares del terreno investigado (efecto de la napa freática, contenido de sales agresivas al concreto, etc.).
- Parámetros para el diseño de muros de contención y/o calzadura.
- Otros parámetros que se requieran para el diseño o construcción de las estructuras y cuyo valor dependa directamente del suelo.

**h) Efecto del Sismo**

En concordancia con la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, el **EMS** proporcionará como mínimo lo siguiente:

- El Factor de Suelo (**S**) y
- El Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo ( $T_p(S)$ ).

Para una condición de suelo o estructura que lo amerite, el **PR** deberá recomendar la medición «in situ» del Periodo Fundamental del Suelo, a partir del cual se determinarán los parámetros indicados.

En el caso que se encuentren suelos granulares saturados sumergidos de los tipos: arenas, limos no plásticos o gravas contenidas en una matriz de estos materiales, el **EMS** deberá evaluar el potencial de licuefacción de suelos, de acuerdo al Artículo 32.

**12.2. Planos y Perfiles de Suelos**

**a) Plano de Ubicación del Programa de Exploración**  
Plano topográfico o planimétrico (ver el Artículo 9 (9.1)) del terreno, relacionado a una base de referencia y mostrando la ubicación física de la cota (o **BM**) de referencia



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia

www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896

utilizada. En el plano de ubicación se empleará la nomenclatura indicada en la Tabla N° 7.

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C - n	
Perforación	P - n	
Trinchera	T - n	
Auscultación	A - n	

n - número correlativo de sondaje.

**b) Perfil Estratigráfico por Punto Investigado**

Debe incluirse la información del Perfil del Suelo indicada en el Artículo 12 (12.1e), así como las muestras obtenidas y los resultados de los ensayos «in situ». Se sugiere incluir los símbolos gráficos indicados en la Figura N° 4.

**12.3. Resultados de los Ensayos de Laboratorio**

Se incluirán todos los gráficos y resultados obtenidos en el Laboratorio según la aplicación de las Normas de la Tabla N° 5.

FIGURA N° 4  
Simbología de Suelos (Referencial)

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN		
		SUCS	GRÁFICO			
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA		
		GP		GRAVA MAL GRADUADA		
		GM		GRAVA LIMOSA		
		GC		GRAVA ARCILLOSA		
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA		
		SP		ARENA MAL GRADUADA		
		SM		ARENA LIMOSA		
		SC		ARENA ARCILLOSA		
		SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
				CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
OL				LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD		
LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH			LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD		
	CH			ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD		
	OH			LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	PH		TURRA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			

**CAPÍTULO 3  
ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

**Artículo 13.- CARGAS A UTILIZAR**

Para la elaboración de las conclusiones del EMS, y en caso de contar con la información de las cargas de la edificación, se deberán considerar:

a) Para el cálculo del factor de seguridad de cimentaciones: se utilizarán como cargas aplicadas a la cimentación, las Cargas de Servicio que se utilizan para el diseño estructural de las columnas del nivel más bajo de la edificación.

b) Para el cálculo del asentamiento de cimentaciones apoyadas sobre suelos granulares: se deberá considerar la máxima carga vertical que actúe (Carga Muerta más Carga Viva más Sismo) utilizada para el diseño de las columnas del nivel más bajo de la edificación.

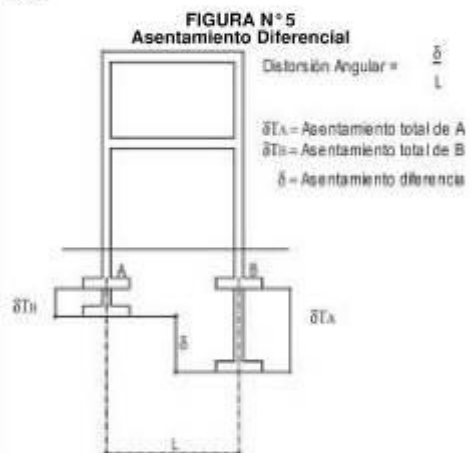
c) Para el cálculo de asentamientos en suelos cohesivos: se considerará la Carga Muerta más el 50% de la Carga Viva, sin considerar la reducción que permite la Norma Técnica de Edificación E. 020 Cargas.

d) Para el cálculo de asentamientos, en el caso de edificaciones con sótanos en las cuales se emplee plateas o losas de cimentación, se podrá descontar de la carga total de la estructura (carga muerta más sobrecarga más el peso de losa de cimentación) el peso del suelo excavado para la construcción de los sótanos.

**Artículo 14.- ASENTAMIENTO TOLERABLE**

En todo EMS se deberá indicar el asentamiento tolerable que se ha considerado para la edificación o estructura motivo del estudio. El Asentamiento Diferencial (Figura N° 5) no debe ocasionar una distorsión angular mayor que la indicada en la Tabla N° 8.

En el caso de suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.



α = d/L	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896



**Artículo 15.- CAPACIDAD DE CARGA**

La capacidad de carga es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se empleará un ángulo de fricción interna ( $f$ ) igual a cero.

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se empleará una cohesión ( $c$ ) igual a cero.

**Artículo 16.- FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE**

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

- Para cargas estáticas: 3,0
- Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

**Artículo 17.- PRESIÓN ADMISIBLE**

La determinación de la Presión Admisible, se efectuará tomando en cuenta los siguientes factores:

- Profundidad de cimentación.
- Dimensión de los elementos de la cimentación.
- Características físico-mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.
- Ubicación del Nivel Freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la estructura.
- Probable modificación de las características físico-mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
- Asentamiento tolerable de la estructura.

La presión admisible será la menor de la que se obtenga mediante:

- La aplicación de las ecuaciones de capacidad de carga por corte afectada por el factor de seguridad correspondiente (Ver el Artículo 16).
- La presión que cause el asentamiento admisible.

**CAPÍTULO 4  
CIMENTACIONES SUPERFICIALES****Artículo 18.- DEFINICIÓN**

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho ( $D/B$ ) es menor o igual a cinco (5), siendo  $D$ , la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

**Artículo 19.- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN**

La profundidad de cimentación de zapatas y cimientos corridos, es la distancia desde el nivel de la superficie del terreno a la base de la cimentación, excepto en el caso de edificaciones con sótano, en que la profundidad de cimentación estará referida al nivel del piso del sótano. En el caso de plateas o losas de cimentación la profundidad será la distancia del fondo de la losa a la superficie del terreno natural.

La profundidad de cimentación quedará definida por el  $PR$  y estará condicionada a cambios de volumen por humedecimiento-secado, hielo-deshielo o condiciones particulares de uso de la estructura, no debiendo ser menor de 0,80 m en el caso de zapatas y cimientos corridos.

Las plateas de cimentación deben ser losas rígidas de concreto armado, con acero en dos direcciones y deberán llevar una viga perimetral de concreto armado cimentado a una profundidad mínima de 0,40 m, medida desde la superficie del terreno o desde el piso terminado, la que sea menor. El espesor de la losa y el peralte de la viga perimetral serán determinados por el Profesional Responsable de las estructuras, para garantizar la rigidez de la cimentación.

Si para una estructura se plantean varias profundidades de cimentación, deben determinarse la carga admisible y el asentamiento diferencial para cada caso. Deben evitarse la interacción entre las zonas de influencia de los cimientos adyacentes, de lo contrario será necesario tenerla en cuenta en el dimensionamiento de los nuevos cimientos.

Cuando una cimentación quede por debajo de una cimentación vecina existente, el  $PR$  deberá analizar el requerimiento de calzar la cimentación vecina según lo indicado en los Artículos 33 (33.6).

No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, relleno de desmonte o rellenos sanitario o industrial, ni rellenos No Controlados. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales que cumplan con lo indicado en el Artículo 21 (21.1).

**Artículo 20.- PRESIÓN ADMISIBLE**

Se determina según lo indicado en el Capítulo 3.

**Artículo 21.- CIMENTACIÓN SOBRE RELLENOS**

Los rellenos son depósitos artificiales que se diferencian por su naturaleza y por las condiciones bajo las que son colocados.

Por su naturaleza pueden ser:

- Materiales seleccionados:** todo tipo de suelo compactable, con partículas no mayores de 7,5 (3"), con 30% o menos de material retenido en la malla  $\frac{3}{4}$ " y sin elementos distintos de los suelos naturales.
- Materiales no seleccionados:** todo aquél que no cumpla con la condición anterior.

Por las condiciones bajo las que son colocados:

- Controlados.
- No controlados.

**21.1.- Rellenos Controlados o de Ingeniería**

Los Rellenos Controlados son aquellos que se construyen con Material Seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material.

El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

- Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m<sup>3</sup> con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor.

Cuando se requiera verificar la compactación de un Relleno Controlado ya construido, este trabajo deberá realizarse mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- Un ensayo de Penetración Estándar NTP 339.133 (ASTM D 1586) por cada metro de espesor de Relleno Controlado. El resultado de este ensayo debe ser mayor a  $N_{60} = 25$ , golpes por cada 0,30m de penetración.
- Un ensayo con Cono de Arena, NTP 339.143 (ASTM D1556) o por medio de métodos nucleares, NTP 339.144 (ASTM D2922), por cada 0,50 m de espesor. Los resultados deberán ser: mayores a 90% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado, si tiene más de 12% de finos; o mayores al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado si tiene igual o menos de 12% de finos.

**21.2. Rellenos no Controlados**

Los rellenos no controlados son aquellos que no cumplen con el Artículo 21.1. Las cimentaciones superficiales no se podrán construir sobre estos rellenos no controlados, los cuales deberán ser reemplazados en su totalidad por materiales seleccionados debidamente compactados, como se indica en el Artículo 21 (21.1), antes de iniciar la construcción de la cimentación.

**Artículo 22.- CARGAS EXCÉNTRICAS**

En el caso de cimentaciones superficiales que transmiten al terreno una carga vertical  $Q$  y dos momentos  $M_x$  y  $M_y$  que actúan simultáneamente según los ejes  $x$  e  $y$



respectivamente, el sistema formado por estas tres solicitaciones será estáticamente equivalente a una carga vertical excéntrica de valor  $Q$ , ubicada en el punto  $(e_x, e_y)$  siendo:

$$e_x = \frac{M_x}{Q} \quad e_y = \frac{M_y}{Q}$$

El lado de la cimentación, ancho ( $B$ ) o largo ( $L$ ), se corrige por excentricidad reduciéndolo en dos veces la excentricidad para ubicar la carga en el centro de gravedad del «área efectiva =  $B'L'$ »

$$B' = B - 2e_x \quad L' = L - 2e_y$$

El centro de gravedad del «área efectiva» debe coincidir con la posición de la carga excéntrica y debe seguir el contorno más próximo de la base real con la mayor preci-

sión posible. Su forma debe ser rectangular, aún en el caso de cimentaciones circulares. (Ver Figura N° 6).

**Artículo 23.- CARGAS INCLINADAS**

La carga inclinada modifica la configuración de la superficie de falla, por lo que la ecuación de capacidad de carga debe ser calculada tomando en cuenta su efecto.

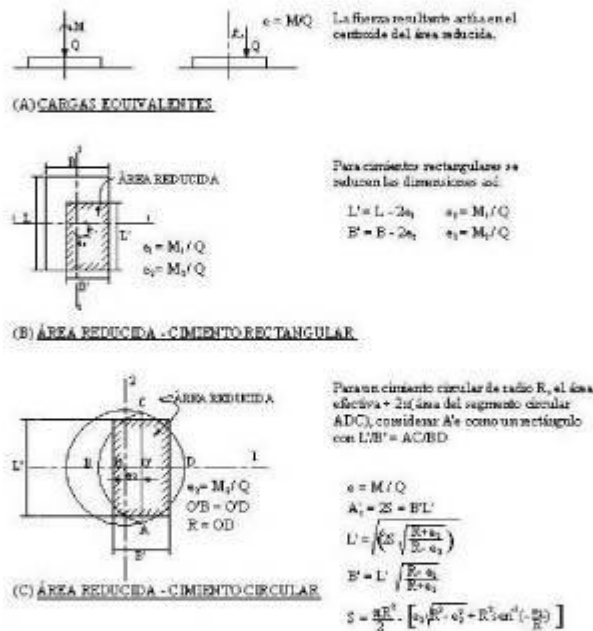
**Artículo 24.- CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TALUDES**

En el caso de cimientos ubicados en terrenos próximos a taludes o sobre taludes o en terreno inclinado, la ecuación de capacidad de carga debe ser calculada teniendo en cuenta la inclinación de la superficie y la inclinación de la base de la cimentación, si la hubiera.

Adicionalmente debe verificarse la estabilidad del talud, considerando la presencia de la estructura.

El factor de seguridad mínimo del talud, en consideraciones estáticas debe ser 1,5 y en condiciones sísmicas 1,25.

**Figura N° 6**  
**Cimientos cargados excéntricamente**



**CAPITULO 5**  
**CIMENTACIONES PROFUNDAS**

**Artículo 25.- DEFINICIÓN**

Son aquellas en las que la relación profundidad /ancho ( $D_f/B$ ) es mayor a cinco (5), siendo  $D_f$  la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones profundas: los pilotes y micropilotes, los pilotes para densificación, los pilares y los cajones de cimentación.

La cimentación profunda será usada cuando las cimentaciones superficiales generen una capacidad de carga que no permita obtener los factores de seguridad indicados en el Artículo 16 o cuando los asentamientos generen asentamientos diferenciales mayores a los indicados en el Artículo 14. Las cimentaciones profundas se pueden usar también para anclar estructuras contra fuerzas de levantamiento y para colaborar con la resistencia de fuerzas laterales y de volteo. Las cimentaciones profundas pueden además ser requeridas para situaciones especiales tales como suelos expansivos y colapsables o suelos sujetos a erosión.

Algunas de las condiciones que hacen que sea necesaria la utilización de cimentaciones profundas, se indican a continuación:

- a) Cuando el estrato o estratos superiores del suelo son altamente compresibles y demasiado débiles para soportar la carga transmitida por la estructura. En estos casos se usan pilotes para transmitir la carga a la roca o a un estrato más resistente.
- b) Cuando están sometidas a fuerzas horizontales, ya que las cimentaciones con pilotes tienen resistencia por flexión mientras soportan la carga vertical transmitida por la estructura.
- c) Cuando existen suelos expansivos, colapsables, licuables o suelos sujetos a erosión que impiden cimentar las obras por medio de cimentaciones superficiales.
- d) Las cimentaciones de algunas estructuras, como torres de transmisión, plataformas en el mar, y losas de sótanos debajo del nivel freático, están sometidas a fuerzas de levantamiento. Algunas veces se usan pilotes para resistir dichas fuerzas.



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896



**Artículo 26.- CIMENTACIÓN POR PILOTES**

Los pilotes son elementos estructurales hechos de concreto, acero o madera y son usados para construir cimentaciones en los casos en que sea necesario apoyar la cimentación en estratos ubicados a una mayor profundidad que el usual para cimentaciones superficiales.

**26.1. Programa de exploración para pilotes**

El programa de exploración para cimentaciones por pilotes se sujetará a lo indicado en el Artículo 11.

**26.2. Estimación de la longitud y de la capacidad de carga del pilote**

Los pilotes se dividen en dos categorías principales, dependiendo de sus longitudes y del mecanismo de transferencia de carga al suelo, como se indica en los siguientes a continuación:

a) Si los registros de la perforación establecen la presencia de roca a una profundidad razonable, los pilotes se extienden hasta la superficie de la roca. En este caso la capacidad última de los pilotes depende por completo de la capacidad de carga del material subyacente.

b) Si en vez de roca se encuentra un estrato de suelo bastante compacto y resistente a una profundidad razonable, los pilotes se prolongan unos cuantos metros dentro del estrato duro. En este caso, la carga última del pilote se expresa como:

$$Q_u = Q_p + \sum Q_f$$

donde:

$Q_u$  = capacidad última del pilote.

$Q_p$  = capacidad última tomada por la punta del pilote.

$\sum Q_f$  = capacidad última tomada por la fricción superficial desarrollada en los lados del pilote, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción.

Si  $\sum Q_f$  es muy pequeña:

$$Q_u = Q_p$$

En este caso, la longitud requerida de pilote se estima con mucha precisión si se dispone de los registros de exploración del subsuelo.

c) Cuando no se tiene roca o material resistente a una profundidad razonable, los pilotes de carga de punta resultan muy largos y antieconómicos. Para este tipo de condición en el subsuelo, los pilotes se hincan a profundidades específicas. La carga última de esos pilotes se expresa por la ecuación:

$$Q_u = Q_p + \sum Q_f$$

donde:

$Q_u$  = capacidad última del pilote.

$Q_p$  = capacidad última tomada por la punta del pilote.

$\sum Q_f$  = capacidad última tomada por la fricción superficial desarrollada en los lados del pilote, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción.

Sin embargo, si el valor de  $Q_p$  es pequeño:

$$Q_u = \sum Q_f$$

Éstos se denominan pilotes de fricción porque la mayor parte de la resistencia se deriva de la fricción superficial. La longitud de estos pilotes depende de la resistencia cortante del suelo, de la carga aplicada y del tamaño del pilote. Los procedimientos teóricos para dicho cálculo se presentan más adelante.

**26.3. Consideraciones en el cálculo de capacidad de carga**

Dentro de los cálculos de la capacidad de carga de los pilotes no se deben considerar los estratos licuables, aquellos de muy baja resistencia, suelos orgánicos ni turbas.

**26.4. Capacidad de carga del grupo de pilotes**

En el caso de un grupo de pilotes de fricción en arcilla, deberá analizarse el efecto de grupo.

En el caso de pilotes de punta apoyados sobre un estrato resistente de poco espesor, debajo del cual se tiene un suelo menos resistente, debe analizarse la capacidad de carga por punzonamiento de dicho suelo.

**a) Factores de seguridad**

Para el cálculo de la capacidad de carga admisible, mediante métodos estáticos, a partir de la carga última, se utilizarán los factores de seguridad estipulados en el Artículo 16.

Para el cálculo mediante métodos dinámicos, se utilizará el factor de seguridad correspondiente a la fórmula utilizada. En ningún caso el factor de seguridad en los métodos dinámicos será menor de 2.

**b) Espaciamiento de pilotes**

El espaciamiento mínimo entre pilotes será el indicado en la Tabla 9.

TABLA 9 ESPACIAMIENTO MÍNIMO ENTRE PILOTES	
LONGITUD (m)	ESPACIAMIENTO ENTRE EJES
$L < 10$	$3b$
$10 \leq L < 25$	$4b$
$L \geq 25$	$5b$

Donde  $b$  = diámetro o mayor dimensión del pilote.

Para el caso de pilotes por fricción, este espaciamiento no podrá ser menor de 1,20 m.

**c) Fricción negativa**

La fricción negativa es una fuerza de arrastre hacia abajo ejercida sobre el pilote por el suelo que lo rodea, la cual se presenta bajo las siguientes condiciones:

- Si un relleno de suelo arcilloso se coloca sobre un estrato de suelo granular en el que se hincan pilotes, el relleno se consolidará gradualmente, ejerciendo una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote durante el período de consolidación.

- Si un relleno de suelo granular se coloca sobre un estrato de arcilla blanda, inducirá el proceso de consolidación en el estrato de arcilla y ejercerá una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote.

- Si existe un relleno de suelo orgánico por encima del estrato donde está hincado el pilote, el suelo orgánico se consolidará gradualmente, debido a la alta compresibilidad propia de este material, ejerciendo una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote.

- El descenso del nivel freático incrementará el esfuerzo vertical efectivo sobre el suelo a cualquier profundidad, lo que inducirá asentamientos por consolidación en la arcilla. Si un pilote se localiza en el estrato de arcilla, quedará sometido a una fuerza de arrastre hacia abajo.

Este efecto incrementa la carga que actúa en el pilote y es generado por el desplazamiento relativo hacia abajo del suelo con respecto al pilote; deberá tomarse en cuenta cuando se efectúa pilotaje en suelos compresibles.

**d) Análisis del efecto de la fricción negativa**

Para analizar el efecto de la fricción superficial negativa se utilizarán los métodos estáticos, considerando únicamente en ellos la fricción lateral suelo - pilote, actuando hacia abajo.

La fricción negativa debe considerarse como una carga adicional a la que transmite la estructura.

**26.5. Asentamientos**

a) Se estimará primero el asentamiento tolerable por la estructura y luego se calculará el asentamiento del pilote aislado o grupo de pilotes para luego compararlos.

b) En el cálculo del asentamiento del pilote aislado se considerarán: el asentamiento debido a la deformación axial del pilote, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.

c) En el caso de pilotes en suelos granulares, el asentamiento del grupo está en función del asentamiento del pilote aislado.



d) En el caso de pilotes en suelo cohesivo, el principal componente del asentamiento del grupo proviene de la consolidación de la arcilla. Para estimar el asentamiento, en este caso, puede reemplazarse al grupo de pilotes por una zapata imaginaria ubicada a  $\frac{2}{3}$  de la profundidad del grupo de pilotes, de dimensiones iguales a la sección del grupo y que aplica la carga transmitida por la estructura.

#### 26.6. Consideraciones durante la ejecución de la obra

Durante la ejecución de la obra deberán efectuarse pruebas de carga y la capacidad de carga deberá ser verificada por una fórmula dinámica confiable según las condiciones de la hinca.

##### a) Pruebas de carga

- Se deberán efectuar pruebas de carga según lo indicado en la Norma ASTM D 1143.
- El número de pruebas de carga será de una por cada lote o grupos de pilotes, con un mínimo de una prueba por cada cincuenta pilotes.
- Las pruebas se efectuarán en zonas con perfil de suelo conocido como más desfavorables.

##### b) Ensayos diversos

Adicionalmente a la prueba de carga, se recomiendan los siguientes ensayos en pilotes ya instalados:

- Verificación del buen estado físico.
- Prueba de carga estática lateral, de acuerdo a las solicitaciones.
- Verificación de la inclinación.

#### Artículo 27.- CIMENTACIÓN POR PILARES

Los pilares son elementos estructurales de concreto vaciados «in situ» con diámetro mayor a 1,00 m, con o sin refuerzo de acero y con o sin fondo ampliado.

##### 27.1. Capacidad de carga

La capacidad de carga de un pilar deberá ser evaluada de acuerdo a los mismos métodos estáticos utilizados en el cálculo de pilotes. Se tomará en cuenta los efectos por punta y fricción.

##### 27.2. Factor de seguridad

La capacidad admisible se obtendrá dividiendo la capacidad última por el factor de seguridad. Se utilizarán los factores estipulados en el Artículo 16.

##### 27.3. Acampanamiento en la base del pilar

Se podrá acampanar el pilar en el ensanchamiento de la base a fin de incrementar la capacidad de carga del pilar, siempre y cuando no exista peligro de derrumbes.

##### 27.4. Aflojamiento del suelo circundante

El aflojamiento del suelo circundante deberá controlarse mediante:

- Una rápida excavación del fuste y vaciado del concreto.
- El uso de un forro en la excavación del fuste.
- La aplicación del Método del Lodo Bentonítico.

##### 27.5. Asentamientos

- Una vez comprobada la capacidad de carga del suelo, deberá estimarse el grado de deformación que se producirá al aplicar las cargas. El asentamiento podrá ser un factor de limitación en el proyecto estructural del pilar.
- Se calculará el asentamiento debido a la deformación axial del pilar, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.

#### Artículo 28.- CAJONES DE CIMENTACIÓN

Los cajones de cimentación son elementos estructurales de concreto armado que se construyen sobre el terreno y se introducen en el terreno por su propio peso al ser excavado el suelo ubicado en su interior. El PR deberá indicar el valor la fricción lateral del suelo para determinar el peso requerido por el cajón para su instalación.

#### 28.1. Capacidad de carga

La capacidad de carga de un cajón de cimentación deberá ser evaluada de acuerdo a los mismos métodos estáticos utilizados en el cálculo de zapatas o pilares y dependerá de la relación profundidad / ancho (D/B) si es menor o igual a cinco (5) se diseñará como cimentación superficial, si es mayor a cinco (5) se diseñará como un pilar.

#### 28.2. Factor de seguridad

La capacidad admisible se obtendrá dividiendo la capacidad última por el factor de seguridad. Se utilizarán los factores estipulados en el Artículo 16.

#### 28.3. Asentamientos

- Una vez comprobada la capacidad de carga del suelo, se deberá calcular el asentamiento que se producirá al aplicar las cargas.
- Se calculará el asentamiento debido a la deformación axial del cajón, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.

### CAPÍTULO 6 PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN

#### Artículo 29.- SUELOS COLAPSABLES

Son suelos que cambian violentamente de volumen por la acción combinada o individual de las siguientes acciones:

- al ser sometidos a un incremento de carga o
- al humedecerse o saturarse

##### 29.1. Obligatoriedad de los Estudios

En los lugares donde se conozca o sea evidente la ocurrencia de hundimientos debido a la existencia de suelos colapsables, el PR deberá incluir en su EMS un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo NTP 339.129 (ASTM D4318), del ensayo para determinar el peso volumétrico NTP 339.139 (BS 1377), y del ensayo de humedad NTP 339.127 (ASTM D2216), con la finalidad de evaluar el potencial de colapso del suelo en función del Límite Líquido (LL) y del peso volumétrico seco ( $\rho_s$ ). La relación entre los colapsables y no colapsables y los parámetros antes indicados se muestra en la gráfica siguiente:

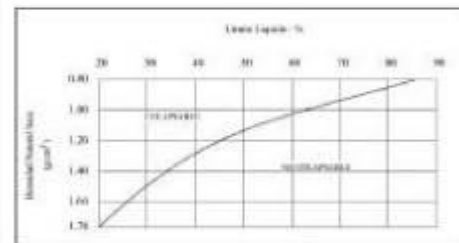


FIGURA 7  
CATEGORÍA DEL POTENCIAL DE COLAPSO

##### 29.2. Evaluación del Potencial de Colapso

Cuando el PR encuentre evidencias de la existencia de suelos colapsables deberá sustentar su evaluación mediante los resultados del ensayo de ensayo de Colapsabilidad Potencial según NTP 339.163 (ASTM D 5333). Las muestras utilizadas para la evaluación de colapsabilidad deberán ser obtenidas de pozos a cielo abierto, en condición inalterada, preferentemente del tipo *Mib*. El potencial de colapso (CP) se define mediante la siguiente expresión:

$$CP(\%) = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \times 100 \quad \text{o} \quad CP(\%) = \frac{\Delta H_c}{H_0}$$

$\Delta e$  = Cambio en la relación de vacíos debido al colapso bajo humedecimiento.

$e_0$  = Relación de vacíos inicial.

$\Delta H_c$  = Cambio de altura de la muestra.

$H_0$  = Altura inicial de la muestra.





El **PR** establecerá la severidad del problema de colapsabilidad mediante los siguientes criterios:

CP (%)	Severidad del problema
0 a 1	No colapsa
1 a 5	Colapso moderado
5 a 10	Colapso
10 a 20	Colapso severo
>20	Colapso muy severo

De manera complementaria, pueden utilizarse pruebas de carga en estado seco y humedecido ASTM1194. El objetivo de las mismas será realizar un análisis comparativo del comportamiento del suelo en su condición natural, con relación a su comportamiento en condición húmeda.

En caso se verifique la colapsabilidad del suelo, el **PR** deberá formular las recomendaciones correspondientes a fin de prevenir su ocurrencia.

### 29.3. Cimentaciones en áreas de suelos colapsables.

Las cimentaciones construidas sobre suelos que colapsan (**CP>5**) están sometidas a grandes fuerzas causadas por el hundimiento violento del suelo, el cual provoca asentamiento, agrietamiento y ruptura, de la cimentación y de la estructura. Por lo tanto no está permitido cimentar directamente sobre suelos colapsables. La cimentación y los pisos deberán apoyarse sobre suelos no colapsables. Los pisos no deberán apoyarse directamente sobre suelos colapsables.

### 29.4. Reemplazo de un suelo colapsable

Cuando se encuentren suelos que presentan colapso moderado y a juicio del **PR**, poco profundos, éstos serán retirados en su totalidad antes de iniciar las obras de construcción y serán reemplazados por Rellenos Controlados compactados adecuadamente de acuerdo al Artículo 21 (21.1). Rellenos controlados o de ingeniería de la presente Norma.

## Artículo 30.- ATAQUE QUIMICO POR SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS

### 30.1. Generalidades

Las aguas subterráneas son más agresivas que los suelos al estado seco; sin embargo el humedecimiento de un suelo seco por riego, filtraciones de agua de lluvia, fugas de conductos de agua o cualquier otra causa, puede activar a las sales solubles.

Esta Norma solo considera el ataque externo por suelos y aguas subterráneas y no toma en cuenta ningún otro tipo de agresión.

### 30.2. Obligatoriedad de los Estudios

En los lugares con Napa Freática en la zona activa de la cimentación o donde se conozca o sea evidente la ocurrencia de ataque químico al concreto de cimentaciones y superestructuras, el **PR** deberá incluir en su **EMS** un análisis basado en ensayos químicos del agua o del suelo en contacto con ellas, para descartar o contrarrestar tal evento.

### 30.3. Ataque Químico por Suelos y Aguas Subterráneas

#### a) Ataque Ácido

En caso del Ph sea menor a 4,0 el **PR**, deberá proponer medidas de protección adecuado, para proteger el concreto del ataque ácido.

#### b) Ataque por Sulfatos

La mayor parte de los procesos de destrucción causados por la formación de sales son debidos a la acción agresiva de los sulfatos. La corrosión de los sulfatos se diferencia de la causada por las aguas blandas, en que no tiene lugar una lixiviación, sino que la pasta endurecida de cemento, a consecuencia de un aumento de volumen, se desmorona y expansión, formándose grietas y el ablandamiento del concreto.

En la Tabla 4.4.3 de la NTE E.060 Concreto Armado se indican los grados de ataque químico por sulfatos en aguas y suelos subterráneos y la medida correctiva a usar en cada caso.

En el caso que se desea usar un material sintético para proteger la cimentación, esta deberá ser geomembrana o geotextil cuyas características deberán ser definidas por **PR**. Las propiedades de estos materiales estarán de acuerdo a las NTP.

La determinación cuantitativa de sulfatos en aguas y suelos se hará mediante las Normas Técnicas ASTM D 516, NTP 400.014, respectivamente.

#### c) Ataque por Cloruros

Los fenómenos corrosivos del ión cloruro a las cimentaciones se restringe al ataque químico al acero de refuerzo del concreto armado.

Cuando el contenido de ión cloro sea determinado mediante la NTP 400.014, sea mayor 0,2 %, o cuando el contenido de ión cloro en contacto cimentación en el agua se ha determinado por NTP 339.076 (sea mayor de 1000 ppm) el **PR** debe recomendar las medidas de protección necesaria.

La determinación cuantitativa de cloruros en aguas y suelos se hará mediante las NTP 339.076 y 400.014, respectivamente.

## Artículo 31.- SUELOS EXPANSIVOS

Son suelos cohesivos con bajo grado de saturación que aumentan de volumen al humedecerse o saturarse.

### 31.1. Obligatoriedad de los Estudios

En las zonas en las que se encuentren suelos cohesivos con bajo grado de saturación y plasticidad alta ( $LL \geq 50$ ), el **PR** deberá incluir en su **EMS** un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo NTP 339.129 (ASTM D4318) y ensayos de granulometría por sedimentación NTP 339.128 (ASTM D 422) con la finalidad de evaluar el potencial de expansión del suelo cohesivo en función del porcentaje de partículas menores a 2m m, del índice de plasticidad (IP) y de la actividad (A) de la arcilla. La relación entre la Expansión Potencial (Ep) y los parámetros antes indicados se muestra en la gráfica siguiente:

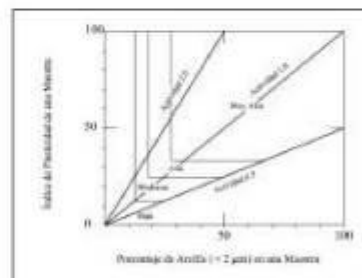


GRAFICO 6.1  
CLASIFICACIÓN DE CAMBIO DE POTENCIAL DE VOLUMEN  
PARA SUELOS ARCILLOSOS

### GRAFICO 6

$$\text{Actividad } A = \frac{IP}{\% 2 m}$$

### 31.2. Evaluación del Potencial de Expansión

Cuando el **PR** encuentre evidencias de la existencia de suelos expansivos deberá sustentar su evaluación mediante los resultados del ensayo para la Determinación del Hinchamiento Unidimensional de suelos cohesivos según NTP 339.170 (ASTM D 4648). Las muestras utilizadas para la evaluación del hinchamiento deberán ser obtenidas de pozos a cielo abierto, en condición inalterada, preferentemente del tipo **Mib**.



**Tabla 10**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS**

Potencial de expansión	Expansión en consolidómetro bajo presión vertical de 7 kPa (0,07 kgf/cm <sup>2</sup> )	Índice de plasticidad	Porcentaje de partículas menores que dos micras
%	%	%	%
Muy alto	> 30	> 32	> 37
Alto	20 - 30	23 - 45	18 - 37
Medio	10 - 20	12 - 34	12 - 27
Bajo	< 10	< 20	< 17

**31.3. Cimentaciones en áreas de suelos expansivos**

Las cimentaciones construidas sobre arcillas expansivas están sometidas a grandes fuerzas causadas por la expansión, las cuales provocan levantamiento, agrietamiento y ruptura de la cimentación y de la estructura. Por lo tanto no está permitido cimentar directamente sobre suelos expansivos. La cimentación deberá apoyarse sobre suelos no expansivos o con potencial de expansión bajo. Los pisos no deberán apoyarse directamente sobre suelos expansivos y deberá dejarse un espacio libre suficientemente holgado para permitir que el suelo bajo el piso se expanda y no lo afecte.

**31.4. Reemplazo de un suelo expansivo**

Cuando se encuentran suelos medianamente expansivos y a juicio de **PR**, poco profundos, éstos serán retirados en su totalidad antes de iniciar las obras de construcción y serán reemplazados por Rellenos Controlados compactados adecuadamente de acuerdo al Artículo 21 (21.1). Rellenos controlados o de ingeniería de la presente Norma.

**Artículo 32.- LICUACIÓN DE SUELOS**

**32.1. Generalidades**

En suelos granulares finos ubicados bajo la Napa Freática y algunos suelos cohesivos, las solicitaciones sísmicas pueden originar el fenómeno denominado licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos originada por la vibración que produce el sismo. Esta pérdida de resistencia al corte genera la ocurrencia de grandes asentamientos en las obras sobreyacentes.

Para que un suelo granular sea susceptible de licuar durante un sismo, debe presentar simultáneamente las características siguientes:

- Debe estar constituido por arena fina, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores.
- Debe encontrarse sumergido.

En estos casos deben justificarse mediante el Análisis del Potencial de Licuación, (Ver Artículo 32 (32.3)) la ocurrencia o no del fenómeno de licuación.

**32.2. Investigación de campo**

Cuando las investigaciones preliminares o la historia sísmica del lugar hagan sospechar la posibilidad de ocurrencia de licuación, el **PR** debe efectuar un trabajo de campo que abarque toda el área comprometida por la estructura de acuerdo a lo indicado en la Tabla 6.

Los sondeos deberán ser perforaciones por la técnica de lavado o rotativas y deben llevarse a cabo Ensayos Estándar de Penetración SPT NTP 339.133 (ASTM D 1586) espaciados cada 1 m. Las muestras que se obtengan el penetrometro utilizado para el ensayo SPT deberán recuperarse para poder efectuar con ellas ensayos de clasificación en el laboratorio.

Si dentro de la profundidad activa se encuentran los suelos indicados en el Artículo 32 (32.1), deberá profundizarse la investigación de campo hasta encontrar un estrato no licuable de espesor adecuado en el que se pueda apoyar la cimentación.

El Ensayo de DPSH puede ser usado para investigaciones preliminares, o como auscultaciones complementarias de los ensayos SPT, previa calibración

La misma exigencia procede para el Ensayo de Penetración Dinámica Liger (DPL), pero hasta una profundidad máxima de 8 m.

**32.3. Análisis del Potencial de Licuación**

En el caso de suelos arenosos que presentan las tres características indicadas en el Artículo 32 (32.1), se deberá realizar el análisis del potencial de licuación utilizando el método propuesto por Seed e Idriss. Este método fue desarrollado en base a observaciones in situ del comportamiento de depósitos de arenas durante sismos pasados. El procedimiento involucra el uso de la resistencia a la penetración estándar **N** (Número de golpes del ensayo **SPT**). El valor de **N** obtenido en el campo deberá corregirse por: energía, diámetro de la perforación, longitud de las barras para calcular a partir de ese valor el potencial de licuación de las arenas.

La aceleración máxima requerida para el análisis del potencial de licuación será estimada por el **PR**, la cual será congruente con los valores empleados en el diseño estructural correspondiente, para lo cual el **PR** efectuará las coordinaciones pertinentes con los responsables del diseño sismo resistente de la obra.

Este método permite calcular, el esfuerzo cortante inducido por el sismo en el lugar y a partir de la resistencia a la penetración estándar normalizada (**N<sub>es</sub>**), el esfuerzo cortante límite para la ocurrencia del fenómeno de licuación. También es posible determinar el factor de seguridad frente a la ocurrencia de la licuación y la aceleración máxima de un sismo que la causaría.

**32.4. Licuación de suelos finos cohesivos**

Si se encuentran suelos finos cohesivos que cumplan simultáneamente con las siguientes condiciones:

- Porcentaje de partículas más finas que 0,005 m  $\leq$  15%.
- Límite líquido (LL)  $\leq$  35.
- Contenido de humedad (**w**)  $>$  0,9 LL.

Estos suelos pueden ser potencialmente licuables, sin embargo no licuan si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones:

- Si el contenido de arcilla (partículas más finas que 0,005 m) es mayor que 20%, considerar que el suelo no es licuable, a menos que sea extremadamente sensitiva.
- Si el contenido de humedad de cualquier suelo arcilloso (arcilla, arena arcillosa, limo arcilloso, arcilla arenosa, etc.) es menor que 0,9 **W<sub>L</sub>**, considerar que el suelo no es licuable.

**Artículo 33.- SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES**

**33.1.- Generalidades**

Las excavaciones verticales de más de 2,00 m de profundidad requeridas para alcanzar los niveles de los sótanos y sus cimentaciones, no deben permanecer sin sostenimiento, salvo que el estudio realizado por el **PR** determine que no es necesario efectuar obras de sostenimiento.

La necesidad de construir obras de sostenimiento, su diseño y construcción son responsabilidad del contratista de la obra.

**33.2. Estructura de Sostenimiento**

Dependiendo de las características de la obra se presentan las siguientes alternativas para el sostenimiento de las paredes de excavación:

- Proyectar obras y estructuras de sostenimiento temporal y luego, al finalizar los trabajos de corte, construir las estructuras de sostenimiento definitivas.
- Proyectar estructuras de sostenimiento definitivas que se vayan construyendo o a medida se avance con los trabajos de corte.

Existen diversos tipos de obras para el sostenimiento temporal y definitivo de los taludes de corte, entre los cuales podemos mencionar las pantallas ancladas, tablas, pilotes continuos, muros diafragma, calzaduras, nailings, entre otros.

Las calzaduras son estructuras provisionales que se diseñan y construyen para sostener las cimentaciones vecinas y el suelo de la pared expuesta, producto de las





excavaciones efectuadas. Tienen por función prevenir las fallas por inestabilidad o asentamiento excesivo y mantener la integridad del terreno colindante y de las obras existentes en él, hasta entre en funcionamiento las obras de sostenimiento definitivas. Las calzaduras están constituidas por paños de concreto que se construyen alternada y progresivamente. El ancho de las calzaduras debe ser inicialmente igual al ancho del cimiento por calzar y deberá irse incrementando con la profundidad. Las calzaduras deben ser diseñadas para las cargas verticales de la estructura que soportan y para poder tomar las cargas horizontales que le induce el suelo y eventualmente los sismos.

### 33.3. Parámetros a ser proporcionados en el EMS

El informe del EMS deberá incluir los parámetros de suelos requeridos para el diseño de las obras de sostenimiento de las edificaciones, muros perimetrales, pistas y terrenos vecinos, considerando que estos puedan ser desestabilizados como consecuencia directa de las excavaciones que se ejecuten para la construcción de los sótanos directa de las excavaciones que se ejecuten para la construcción de los sótanos.

Para cumplir lo anterior el PR, deberá proveer toda la información referente al perfil de suelos en toda la profundidad de excavación, el nivel freático, las características físicas de los suelos, el peso unitario, el valor de la cohesión y el ángulo de la fricción interna de los diferentes estratos, según se aplique. Estos mismos parámetros deben ser proporcionados por el PR del EMS para el caso de una eventual saturación del suelo.

En caso de ser requerido el bombeo o abatimiento de la Napa Freática durante la excavación y la construcción de las obras de sostenimiento y/o calzaduras, el PR deberá proponer los coeficientes de permeabilidad horizontal y vertical del terreno, aplicables al cálculo del caudal de agua a extraer y deberá prevenir cualquier consecuencia negativa que pueda coaccionar a la obra o a las edificaciones existente, el acto de bombear o abatir la Napa Freática.

### 33.4. Consideraciones para el Diseño y Construcción de Obras de Sostenimiento

En el proyecto de las estructuras de sostenimiento el Contratista de la Obras deberá considerar los siguientes aspectos como mínimo:

- Los empujes del suelo.
- Las cargas de las edificaciones vecinas.
- Las variaciones en la carga hidrostática (saturación, humedecimiento y secado).
- Las sobrecargas dinámicas (sismos y vibraciones causadas artificialmente).
- La ejecución de accesos para la construcción.
- La posibilidad de realizar anclajes en los terrenos adyacentes (de ser aplicable).
- La excavación, socavación o erosión delante de las estructuras de sostenimiento.
- La perturbación del terreno debido a las operaciones de hinca o de sondeos.
- La disposición de los apoyos o puntales temporales (de ser requeridos).
- La posibilidad de excavación entre puntales.
- La capacidad del muro para soportar carga vertical.
- El acceso para el mantenimiento del propio muro y cualquier medida de drenaje.

En el caso de las calzaduras el Contratista de la Obra no deberá permitir que éstas permanezcan sin soporte horizontal, por un tiempo tal que permita la aparición de grietas de tensión y fuerzas no previstas en el cálculo de las calzaduras (permanentes o eventuales) y que puedan producir el colapso de las calzaduras (permanentes o eventuales) y que pueda producir el colapso de las mismas.

### 33.5. Efectos de de Sismo

De producirse un sismo con una magnitud mayor o igual a 3,5 grados de la Escala Richter, el Contratista a cargo de las excavaciones, deberá proceder de inmediato, bajo su responsabilidad y tomando las precauciones del caso, a sostener cualquier corte de más de 2,00 m de profundidad, salvo que un estudio realizado por un especialista determine que no es necesario.

### 33.6. Excavaciones sin Soporte

No se permitirán excavaciones sin soporte, si las mismas reducen la capacidad de carga o producen inestabilidad en las cimentaciones vecinas.

El PR deberá determinar, si procede, la profundidad máxima o altura crítica ( $H_c$ ) a la cual puede llegar la excavación sin requerir soporte.

## ANEXO I GLOSARIO

**ASENTAMIENTO DIFERENCIAL.-** Máxima diferencia de nivel entre dos cimentaciones adyacentes de una misma estructura.

**ASENTAMIENTO DIFERENCIAL TOLERABLE.-** Máximo asentamiento diferencial entre dos elementos adyacentes a una estructura, que al ocurrir no produce daños visibles ni causa problemas.

**CAJÓN (CAISSON).-** Elemento prefabricado de cimentación, que teniendo dimensiones exteriores de un elemento macizo, se construye inicialmente hueco (como una caja), para ser rellenado después de colocado en su posición final.

**CAPACIDAD DE CARGA.-** Presión requerida para producir la falla de la cimentación por corte (sin factor de seguridad).

**CARGA ADMISIBLE.-** Sinónimo de presión admisible.

**CARGA DE SERVICIO.-** Carga viva más carga muerta, sin factores de ampliación.

**CARGA DE TRABAJO.-** Sinónimo de presión admisible.

**CARGA MUERTA.-** Ver NTE E.020 Cargas.

**CARGA VIVA.-** Ver NTE E.020 Cargas

**CIMENTACIÓN.-** Parte de la edificación que transmite al subsuelo las cargas de la estructura.

**CIMENTACIÓN CONTINUA.-** Cimentación superficial en la que el largo ( $L$ ) es igual o mayor que diez veces el ancho ( $B$ ).

**CIMENTACIÓN POR PILARES.-** Cimentación profunda, en la cual la relación Profundidad / Ancho ( $D_p / B$ ) es mayor o igual que 5, siendo  $D_p$  la profundidad enterrada y  $B$  el ancho enterrada del pilar. El pilar es excavado y vaciado en el sitio.

**CIMENTACIÓN POR PILOTES.-** Cimentación profunda en la cual la relación Profundidad / Ancho ( $d / b$ ) es mayor o igual a 10, siendo  $d$  la profundidad enterrada del pilote y  $b$  el ancho o diámetro del pilote.

**CIMENTACIÓN POR PLATEA DE CIMENTACIÓN.-** Cimentación constituida por una losa sobre la cual se apoyan varias columnas y cuya área se aproxima sensiblemente al área total de la estructura soportada.

**CIMENTACIÓN PROFUNDA.-** Aquella que transmite cargas a capas del suelo mediante pilotes o pilares.

**CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.-** Aquella en la cual la relación Profundidad/Ancho ( $D_p / B$ ) es menor o igual a 5, siendo  $D_p$  la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma.

**ESTRATO TÍPICO.-** Estrato de suelo con características tales que puede ser representativo de otros iguales o similares en un terreno dado.

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS).-** Conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación.

**GEODINÁMICA EXTERNA.-** Conjunto de fenómenos geológicos de carácter dinámico, que pueden actuar sobre el terreno materia del Estudio de Mecánica de Suelos, tales como: erupciones volcánicas, inundaciones, huaycos, avalanchas, tsunamis, activación de fallas geológicas.

**LICUEFACCIÓN Ó LICUACIÓN.-** Fenómeno causado por la vibración de los sismos en los suelos granulares saturados y que produce el incremento de la presión del agua dentro del suelo con la consecuente reducción de la tensión efectiva. La licuación reduce la capacidad de carga y la rigidez del suelo. Dependiendo del estado del suelo granular saturado al ocurrir la licuación se produce el hundimiento y colapso de las estructuras cimentadas sobre dicho suelo.

**NIVEL FREÁTICO.-** Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.



**PILOTE.-** Elemento de cimentación profunda en el cual la relación Profundidad/Ancho ( $D_p / B$ ) es mayor o igual a 10.

**PILOTES DE CARGA MIXTA.-** Aquellos que transmiten la carga, parte por punta y parte por fricción.

**PILOTES DE CARGA POR FRICCIÓN.-** Aquellos que transmiten la carga a lo largo de su cuerpo por fricción con el suelo que los circunda.

**PILOTES DE CARGA POR PUNTA.-** Aquellos que transmiten la carga a un estrato resistente ubicado bajo la punta.

**PILOTES DE DENSIFICACIÓN.-** Aquellos que se instalan para densificar el suelo y mejorar las condiciones de cimentación.

**PRESIÓN ADMISIBLE.-** Máxima presión que la cimentación puede transmitir al terreno sin que ocurran asentamientos excesivos (mayores que el admisible) ni el factor de seguridad frente a una falla por corte sea menor que el valor indicado en el Artículo 17.

**PRESIÓN ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO.-** Presión que al ser aplicada por la cimentación adyacente a una estructura, ocasiona un asentamiento diferencial igual al asentamiento admisible. En este caso no es aplicable el concepto de factor de seguridad, ya que se trata de asentamientos.

**PRESIÓN DE CONTACTO.-** Carga transmitida por las estructuras al terreno en el nivel de cimentación incluyendo el peso propio del cimient.

**PRESIÓN DE TRABAJO.-** Sinónimo de presión admisible.

**PROFESIONAL RESPONSABLE.-** Ingeniero Civil, registrado en el Colegio de Ingenieros del Perú.

**PROFUNDIDAD ACTIVA.-** Zona del suelo ubicada entre el nivel de cimentación y la isobara (línea de igual presión) correspondiente al 10% de la presión aplicada a la cimentación

TIPO DE SECCIÓN	CRITERIO
CUADRADA	$2B$
CONTINUA	$6.4B$

**PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.-** Profundidad a la que se encuentra el plano o desplante de la cimentación de una estructura. Plano a través del cual se aplica la carga, referido al nivel del terreno de la obra terminada.

**PROPIETARIO.-** Persona natural o jurídica que ejerce o ejercerá derecho de propiedad sobre la edificación material del Estudio de Mecánica de Suelos.

**RELLENO.-** Depósitos artificiales descritos en el Artículo 21.

**ROCA.-** Material que a diferencia del suelo, no puede ser disgregado o excavado con herramientas manuales.

**SOLICITANTE.-** Persona natural o jurídica con quien el PR contrata el EMS.

**SUELO COLAPSABLE.-** Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

**SUELO EXPANSIVO.-** Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

**SUELO ORGANICO.-** Suelo de color oscuro que presenta una variación mayor al 25% entre los límites líquidos de la muestra secada al aire y la muestra secada al horno a una temperatura de  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 24 horas.

**TIERRA DE CULTIVO.-** Suelo sometido a labores de labranza para propósitos agrícolas.

**ANEXO II  
NORMA ESPAÑOLA – UNE 103-801-94**

**GEOTÉCNIA  
PRUEBA DE PENETRACION DINÁMICA SUPERPESADA**

**1. OBJETIVO**

Esta norma tiene por objeto describir el procedimiento para la realización de la denominada prueba de penetración dinámica superpesada. Con esta prueba se determina la resistencia del terreno a la penetración de un cono cuando es golpeado según el procedimiento establecido.

**2. CAMPO DE APLICACIÓN**

La prueba de penetración dinámica está especialmente indicada para suelos granulares<sup>(1)</sup>. Su utilización permite:

- Determinar la resistencia a la penetración dinámica de un terreno.
- Evaluar la compacidad de un suelo granular. Cuando el suelo contenga partículas de tamaños tales<sup>(2)</sup> que obstaculicen la penetración del cono en el terreno el resultado de la prueba puede no ser representativo.
- Investigar la homogeneidad o anomalías de una capa de suelo.
- Comprobar la situación en profundidad de una capa cuya existencia se conoce.

**3. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS**

D.P.S.H. Abreviatura de la prueba de penetración dinámica en su procedimiento superpesado, que proviene de su denominación de inglés (DPSH).

$N_p$  = Número de golpes necesarios para una penetración del cono en el terreno de 20 cm de profundidad.

R = Anotación a incluir cuando el número de golpes requerido para una penetración de 20 cm es superior a 100 golpes.

**4. APARATOS Y MATERIAL NECESARIO**

**4.1. Cono:** Es una pieza de acero cilíndrica que termina en forma cónica con un ángulo de  $90^\circ$ . El cono podrá ser perdido o recuperable con las configuraciones respectivas que se reflejan en la figura 9.

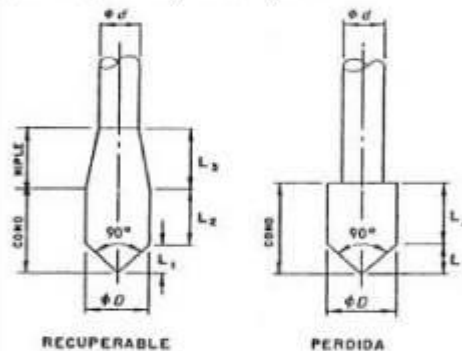


FIG. 9 - Alternativas de cono

**4.2. Varillaje:** Conjunto de varillas de acero macizas que se utilizan para transmitir la energía de golpeo desde la cabeza del varillaje hasta el cono.

**4.3. Maza:** Cuerpo de acero de  $63,5 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$  de masa.

**4.4. Cabeza de impacto:** Cuerpo de acero que recibe el impacto de la maza y que queda unido solidariamente a la parte superior de varillaje, sin que durante el golpeo pueda existir desplazamiento relativo entre ambos.

**4.5. Guidera:** Elemento de acero que guía suavemente la maza durante su caída.

**4.6. Sistema de elevación y escape:** Mecanismo mediante el cual se eleva la maza a una altura de  $760 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ , se libera y se permite su caída libre por la guidera hasta la cabeza de impacto. La velocidad de la maza cuando se libere será nula.

<sup>(1)</sup> La ejecución de pruebas de penetración dinámica debe ser precedida por un reconocimiento mediante sondeos que permita identificar las capas de suelos en el área investigada.

<sup>(2)</sup> La existencia de partículas con tamaño superior a 6 mm puede obstaculizar el avance del cono sin que ello suponga un incremento de compacidad.



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896



**4.7. Dispositivos de golpeo:** Conjunto de elementos que comprende la maza, la cabeza de impacto, la guidera y el sistema de elevación y escape.

**4.8. Martillo de seguridad:** Dispositivo de golpeo automático en el que la maza, la cabeza de impacto, la guidera, y el sistema de elevación y escape están integrados en un mismo elemento. Permite izar la maza y liberarla siempre a la misma altura sin producir movimientos sobre el varillaje de forma que la caída por la guidera sea totalmente libre y la energía transferida a la cabeza de impacto sea la misma en todos los golpes. El martillo de seguridad permite igualmente establecer una frecuencia de golpeo uniforme <sup>(3)</sup>.

**4.9. Guía soporte:** Pieza que asegura la verticalidad y el soporte lateral en el tramo del varillaje que sobresale del suelo.

#### 5. DIMENSIONES Y MASAS

En el procedimiento descrito en la Norma los aparatos definidos en el capítulo 4 tendrán las siguientes dimensiones y masas.

##### Cono

- A = Área nominal de la sección 20 cm<sup>2</sup>
- D = Diámetro 50.5 mm ± 0.5 mm.
- L<sub>1</sub> = Longitud parte cónica 25 mm ± 0.2 mm.
- L<sub>2</sub> = Longitud parte cilíndrica 50 mm ± 0.5 mm.
- L<sub>3</sub> = Longitud parte troncocónica < 50 mm.

##### Varillaje

- d = Diámetro - 33 mm ± 2 mm.
- Masa (máx.) - 8kg/m.
- Deflexión (máx.) - 0,2 % <sup>(4)</sup>
- Excentricidad en las conexiones (máx.) - 0,2 mm.

##### Dispositivo de golpeo

Maza: Masa - 63,5 kg ± 0,5 kg.

Relación altura L<sub>1</sub> al diámetro D<sub>m</sub> - 1 ≤ L<sub>1</sub>/D<sub>m</sub> ≤ 2

Altura de caída: 760 mm ± 10 mm.  
Cabeza de impacto:  
Diámetro d<sub>c</sub> - 100 mm < d<sub>c</sub> < 0,5 D<sub>m</sub>

Masa total dispositivos de golpeo ≤ 115 kg.

#### 6. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

**6.1. Contador de golpes:** El dispositivo de golpeo utilizado, deberá disponer de un contador automático de golpes.

**6.2. Referencia de profundidad:** el equipo de penetración deberá incluir una escala de profundidad de avance marcada de forma indeleble y visible.

**6.3. Medidor de par:** Permitirá la media en N-m del par necesario para girar el varillaje. La capacidad de medida no será inferior a 200 N-m con una graduación de 10 N-m. Su exactitud será comprobada periódicamente.

**6.4. Referencia de Verticalidad:** Inclinómetro que permitirá observar en grados o en tanto por ciento la desviación de verticalidad del varillaje durante la ejecución de la prueba.

#### 7. PROCEDIMIENTO OPERATIVO

**7.1. Selección del punto de ensayo:** Con el fin de que no haya habido perturbaciones en el punto de ensayo este debe distanciarse por lo menos metro y medio de cualquier otro punto ya ensayado y en el caso de existir sondeos previos, la separación deberá ser como mínimo de veinticinco diámetros.

**7.2. Emplazamiento y conexiones:** En el punto seleccionado se emplazará el dispositivo de golpeo de tal forma que el soporte guía y el eje de la guidera queden perfectamente verticales y centrados sobre el punto <sup>(5)</sup>.

El cono ya acoplado (perdido) o enroscado (recuperable) a un extremo del primer tramo de varillaje, se situará sobre el punto elegido a través del soporte guía, conectando posteriormente el otro extremo de varillaje al dispositivo de golpeo. Una vez efectuada esta conexión se comprobará que:

- El varillaje y la guidera quedan coaxiales.
- Las desviaciones de la verticalidad del primer tramo de varillaje no supera el 2%.
- La longitud libre de varillaje entre el soporte guía y la conexión al dispositivo de golpeo no supera 1,2 m.

**7.3. Golpeo y penetración:** El golpeo se efectuará con una frecuencia comprendida entre 15 golpes y 30 golpes por minuto registrando el número de golpes necesario para introducir en el terreno el cono cada intervalo de 20 cm. Este número de golpes se anota como N<sub>20</sub>.

Cuando sea necesario añadir una varilla debe asegurarse que a retirar el dispositivo de golpeo no se introducen movimientos de ascenso o rotación en el varillaje. Se comprobará cuando se añade la varilla que esta queda enroscada a tope y la desviación de su inclinación frente a la vertical no excede de 5%. El tramo que sobresalga a partir del soporte guía no será superior 1,2 m.

Deberán anotarse todas las introducciones mayores de 15 minutos durante todo el proceso de penetración.

**7.4. Rotación:** Cada metro de penetración debe medirse y anotarse el par necesario para girar el tren de varillaje una vuelta y media <sup>(6)</sup>. Se considerará que el rozamiento no es significativo por debajo del valor de 10 N.m.

**7.5. Finalización de la prueba:** La prueba se dará por finalizada cuando se satisfagan algunas de las siguientes condiciones:

- Se alcance la profundidad que previamente se haya establecido.
- Se supere los 100 golpes para una penetración de 20 cm. Es decir N<sub>20</sub> > 100.
- Cuando tres valores consecutivos de N<sub>20</sub> sean iguales o superiores a 75 golpes.
- El valor del par de rozamiento supere los 200 N.m.

#### 8. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

De cada prueba realizada con arreglo a esta norma se presentará un gráfico como el de la figura 2 en el que se incluyan los siguientes puntos:

##### Comprobaciones antes de la prueba

- Tipo de cono utilizado. Dimensiones y masa
- Longitud de cada varilla. Masa por metro de varillaje, incluidos nicks de unión.
- Masa de dispositivos de golpeo.
- Fecha y hora de la prueba. Tiempo de duración.

##### Comprobaciones después de la prueba

- Diámetros del cono.
- Excentricidad y deflexiones del varillaje.

##### Observaciones

- Interrupciones superiores a 5 min. Pérdidas de verticalidad superiores al 5%. Penetraciones sin golpeo. Observaciones temporales, etc.

#### 9. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

Para la redacción de esta norma se han consultado los documentos y normas que a continuación se relacionan:

- Report of the ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing of Soils 16 with Reference Test Procedures for Dynamic probing super heavy DPSH. Swedish Geotechnical, Linköping, June 1989.
- NFP 94 - 115. (December 1990). Sondage an penetrometre dynamique type B.
- BS 1377: Part 9 (1990) : Dynamic probing super heavy (DPSH).

(3) Utilización de otros dispositivos de golpeo que no cumplan las especificaciones descritas en esta norma implica que pueda obtenerse un número de golpes diferente de N<sub>20</sub>

(4) Deflexión medida entre extremos de una misma varilla y entre los puntos medios de dos adyacentes.

(5) Debe comprobarse que durante el proceso de golpeo el dispositivo no se desplaza de su posicionamiento inicial. Si es necesario se dispondrán anclajes o soportes.

(6) El par de rozamiento medido debe ser originado exclusivamente por el cono y tren de varillas introducidos en el terreno.



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896

CONTINUARA...J

**PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPMH  
EFECTUADA SEGUN LA NORMA UNE 101-801-93**

LUGAR: \_\_\_\_\_ PUNTO: \_\_\_\_\_

TIPO DE CONO: RECUPERABLE:  MASA  Kg  
PERIODO:  HORA: \_\_\_\_\_

VARIABLE: DIÁMETRO  TIEMPO: \_\_\_\_\_  
LONGITUD  MASA  Kg/m DURACIÓN: \_\_\_\_\_

DISPOSITIVO GOLPEO MASA  Kg COTA: \_\_\_\_\_

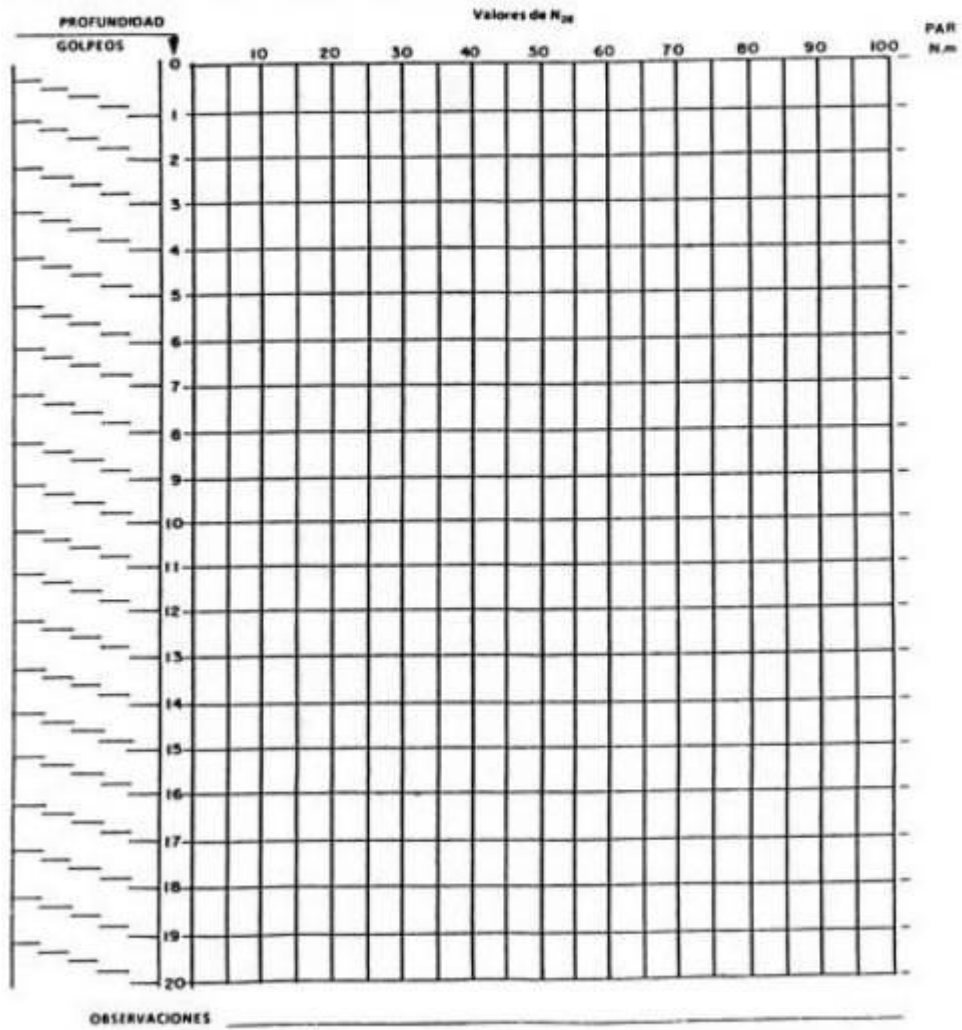


Fig. 10



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896



## **Anexo N° 02: Encuestas y Tabulaciones**

**ENCUESTA PARA EL REGISTRO DISTRITAL DE COBERTURA Y  
CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

**ENCUESTA SOBRE COMPORTAMIENTO FAMILIAR (PARA  
FAMILIAS)**

**Aspectos Generales**

Provincia:.....Distrito:.....

.....

Caserío:.....

..... Nombres y apellidos del

encuestado:.....

Número de integrantes de la familia:

**Abastecimiento y manejo del agua**

**1** ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia?

(marcar sólo una opción)

- |   |   |
|---|---|
| - De manantial o puquio... <input type="checkbox"/> | - Conexión o grifo domiciliario .. <input type="checkbox"/> |
| - De río..... <input type="checkbox"/>              | - Pileta Pública..... <input type="checkbox"/>              |
| - De pozo..... <input type="checkbox"/>             | - Otro ..... <input type="checkbox"/>                       |

**2** ¿Quién o quiénes traen el agua?

- |  |  |  |
|--|--|--|
| - La madre..... <input type="checkbox"/> | - Madre y padre..... <input type="checkbox"/>  | - Las niñas ..... <input type="checkbox"/> |
| - El padre..... <input type="checkbox"/> | - Madre e hijos ..... <input type="checkbox"/> | - Los niños ..... <input type="checkbox"/> |

**3** ¿Aproximadamente qué tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?

- |  |   |
|--|---|
| - Menor a 30 minutos ..... <input type="checkbox"/>  | - De 1 a 2 horas..... <input type="checkbox"/>  |
| - Entre 30 y 60 minutos ... <input type="checkbox"/> | - Mayor a 2 horas..... <input type="checkbox"/> |

**4** ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?

- |  |  |
|--|--|
| - Menor o igual a 20 lts..... <input type="checkbox"/> | - De 81 a 120 lts ..... <input type="checkbox"/> |
| - De 21 a 40 lts..... <input type="checkbox"/>         | - Mayor a 120 lts ..... <input type="checkbox"/> |
| - De 41 a 80 lts..... <input type="checkbox"/>         |  |

**5** ¿Almacena o guarda agua en la casa?      **SI**..... **NO** ....

**6** ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?

- |   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
| - Tinajas o vasijas de barro.... <input type="checkbox"/> | - Galoneras ..... <input type="checkbox"/> | - Pozo..... <input type="checkbox"/> |
|---|--|--------------------------------------|

- Baldes..... - Cilindro..... - Otro .....

7. ¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa? (observación)

SI .....  NO .....

8. ¿Cada qué tiempo lava los depósitos donde guarda el agua?

- Todos los días ..... - Una vez a la semana... - Al mes.....  
- Interdiario ..... - Cada quince días ..... - Otro .....

9. ¿Cómo consume el agua para tomar?

- Directo del depósito donde almacena.....  
- Hervida .....  
- Directo del grifo (agua sin clorar).....  
- La cura o desinfecta antes de tomar.....  
- Directo del grifo (agua clorada por la JASS)..  
- Otro .....

**Disposición de excretas, basuras y aguas grises**

10. ¿Dónde hacen normalmente sus necesidades?

- Campo abierto ..... - Acequia ..... - Baños con   
desagüe  
- Hueco (letrina de gato) .. - Letrina ..... -   
Otros.....

11. ¿Dónde eliminan la basura de la casa?

- Chacra ..... - La quema .....  
- Microrelleno sanitario .... - Alrededor de la casa.....  
- Acequia o río ..... - Otros .....

12. ¿Dónde eliminan el agua usada de la cocina, lavado de ropa, servicios, etc.?

- Chacra ..... - Pozo de drenaje .....  
- Alrededor de la casa ..... - Otro.....  
- Acequia o río .....

Fecha: ..... / ..... / .....

Nombre del encuestador: .....

**ENCUESTA PARA EL REGISTRO DISTRITAL DE COBERTURA Y CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

**FORMATO N° 06**

**ENCUESTA PARA CASERÍOS QUE NO CUENTAN CON SISTEMA DE AGUA POTABLE**

1. Comunidad / Caserío: .....

2. Código del lugar: CaseríoCaserío

3. Anexo/sector:.....

4. Distrito:.....

5. Provincia: .....

6. Departamento: .....

7. Altura (m.s.n.m.)

8. Cuántas familias tiene el caserío?:

.....

9. Promedio integrantes / familia (dato del INEI, no llenar):

10. ¿Explique cómo se llega al caserío desde la capital del distrito?

Desde	Hasta	Tipo de vía	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo (horas)

11. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío? Marque con una X

Establecimiento de Salud      SI       NO

Centro Educativo      SI       NO

    Inicial       Primaria       Secundaria

Energía Eléctrica                      SI       NO

12. ¿Cuenta con fuentes de agua identificadas el caserío?     SI      NO   

13. ¿Cuántas fuentes de agua tiene?   

14. Descripción de las fuentes de agua:

Fuentes	Nombre del dueño	Caudal (lt /seg.)	Nombre del manantia l	Voluntad para donar el manantial		
				S I	N O	Por conversar
Fuente 1						
Fuente 2						
Fuente 3						
Fuente 4						

15. ¿Tiene algún proyecto para agua potable?

- NO.....                      - SI en Gestión.....

- SI en formulación.....                      - SI en Ejecución                     

..... Nombre del encuestado:

.....

..... Fecha: ..... / ..... / .....      Nombre del

encuestador:.....

**FICHA TECNICA INFORMATIVA DEL DISEÑO DE LA CAMARA DE  
CAPTACION DEL PROYECTO**

**I. DATOS GENERALES :**

- 1.1. Nombre del Proyecto :
- 1.2. Departamento :
- 1.3. Provincia :
- 1.4. Distrito :
- 1.5. Población beneficiaria :
- 1.6. Nombre del Autor :
- 1.7. Nombre del Asesor :
- 1.8. Fecha :
- 1.9. Descripción del proyecto :

**II. DESCRIPCION :**

--

**III. TIPO DE CAJA DE CAPTACION:**

--

**IV. COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA :**


**FICHA TECNICA INFORMATIVA DEL DISEÑO DE LA LINEA DE  
CONDUCCION DEL PROYECTO**

**I. DATOS GENERALES :**

- 1.1. Nombre del Proyecto :
- 1.2. Departamento :
- 1.3. Provincia :
- 1.4. Distrito :
- 1.5. Población beneficiaria :
- 1.6. Nombre del Autor :
- 1.7. Nombre del Asesor :
- 1.8. Fecha :
- 1.9. Descripción del proyecto :

**II. DESCRIPCION :**

--

**III. RECOMENDACIONES DE DISEÑO :**

3.1. Caudal de diseño	
3.2. Alineamiento del trazo	
3.3. Tuberías	
3.4. Caja rompe presión	
3.5. Válvulas	
3.6. Construcción	

**FICHA TECNICA INFORMATIVA DEL DISEÑO DEL  
RESERVORIO DE**

**I. DATOS GENERALES :**

- 1.1. Nombre del Proyecto :
- 1.2. Departamento :
- 1.3. Provincia :
- 1.4. Distrito :
- 1.5. Población beneficiaria :
- 1.6. Nombre del Autor :
- 1.7. Nombre del Asesor :
- 1.8. Fecha :
- 1.9. Descripción del proyecto :

**II. TIPO DE RESERVORIO:**

**III. OBJETIVOS :**

**IV. CAPACIDAD :**

**V. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN :**

**VI. FORMA :**

**VII. COMPONENTES:**

- 7.1. Tanque de almacenamiento
- 7.2. Caseta de válvulas

**VIII. UBICACION :**

**IX. TIEMPO DE VACIADO DEL RESERVORIO:**



## **Anexo N° 03: Cálculos**

RESÚMEN DE CÁLCULOS DE LA POBLACIÓN DE DISEÑO	
DATOS	RESULTADO
Nº HABITANTES	265 Hab.
VIVIENDA	53 Hab.
DENSIDAD	5 Hab./Viv.
TASA DE CRECIMIENTO	5.00 %
POBLACIÓN FUTURA	530 Hab.

RESÚMEN DE CÁLCULOS DE LOS CAUDALES DE DISEÑO		
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	RESULTADO
1	Qp	0.15 l/s
2	Qmd	0.19 l/s
3	Qmh	0.31 l/s

### 1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que:  $Q_{max} = v_2 \times Cd \times A$

Despejando:  $A = \frac{Q_{max}}{v_2 \times Cd}$

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.75 \text{ l/s}$

Coefficiente de descarga:  $Cd = 0.80$  (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad:  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Carga sobre el centro del orificio:  $H = 0.40 \text{ m}$  (Valor entre 0.40m a 0.50m)

Velocidad de paso teórica:  $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

$v_{2t} = 2.24 \text{ m/s}$  (en la entrada a la tubería)

Velocidad de paso asumida:  $v_2 = 0.60 \text{ m/s}$  (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Área requerida para descarga:  $A = 0.00 \text{ m}^2$

Ademas sabemos que:  $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

Diámetro Tub. Ingreso (orificios):  $D_c = 0.045 \text{ m}$

$D_c = 1.756 \text{ pulg}$

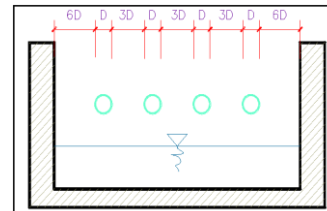
Asumimos un Diámetro comercial:  $D_a = 2.00 \text{ pulg}$  (se recomiendan diámetros  $< 6 = 2"$ )  
0.051 m

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$\text{Norif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$\text{Norif} = \left( \frac{D_c}{D_a} \right)^2 + 1$$

Número de orificios: **Norif = 2 orificios**



Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + \text{Norif} \times D + 3D(\text{Norif} - 1)$$

Ancho de la pantalla: **b = 0.90 m** (Pero con 1.50 tambien es trabajable)

## 2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

Sabemos que:  $H_f = H - h_o$

Donde: Carga sobre el centro del orificio:  $H = 0.40 \text{ m}$

Además:  $h_o = 1.56 \frac{V_2^2}{2g}$

Pérdida de carga en el orificio:  $h_o = 0.029 \text{ m}$

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - captación:  **$H_f = 0.37 \text{ m}$**

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Distancia afloramiento - Captación:  **$L = 1.238 \text{ m}$**        **$1.25 \text{ m}$  Se asume**

## 3) Altura de la cámara húmeda:

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:

Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas. Se considera una altura mínima de 10cm

$$A = 10.0 \text{ cm}$$

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

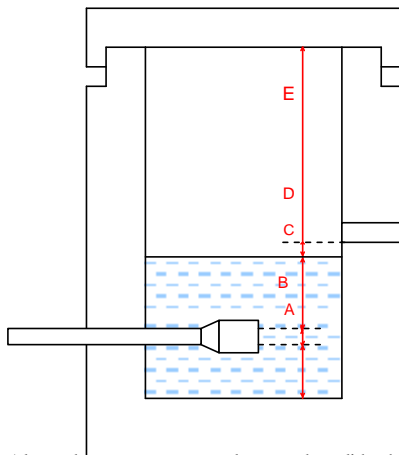
$$B = 0.025 \text{ cm} \quad \diamond \quad 1 \text{ plg}$$

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 5cm).

$$D = 10.0 \text{ cm}$$

E: Borde Libre (se recomienda mínimo 30cm).

$$E = 40.00 \text{ cm}$$



C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

$$C = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

Q	m <sup>3</sup> /s
A	m <sup>2</sup>
g	m/s <sup>2</sup>

Donde: Caudal máximo diario:  $Qmd = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$

Área de la Tubería de salida:  $A = 0.002 \text{ m}^2$

Por tanto: Altura calculada:  $C = 0.005 \text{ m}$

Resumen de Datos:

A= 10.00 cm

B= 2.50 cm

C= 30.00 cm

D= 10.00 cm

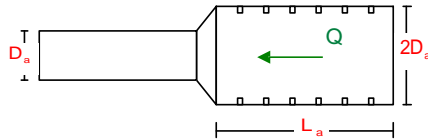
E= 40.00 cm

Hallamos la altura total:  $H_t = A + B + H + D + E$

$$H_t = 0.93 \text{ m}$$

Altura Asumida:  **$H_t = 1.00 \text{ m}$**

#### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:



##### Diámetro de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \times D_a$$

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \text{ pulg}$$

##### Longitud de la Canastilla

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a  $3D_a$  y menor que  $6D_a$ :

$$L = 3 \times 1.0 = 3 \text{ pulg} = 7.62 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 1.0 = 6 \text{ pulg} = 15.24 \text{ cm}$$

$$L_{\text{canastilla}} = 15.0 \text{ cm} \quad ;\text{OK!}$$

Siendo las medidas de las ranuras: ancho de la ranura = 5 mm (medida recomendada)  
largo de la ranura = 7 mm (medida recomendada)

Siendo el área de la ranura:  $A_r = 35 \text{ mm}^2 = 0.0000350 \text{ m}^2$

Debemos determinar el área total de las ranuras ( $A_{\text{TOTAL}}$ ):

$$A_{\text{TOTAL}} = 2A_r$$

Siendo: Área sección Tubería de salida:  $A_s = 0.0020268 \text{ m}^2$

$$A_{\text{TOTAL}} = 0.0040537 \text{ m}^2$$

El valor de  $A_{\text{total}}$  debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ )

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

Donde: Diámetro de la granada:  $D_g = 2 \text{ pulg} = 5.08 \text{ cm}$   
 $L = 15.0 \text{ cm}$

$$A_g = 0.0119695 \text{ m}^2$$

Por consiguiente:  $A_{\text{TOTAL}} < A_g \quad \text{OK!}$

Determinar el número de ranuras:

$$N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

$$\text{Número de ranuras} : 115 \text{ ranuras}$$

### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

#### Tubería de Rebose

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.75$  l/s  
Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015$  m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose:  $D_R = 1.537$  pulg

Asumimos un diámetro comercial:  **$D_R = 1.5$  pulg**

#### Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.75$  l/s  
Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015$  m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia:  $D_L = 1.537$  pulg

Asumimos un diámetro comercial:  **$D_L = 1.5$  pulg**

### Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera

Gasto Máximo de la Fuente: 0.75 l/s  
Gasto Mínimo de la Fuente: 0.65 l/s  
Gasto Máximo Diario: 0.50 l/s

#### 1) Determinación del ancho de la pantalla:

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): 2.0 pulg  
Número de orificios: 2 orificios  
Ancho de la pantalla: 0.90 m

#### 2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

$L = 1.238$  m

#### 3) Altura de la cámara húmeda:

$H_t = 1.00$  m  
Tubería de salida = 1.00 plg

#### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:

Diámetro de la Canastilla: 2 pulg  
Longitud de la Canastilla: 15.0 cm  
Número de ranuras: 115 ranuras

#### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

Tubería de Rebose: 1.5 pulg  
Tubería de Limpieza: 1.5 pulg

**PROYECTO:** CREACION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE C.P. CANREY CHICO  
**COMUNIDAD:** CANREY CHICO  
**DEPARTAMENTO:** ANCASH-RECUAY

**DISEÑO HIDRAULICO TUBERIA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD**

	<b>NAC.1</b>	<b>NAC.2</b>	<b>CAJA U.CAUDALES</b>
<b>NIVEL ESTATICO =</b>	<b>3768.20</b>		<b>3625.031</b>

TRAMO	L Tomada	COTA		Diferencia de Cotas	%	L DISEÑO	TOTAL L TUBO S	Q Diseño (l/s)	Diametr o Nominal (mm.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte . de Tubería	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES		
		INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL					
<b>DE LA CAPTACION LADERA PUQUIO A CAJA ROMPE PRESIONES</b>																						<b>NIVEL ESTATICO = 3,758.20</b>	
8.2	8.1	0	3758.2	3758.2	0.000	0.000	0.00	0	0.312	63	1	PVC. 160psi	150	0.000	0.62	3758.200	3758.200	0.000	0.000	0.000	0.000	NACIMIENTO 1	
8.1	8	40	3758.2	3722.75	35.450	1.336	53.45	9	0.312	63	1	PVC. 160psi	150	1.018	0.62	3758.200	3757.182	0.000	34.432	10.000	45.450		
8	6.1	40	3722.75	3718.26	4.490	1.006	40.25	7	0.312	63	1	PVC. 160psi	150	0.767	0.62	3757.182	3756.415	34.432	38.155	45.450	49.940		
6.1	5.1	40	3718.26	3718.36	-0.100	1.000	40.00	7	0.312	63	1	PVC. 160psi	150	0.762	0.62	3756.415	3755.653	38.155	37.293	49.940	49.840		
5.1	4.3	160	3718.36	3711.00	7.360000	1.001	160.17	27	0.312	63	1	PVC. 160psi	150	3.051	0.62	3755.653	3752.602	37.293	41.602	49.840	47.747	CAJA U. DE CAUDAL	
<b>DE CAJA ROMPE PRESIONES A TANQUE RESERVORIO DE DISTRIBUCIÓN</b>																						<b>NIVEL ESTATICO = 3625.03</b>	
4.3	9	20	3625.03	3622.71	2.324	1.007	20.13	4	0.312	63	2 1/2	PVC. 160psi	150	0.005	0.10	3625.031	3625.026	0.000	2.319	0.000	2.324	CAJA U. DE CAUDAL	
9.0	10	20	3622.71	3620.49	2.213	1.006	20.12	4	0.312	63	2 1/2	PVC. 160psi	150	0.005	0.10	3625.026	3625.021	2.319	4.527	2.324	4.537		
10.0	11	20	3620.49	3618.38	2.115	1.006	20.11	4	0.312	63	2 1/2	PVC. 160psi	150	0.005	0.10	3625.021	3625.016	4.527	6.637	4.537	6.652		
11.0	12	20	3618.38	3616.58	1.796	1.004	20.08	4	0.312	63	2 1/2	PVC. 160psi	150	0.005	0.10	3625.016	3625.011	6.637	8.428	6.652	8.448		
12.0	13	20	3616.58	3614.82	1.759	1.004	20.08	4	0.312	63	2 1/2	PVC. 160psi	150	0.005	0.10	3625.011	3625.006	8.428	10.182	8.448	10.207		
13.0	14	20	3614.82	3613.07	1.758	1.004	20.08	4	0.312	63	2 1/2	PVC. 160psi	150	0.005	0.10	3625.006	3625.001	10.182	11.935	10.207	11.965		
14.0	15.1	20	3613.07	3611.31	1.759	1.004	20.08	4	0.312	63	2 1/2	PVC. 160psi	150	0.005	0.10	3625.001	3624.996	11.935	13.689	11.965	13.724		
15.1	16	20	3611.31	3609.55	1.758	1.004	20.08	4	0.312	63	2 1/2	PVC. 160psi	150	0.005	0.10	3624.996	3624.991	13.689	15.442	13.724	15.482	TANQUE RESERVORIO	

**DIMENSIONAMIENTO**

37	Ancho interno	b	Dato	2.1
38	Largo interno	l	Dato	2.1
39	Altura útil de agua	h		1.13
40	Distancia vertical eje salida y fondo reservorio	hi	Dato	0.1
41	Altura total de agua			1.23
42	Relación del ancho de la base y la altura (b/h)	j	$j = b / h$	1.70
43	Distancia vertical techo reservorio y eje tubo de ingreso de agua	k	Dato	0.20
44	Distancia vertical entre eje tubo de rebose y eje ingreso de agua	l	Dato	0.15
45	Distancia vertical entre eje tubo de rebose y nivel máximo de agua	m	Dato	0.10
46	Altura total interna	H	$H = h + (k + l + m)$	1.68

**INSTALACIONES HIDRAULICAS**

47	Diámetro de ingreso	De	Dato	1
48	Diámetro salida	Ds	Dato	1
49	Diámetro de rebose	Dr	Dato	2
	Limpia: Tiempo de vaciado asumido (segundos)			1800
	Limpia: Cálculo de diametro			1.6
50	Diámetro de limpia	Dl	Dato	2
	Diámetro de ventilación	Dv	Dato	2
	Cantidad de ventilación	Cv	Dato	1

**DIMENSIONAMIENTO DE CANASTILLA**

51	Diámetro de salida	Dsc	Dato	29.40
52	Longitud de canastilla sea mayor a 3 veces diámetro salida y menor a 6	c	Dato	5
53	Longitud de canastilla	Lc	$Lc = Dsc * c$	147.00
54	Area de Ranuras	Ar	Dato	38.48
55	Diámetro canastilla = 2 veces diámetro de salida	Dc	$Dc = 2 * Dsc$	58.80
56	Longitud de circunferencia canastilla	pc	$pc = pi * Dc$	184.73
57	Número de ranuras en diámetro canastilla espaciados 15 mm	Nr	$Nr = pc / 15$	12
58	Área total de ranuras = dos veces el área de la tubería de salida	At	$At = 2 * pi * ( Dsc^2 ) / 4$	1,358
59	Número total de ranuras	R	$R = At / Ar$	35.00
60	Número de filas transversal a canastilla	F	$F = R / Nr$	3.00
61	Espacios libres en los extremos	o	Dato	20
62	Espaciamiento de perforaciones longitudinal al tubo	s	$s = (Lc - o) / F$	42.00



<b>MÉTODO DIRECTO</b>						
<b>Tramo</b>	<b>Caudal Qmh (lts/seg)</b>	<b>Longitud L (m)</b>	<b>COTA DEL TERRENO</b>		<b>Desnivel del terreno (m)</b>	
			<b>Inicial (m.s.n.m)</b>	<b>Final (m.s.n.m)</b>		
<b>Res-Red dis</b>	0.31 lt/seg	50.00 m	3,625.398 m.s.n.m.	3,605.189 m.s.n.m.	20.21 m	

<b>MÉTODO DIRECTO</b>												
<b>Pérdida de carga unitaria DISPONIBLE hf (m/m)</b>	<b>Coefficiente de rugosidad C</b>	<b>Diámetros D (rug.)</b>	<b>Diámetros D (rug.)</b>	<b>Diámetros D (m.)</b>	<b>Velocidad V (m/seg)</b>	<b>Pérdida de carga unitaria m (m/m)</b>	<b>Pérdida de carga por TRAMO Hf (m)</b>	<b>COTA PIEZOMETRICA</b>		<b>PRESIÓN FINAL (m)</b>	<b>TIPO</b>	<b>CLASE</b>
								<b>Inicial (m.s.n.m)</b>	<b>Final (m.s.n.m)</b>			
0.404	140	0.546	<b>1.00</b>	0.025 m	<b>0.612</b>	0.021	1.058	3,625.40 m.s.n.m.	3,624.34 m.s.n.m.	<b>19.15 m.</b>	<b>PVC</b>	10

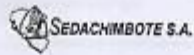
<b>PROYECTO:</b>	CREACION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE C.P. CANREY CHICO
<b>COMUNIDAD:</b>	CANREY CHICO
<b>DEPARTAMENTO:</b>	ANCASH-RECUAY

**DISEÑO HIDRAULICO RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD**

NOTA: Nivel estatico cota del tanque de distribucion NIV EL. ESTATICO = 3609.55

TRAMO	L Tomada (m)	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	%	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametro Nominal (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		
		INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			
E	P.O																				
<b>RED DE DIST. RAMAL 1 VIVIENDA FUTURA=300 Qhm.=0,312 L/S</b>																					
46	83	40	3609.55	3605.07	4.484	1.006	40.25	7	0.312	63	1	PV C. 160psi	150	0.767	0.62	3609.55	3608.78	0.000	3.717	0.000	4.484
83	84	40	3605.07	3601.90	3.166	1.003	40.13	7	0.312	63	1	PV C. 160psi	150	0.764	0.62	3605.07	3604.30	0.000	2.402	4.484	7.650
84	85	40	3601.90	3600.17	1.733	1.001	40.04	7	0.312	63	1	PV C. 160psi	150	0.763	0.62	3604.30	3603.54	2.402	3.372	7.650	9.383
85	86	40	3600.17	3598.23	1.935	1.001	40.05	7	0.312	63	1	PV C. 160psi	150	0.763	0.62	3603.54	3602.78	3.372	4.544	9.383	11.318
86	87	40	3598.23	3596.59	1.640	1.001	40.03	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	150	0.763	0.62	3602.78	3602.01	4.544	5.421	11.318	12.958
87	88	40	3596.59	3595.84	0.747	1.000	40.01	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	150	0.762	0.62	3602.01	3601.25	5.421	5.406	12.958	13.705
88	88.19	40	3595.84	3593.56	2.281	1.002	40.06	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	150	0.763	0.62	3601.25	3600.49	5.406	6.924	13.705	15.986
88.19	88.7	40	3593.56	3592.03	1.537	1.001	40.03	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	150	0.763	0.62	3600.49	3599.72	6.924	7.698	15.986	17.523
90	91	40	3592.03	3590.08	1.951	1.001	40.05	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	151	0.754	0.62	3599.72	3598.97	7.698	8.895	17.523	19.474
91	92	40	3590.08	3589.12	0.952	1.000	40.01	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	152	0.744	0.62	3598.97	3598.23	8.895	9.103	19.474	20.426
92	93	40	3589.12	3587.95	1.170	1.000	40.02	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	153	0.735	0.62	3598.23	3597.49	9.103	9.538	20.426	21.596
93	94	40	3587.95	3586.04	1.916	1.001	40.05	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	154	0.727	0.62	3597.49	3596.76	9.538	10.727	21.596	23.512
94	95	40	3586.04	3584.60	1.433	1.001	40.03	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	155	0.718	0.62	3596.76	3596.05	10.727	11.442	23.512	24.945
95	96	40	3584.60	3583.54	1.063	1.000	40.01	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	156	0.709	0.62	3596.05	3595.34	11.442	11.796	24.945	26.008
96	97	40	3583.54	3583.27	0.272	1.000	40.00	7	0.312	50	1	PV C. 160psi	157	0.700	0.62	3595.34	3594.64	11.796	11.368	26.008	26.280
97	98	80	3583.27	3582.15	1.118	1.000	80.01	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	158	1.385	0.62	3594.64	3593.25	11.368	11.101	26.280	27.398
98	99	80	3582.15	3579.05	3.101	1.001	80.06	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	159	1.369	0.62	3593.25	3591.88	11.101	12.833	27.398	30.499
99	100	80	3579.05	3575.22	3.826	1.001	80.09	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	160	1.354	0.62	3591.88	3590.53	12.833	15.305	30.499	34.325
100	101	80	3575.22	3571.35	3.873	1.001	80.09	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	161	1.339	0.62	3590.53	3589.19	15.305	17.839	34.325	38.198
101	102	80	3571.35	3567.48	3.872	1.001	80.09	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	162	1.323	0.62	3589.19	3587.87	17.839	20.388	38.198	42.070
102	103	120	3567.48	3562.43	5.048	1.001	120.11	21	0.312	50	1	PV C. 160psi	163	1.962	0.62	3587.87	3585.91	20.388	23.474	42.070	47.118
103	104	80	3562.43	3556.13	6.302	1.003	80.25	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	164	1.296	0.62	3585.91	3584.61	23.474	28.480	47.118	45.654
104	105	80	3556.13	3549.67	6.461	1.003	80.26	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	165	1.282	0.62	3584.61	3583.33	28.480	33.659	48.000	48.694
105	106	60	3549.67	3546.64	3.033	1.001	60.08	11	0.312	50	1	PV C. 160psi	166	0.949	0.62	3583.33	3582.38	33.659	35.743	48.590	47.980
106	107	120	3546.64	3541.54	5.097	1.001	120.11	21	0.312	50	1	PV C. 160psi	167	1.876	0.62	3582.38	3580.50	35.743	38.964	43.694	43.985
107	108	80	3541.54	3539.51	2.030	1.000	80.03	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	168	1.236	0.62	3580.50	3579.27	38.964	39.758	41.998	41.746
108	109	80	3539.51	3537.28	2.227	1.000	80.03	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	169	1.223	0.62	3579.27	3578.04	39.758	40.762	43.698	43.189
109	110	80	3537.28	3532.53	4.750	1.002	80.14	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	170	1.211	0.62	3578.04	3576.83	40.762	44.301	46.441	46.114
110	111	80	3532.53	3527.83	4.702	1.002	80.14	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	171	1.198	0.62	3576.83	3575.63	44.301	47.805	47.694	47.358
111	112	80	3527.83	3524.34	3.491	1.001	80.08	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	172	1.184	0.62	3575.63	3574.45	47.805	50.112	48.698	48.611
112	113	80	3524.34	3520.53	3.808	1.001	80.09	14	0.312	50	1	PV C. 160psi	173	1.172	0.62	3574.45	3573.28	50.112	52.748	49.669	49.070

## **Anexo N° 04: Estudio de agua**



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Chimbote, diciembre 30, del 2019

**CARTA COMZ N° 716 -2019**

Señor:  
Haro Salas Alexander Michael  
Jr. 7 de junio s/n barrio El Milagro - Independencia - Huaraz - Ancash

Chimbote -

**Ref.: Solicitud de Servicios Colaterales N° 11876 d/f: 30/12/2019 (Reg. 5017)  
Reg. COMR - 6434**

Tengo a bien dirigirme a usted, para presentarle mi cordial saludo, y a la vez en atención a su requerimiento, indicado en el documento de la referencia, nuestra Gerencia Técnica mediante Memorando CCAL N° 084 - 2019, ha evaluado su petición, el cual informa mediante reporte los resultados del Análisis Físico Químico y Bacteriológico de muestra de agua.

Por lo cual, se adjunta el reporte de Análisis de agua (01 folios).

Sin otro particular, quedo de usted,

Atentamente,

  
Ing. Gina Ramírez Preciado  
JEFATURA COMERCIALIZACION (e)  
SEDACHIMBOTE S.A.



c.c. : COMR

/rs.

**ANALISIS DE AGUA**

REGIÓN	: ANCASH	MUESTREADO POR	: HARO SALAS ALEXANDER MICHAEL
PROVINCIA	: RECUAY	FECHA DE MUESTREO	: 23/12/2019
DISTRITO	: RECUAY	HORA DE MUESTREO	: 02:00 pm
TIPO DE FUENTE	: SUPERFICIAL	FECHA DE RECEPCION	: 27/12/2019
DIRECCIÓN	: CENTRO POBLADO CANREY	HORA DE RECEPCION	: 12.40. pm

OBSERVACION: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash

PARAMETROS DE CONTROL	RESULTADOS	L.M.P. (D.S. N° 004-2017-MINAM)
<b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b>		
Coliformes Totales, NMP/ 100 ml	22	50
Coliformes Fecales, NMP/100 ml	11	20
<b>ANALISIS FÍSICO Y QUÍMICOS</b>		
Cloro Residual Libre, mg/L	...	...
Turbidez, UTN	0.53	5
pH	7.23	6.5-8.5
Temperatura, °C	23.7	25
Color aparente, UC	13	...
Color verdadero, UCV escala Pt-Co	0	15
Conductividad, us/cm	513	1,500
Sólidos Disueltos Totales, mg/L	255	1,000
Salinidad, ‰	0.2	...
Alcalinidad Total, mg/L	96	...
Alcalinidad a la Fenolftaleína, mg/L	0	...
Dureza Total, mg/L	170	500
Dureza Cálcica Total, mg/L	132	...
Dureza Magnésiana, mg/L	38	...
Cloruros, mg/L	39	250
Sulfatos, mg/L	97.79	250
Hierro, mg/L	0.03	0.3
Manganeso, mg/L	0.01	0.4
Aluminio, mg/L	0.027	0.9
Cobre, mg/L	<0.0001	2
Nitritos, mg/L	14.6	50
Nitros mg/L	3.3	3

ANALISTA ÁREA MICROBIOLOGIA : BLGA. KELLY TAPIA ESQUIVEL  
ANALISTA ÁREA FÍSICO QUÍMICO : TEC. ERICK MINIANO MIRANDA

  
SEDACHIMBOTE S.A.  
SUPERVISIÓN  
BLGA. KELLY TAPIA ESQUIVEL  
SUPERVISOR CONTROL DE CALIDAD

  
SEDACHIMBOTE S.A.  
GERENCIA TÉCNICA  
ING. JUAN SOMO CABRERA  
GERENCIA TÉCNICA

## **Anexo N° 05: Estudio de suelos**



SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC Nº 202911321

Servicios de Geotecnia, estudios de suelos, ensayos de control de calidad,  
estudios geológicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CON FINES DE EXCAVACIÓN

**SOLICITADO:**  
ALEXANDER MICHAEL HARO SALAS

**PROYECTO:**  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO  
CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH, PARA  
LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2019

### UBICACIÓN

**CASERIO** : CANREY CHICO  
**DISTRITO** : RECUAY  
**PROVINCIA** : RECUAY  
**DEPARTAMENTO** : ANCASH

ARPIGRA S.A.  
*[Signature]*  
Luis Miguel Razuri Cabrera  
Gerente General

*[Signature]*  
MANUEL ESQUIVEL CHAVE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116731

DICIEMBRE, 2019

San Isidro - Lima

Oficina Central - Av. Canaval Moreyra 395  
Tel.: 043 - 318555

arpigra@hotmail.com



SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 200717231

Servicios de Ingeniería, estudios de suelos, ensayos de control de calidad,  
estudios geológicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555



## INDICE

### 1.0 GENERALIDADES

#### 1.1 Ubicación y descripción del área de estudio

### 2.0 ALCANCES DE TRABAJO

### 3.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

#### 3.1 Ubicación de calicatas

#### 3.2 Muestreo y registro de excavaciones

#### 3.3 Ensayos de laboratorio

#### 3.4 Clasificación de suelos

#### 3.5 Perfil Estratigráfico

### 4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ARPIGRA S.A.  
*Luis Miguel Riquelme*  
Luis Miguel Riquelme Cabrera  
Gerente General



*Dante Manuel Esquivel Chaves*  
DANTE MANUEL ESQUIVEL CHAVES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 410761





SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

INFORMACION

Servicios de Geotecnia, estudios de suelos, ensayos de control de calidad,  
estudios geológicos para minería, Topografía -- Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555



## ANEXOS

### ANEXO I

- Registros de Excavaciones

### ANEXO II

- Resultados de los ensayos de Laboratorio

### ANEXO III

- Plano de ubicación de calicatas

### ANEXO IV

- Material fotográfico

ARPIGRA S.A.  
*Luis Miguel Ricourt Cabrera*  
Gerente General

  
*Manuel Esquivel Chave*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116751



SERVICIOS DE INGEOTECNIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 202911321

Servicios de Geotecnia, estudios de suelos, proyectos de control de calidad,  
estudios geotécnicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras.

Tel.: 043 - 318555

## 1. GENERALIDADES



### 1.1. Ubicación y descripción del área de estudio:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO  
CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH,  
PARA LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2019

**Caserío:** CANREY  
**Distrito:** RECUAY

**Provincia:** RECUAY  
**Región:** Ancash

**GEOLOGÍA REGIONAL:** La cartografía geológica elaborada por INGEMET corresponde a los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba y Huari describe con propiedad la Geología Regional del área Yungay- Ranrahirca, donde las rocas más antiguas están representadas por sedimentos de edad cretáceo inferior, conformantes del denominado Grupo Goyllarisquizga, hasta llegar a la cobertura de depósitos de edad reciente (halocenia). Las rocas ígneas intrusivas están representadas por el importante emplazamiento del volcánico Yungay, que denomina la margen derecha del Río Santa. (Boletín INGEMET N° 60)

### GEOMORFOLOGÍA:

El segmento estudiado, comprendido entre la localidad de Ranrahirca por el sur, y la localidad de Caraz por el norte, desde el punto de vista geomorfológico, se encuentra ubicado en la cuenca media del río Santa, en la unidad morfo estructural denominada "Cordillera Occidental", la que comprende a las sub unidades denominadas Flanco Occidental de la Cordillera Blanca, Flanco Oriental de la Cordillera Negra y Valle del Río Santa. Flanco Occidental de la Cordillera Blanca: Este accidente geomorfológico muestra una pendiente media de 35° a 40° y está constituido por abundante acumulación de material morrénico, cuya superficie está disectada por ríos y quebradas que, descendiendo del área glaciar de la Cordillera Blanca, se entregan al curso principal del río Santa.

Es importante el curso del río Ranrahirca, que desde norte de la ciudad de Ranrahirca, que tiene discurrimiento de agua permanente por ser el desagüe natural de las lagunas Llanganuco, que se ubican en el curso medio superior de la quebrada Llanganuco; siendo, además el drenaje natural del deshielo del pico norte del Huascarán, de donde se ha originado el aluvión de mayo de 1970.

Flanco Oriental de la Cordillera Negra: Este relieve muestra una pendiente irregular frente a las ciudades de Yungay y Ranrahirca, variando entre 25° a 40° de inclinación. relieves abruptos, con erosiones superficiales consecuente alteración que presentan las rocas sedimentarias que constituyen lutitas, calizas), generando una cobertura de material detrítico de apariencia inestable. Estas quebradas sirven de colectores de las aguas que periódicamente caen en las estaciones de lluvias, con entregas hacia el cauce del río Santa, arrastrando material en volúmenes poco significativos, a menos que las lluvias sean de carácter extraordinario.

**Valle del Santa:** Curso hidrológico que se ubica entre las dos unidades precedentes, descritas, con un recorrido general sur - norte. En este valle se emplazan, a ambos drenes del curso del río, las terrazas aluviales generadas por el transporte y deposición naje principal regional está representado por el curso del río Santa, el mismo que el denominado "Cañón del Pato", que

*[Handwritten signature]*  
FELISBERTO ESCOBAR  
INGENIERO CIVIL  
N° 109754

ARPIGRA S.A.  
*[Handwritten signature]*  
Luis Miguel Pazos Cabezas  
Gerente General  
San Isidro - Lima

Oficina Central - Av. Canaval Moreyra 395  
Tel.: 043 - 318555

arpigra@hotmail.com



SERVICIOS DE INGENIERÍA

**ARPIGRA S.A.**

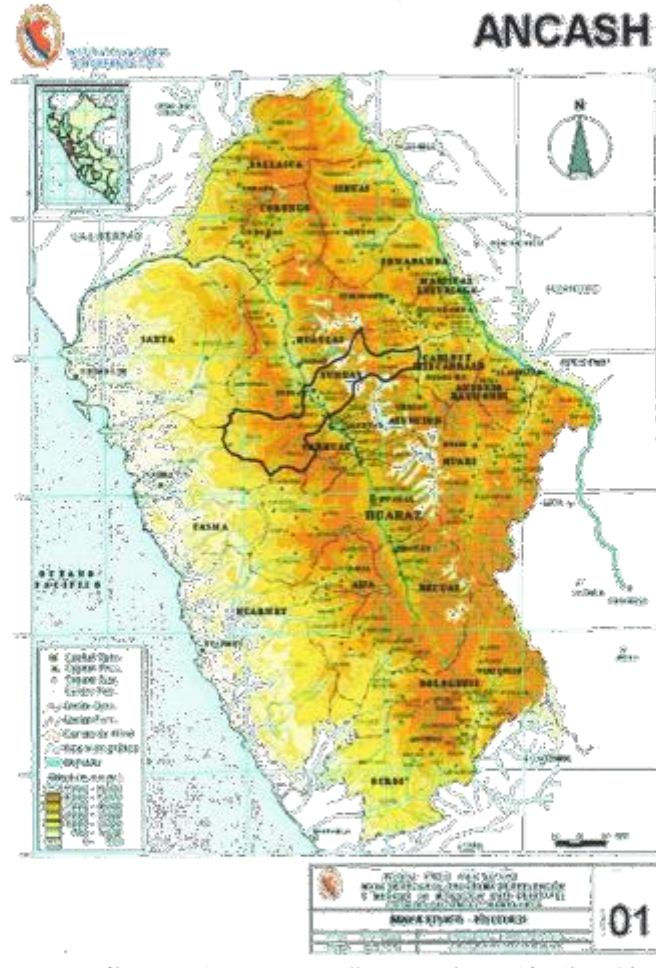
RUC N° 202913221

Servicios de Ingeniería, estudios de suelos, trabajos de control de calidad, estudios geológicos para minería, Topografía - Asestada y Consultoría de Obras

Tel: 043 - 318555

incrementan sus caudales en forma importante durante las (enero a marzo) y que, inclusive, tienen incidencia en la calificación de Yungay y Rantahiroca, salvo que se presenten incrementos considerables de lluvias relacionadas.

### MAPA DE UBICACIÓN



**ARPIGRA S.A.**  
*Manuel Razon Castro*  
Luis Miguel Razon Castro  
Gerente General

  
**ING. MANUEL ESQUIVEL CHAVEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.O.P. N° 11079

San Isidro - Lima

Oficina Central - Av. Cahaval-Moreyra 295  
Tel.: 043 - 318555

arpigra@hotmail.com



SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 3029910331

Servicios de Geodésia, estudios de suelos, ensayos de control de calidad, estudios geológicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555

### Calicatas

CALICATAS			
PUNTO	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
1	8902478.37	199007.44	CALICATA 1 - CAPTACIÓN
2	8902468.23	199487.44	CALICATA 2 - PASE AEREO
3	8902449.83	199396.69	CALICATA 3 - PASE AEREO
4	8902320.60	199307.43	CALICATA 4
5	8902071.07	199130.24	CALICATA 5
6	8901852.42	198996.58	CALICATA 6
7	8901538.36	198882.04	CALICATA 7 - RESERVOIRIO
9	8900837.78	198543.40	CALICATA 9
10	8900401.62	198322.77	CALICATA 10
11	8900082.91	198078.64	CALICATA 11
12	8899834.32	198002.07	CALICATA 12
13	8898793.95	197937.44	CALICATA 13
14	8898702.52	197880.06	CALICATA 14
15	8898607.51	197822.11	CALICATA 15
16	8898156.17	198270.01	CALICATA 16
17	8990120.44	198157.82	CALICATA 17
18	8990121.47	197806.97	CALICATA 18



### 3.2. Muestreo y Registros de Excavaciones:

#### 3.2.1. Muestreo alterado:

Se tomaron muestras alteradas de cada estrato de las calicatas efectuadas, seleccionándose las muestras representativas para ser ensayadas en el laboratorio con fines de identificación y clasificación las cuales fueron proporcionadas por el solicitante del estudio.

#### 3.2.2. Registro de Excavación:

Se elaboró un registro de excavación, indicando las principales características de cada uno de los estratos encontrados, tales como humedad, compacidad, consistencia, N. F., densidad del suelo, etc.

ARPIGRA S.A.  
*Luis Miguel Pazuri Caborel*  
Gerente General

MANUEL ESQUIVEL CHAVE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116759

San Isidro - Lima

Oficina Central - Av. Canaval Moreyra 395  
Tel.: 043 - 318555

arpigra@hotmail.com





SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 200843331

Servicios de Geotecnia, estudios de suelos, ensayos de control de calidad,  
estudios geológicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555



### 3.3. Ensayos de Laboratorio:

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales, siguiendo las normas establecidas por la ASTM y la DIN:

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)

Peso Especifico (ASTM D-854)

Contenido de Humedad (ASTM D-2216)

Límite líquido (ASTM D-423)

Límite plástico (ASTM D-424)

Densidad in situ (ASTM D-1556)

### 3.4. Clasificación de suelos:

Las muestras ensayadas se han clasificado usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y American Association of state highway and Transportation officials (AASHTO).

### 3.5. Perfil Estratigráfico:

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce lo siguiente

- **Calicata N° 1.- SM / A-2-4**  
(De - 0.00 a - 0.50 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)  
(De -0.50 a - Más) Roca ígnea de media a alta densidad (granito).
- **Calicata N° 2.- SM / A-2-4**  
(De - 0.00 a - 0.40 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).  
(De -0.40 a - Más) Roca ígnea de media a alta densidad (granito).
- **Calicata N° 3.- SM / A-2-4**  
(De - 0.00 a - 0.3 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).  
(De -0.30 a - Más) Boloneras de 20" a más de media a alta densidad (granito).
- **Calicata N° 4.- SP SM / A-2-4**  
(De - 0.00 a - 0.5 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble  
(De-0.5 a-Más): Boloneras de 20" a más de media a alta densidad (granito).

ARPIGRA S.A.  
*Luis Miguel Razuri Cabrera*  
Gerente General



*Manuel Esquivel Chaves*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 119754

San Isidro - Lima

Oficina Central - Av. Canaval Moreyra 395

Tel.: 043 - 318555

arpigra@hotmail.com



SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUCM 202901231

Servicios de Estudios, Estudios de suelos, ensayos de control de calidad, estudios geotécnicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555



- **Calicata N° 5.- SM / A-2-4**  
(De - 0.00 a - 0.3 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).  
(De - 0.3 a -Más): Roca ígnea de media a alta densidad (granito).
- **Calicata N° 6.- SM / A-1-b**  
(De -0.00 a 0.3 m)  
AASHTO = Fragmentos de roca, grava y arena,  
SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).  
(De - 0.3 a - Más): Boloneras y roca ígnea de media a alta densidad (granito).
- **Calicata N° 7.- SP SM / A-2-4**  
(De -0.00 a-1.2 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble
- **Calicata N° 8.- SP SM / A-3**  
(De -0.00 a 0.5 m)  
AASHTO = Arena,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble  
(De-0.50 a-Más): roca ígnea de media a alta densidad (granito)
- **Calicata N° 9.- SP SM / A-1-b**  
(De -0.00 a 0.20 m)  
AASHTO = Fragmentos de roca, grava y arena,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble  
(De-0.20 a-Más): roca ígnea de media a alta densidad (granito)
- **Calicata N° 10.- SM / A-2-4**  
(De -0.00 a 0.6)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)  
(De -0.60 a - Mas). roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).
- **Calicata N° 11.- SP SM / A-2-4**  
(De -0.00 a - 0.40 m).  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble

DANTE MANUEL ESQUIVA CHAVEZ  
INGENIERO CIVIL  
RUCM 202901231

ARPIGRA S.A.  
*Miguel Riquelme*  
Luz Miguel Riquelme Cabeza  
Gerente General  
San Isidro - Lima

Oficina Central - Av. Canaval Moreyra 395  
Tel.: 043 - 318555

arpigra@hotmail.com



SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 201903231

Servicios de Ingeniería, estudios de suelos, ensayos de control de calidad, estudios geológicos para minería, Topografía, Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555

(De -0.40 a - Mas), roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).



- **Calicata N° 12. - SM / A-2-4**  
(De -0.00 a - 0.40 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble  
(De -0.40 a - Mas), Roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).
- **Calicata N° 13. - SM / A-2-4**  
(De -0.00 a - 0.40 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble  
(De -0.40 a - Más), Roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).
- **Calicata N° 14. - SM / A-1-b**  
(De -0.00 a - 0.35 m).  
AASHTO = Fragmentos de roca, grava y arena,  
SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio)  
(De -0.35 a - Más): Roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).
- **Calicata N° 15. - SM / A-2-4**  
(De -0.00 a - 0.40 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble  
(De -0.40 a - Más): Roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).
- **Calicata N° 16. - SM / A-2-4**  
(De -0.00 a - 0.40 m)  
AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble  
(De -0.40 a - Más), Roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).
- **Calicata N° 17. - SM / A-2-4**  
(De -0.00 a - 0.40 m). AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa,  
SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas.  
Nomenclatura con símbolo doble  
(De -0.40 a - Mas), Roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).
- **Calicata N° 18. - SP / A3**  
(De -0.00 a - 0.40 m).  
AASHTO = Arena,  
SUCS = Arena mal graduada con grava (SP) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble



ARPIGRA S.A.  
Inge. Manuel Escobedo Cabre  
Geografía Gerente  
San Isidro - Lima

Oficina Central - Av. Canaval Moreyra 395  
Tel.: 043 - 318555

arpigra@hotmail.com



SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 200903021

Servicios de Geotecnia, estudios de suelos, ensayos de control de calidad, estudios geológicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras.

Tel.: 043 - 318555

(De -0.40 a - Mas). Roca ígnea de media a alta densidad (granito, granodiorita).



#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### CONCLUSIONES

- Las investigaciones geotécnicas realizadas corresponden a trabajos de campo, ensayos de Laboratorio y análisis cuyos resultados se han presentado en el presente informe.
- Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 18 calicatas a cielo abierto cuya profundidad promedio fue de 1.20 m, observándose estrato uniforme.
- Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos.
- En la calicata 01, por ser terreno no muy estable se recomienda buscar el estrato más firme para la cimentación de las estructuras y especialmente en la calicata 01 captación se recomienda mejoramiento de los suelos por haber gran filtración de agua.
- En los terrenos donde se encontró boloneras de roca ígnea se debe utilizar herramientas y maquinas especializados para esta tarea, perforadoras neumáticas y de ser el caso realizar voladuras si no afectara a las viviendas, de haber viviendas se recomienda utilización de productos químicos expansivos para fraccionar la roca.
- La zona de estudio se encuentra en la zona 3 de la Zonificación Sísmica del Perú, por lo tanto, los parámetros geotécnicos correspondientes son los siguientes:

Factor de Zona	Z = 0,4g
Perfil del suelo tipo	T = S <sub>1</sub>
Periodo predominante	Tp= 0,4 s

ARPIGRA S.A.  
*Luis Miguel Razon Cobos*  
Gerente General

  
*Dante Manuel Esquivel Chave*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.O. N° 116751





SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 2029610731

Servicios de Ingeniería, estudios de suelos, proyectos de control de calidad, estudios geológicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555

## RECOMENDACIONES



- En los terrenos de fácil excavación se realizará con herramientas convencionales de acuerdo a los tipos de terreno donde se realicen el tendido de las redes y conexiones domiciliarias tales como: picos, barrenos, martillos, combas, puntas, cinceles y pala (manual), o maquinaria para excavación, se recomienda entibado para evitar derrumbes de lados de las zanjas profundas.
- En los terrenos de manto rocoso deberán usarse, métodos normados para este tipo de excavación, para la fracturación de rocas por encontrarse cercano a viviendas colindantes, martillos neumáticos, retroexcavadoras o productos químicos para fracturación de rocas.
- Se recomienda además la utilización para el tendido de las redes secundarias el material sea de PVC y Polietileno de acuerdo a las normas de construcción.
- Se recomienda eliminar zonas de material de alto porcentaje de plasticidad y colocar en remplazo un material granular A-1-b (0), el cual deberá ser compactado en capas de 0.15 m. al 95% del ensayo Proctor standard.
- Mejoramiento de relleno: El material granular seleccionado será de cantera del tipo
  - A-1-a (0), con un espesor compactado de 0.20 m., para un CBR mínimo del 80%, equivalente a un grado de compactación del 100% comparado con el Ensayo Próctor Modificado. Obligatoriamente, el control de compactación se realizará cada 50 m. de longitud de la excavación.
- Los controles y especificaciones técnicas deberán estar de acuerdo a las Normas de Diseño y Especificaciones para la construcción de redes de agua y desagüe del Ministerio de vivienda. Así como también se realizará un control de calidad de todos los materiales a utilizarse.
- En todos los casos, las estructuras propuestas deberán ajustarse a las condiciones topográficas de la zona, así como a las cotas de viviendas aledañas. En estos casos el Ingeniero tendrá en cuenta el espesor del material superficial a eliminar o rellenar.

ARPIGRA S.A.  
*Miguel Plazuri Cabra*  
Luis Miguel Plazuri Cabra  
Gerente General

  
*Manuel Esquivel Chave*  
MANUEL ESQUIVEL CHAVE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 110731

San Isidro - Lima

Oficina Central - Av. Canaval Moreyra 395  
Tel.: 043 - 318555

arpigra@hotmail.com



SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 2029142211

Servicios de Geotecnia, estudios de suelos, ensayos de control de calidad,  
estudios geológicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de Obras

Tel.: 043 - 318555

- Se recomienda en todos los casos eliminar o revestir cualquier fuente importante de filtración que fuera indispensable mantener en la zona, con el fin de evitar el humedecimiento del suelo y facilitar su desecación, adquiriendo de esta manera mayor estabilidad. Se deberá de proteger las zonas de contacto como parcelas o chacras, de tal manera que el agua no afecte a la estructura.
- Los resultados del presente informe son válidos solamente para este estudio no se puede aplicar para otros sectores o para otros fines.

13

El presente informe de suelos para el proyecto: DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH, PARA LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2019

ARPIGRA S.A.  
*Manuel Pazuri*  
Manuel Pazuri Cabrera  
Gerente General

  
*Manuel Esquivel Chave*  
MANUEL ESQUIVEL CHAVE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116731



SERVICIOS DE INGENIERIA

**ARPIGRA S.A.**

RUC N° 20290133231

Servicios de Geotecnia, estudios de suelos, ensayos de control de calidad,  
estudios geológicos para minería, Topografía - Asesoría y Consultoría de obras.

Tel.: 043 - 318555

**ANEXO I**

**REGISTROS DE EXCAVACIONES**

ARPIGRA S.A.  
*[Handwritten Signature]*  
Luis Miguel Balleza Castañeda  
Gerente General

*[Handwritten Signature]*  
CARTE MANEJO EXCAVACIONES  
INGENIERO CIVIL  
RUC - CIP N° 116764

CALICATA		e-1		REGISTRO DE EXCAVACIÓN		1.00 x 1.00 x 1.20	
				TAMAÑO DE EXCAVACIÓN			
MUESTRA		En Mts.		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS	
						CARACTE	
SM		0.50	M-1		Pt -0.00 a -0.50 m.	Suelo de matriz arenosa (SM) no plástico, de color marrón y beige oscuro con gravas aisladas de forma semi angulosas, de textura y grano fino a medio de compactidad semi compacto a compacto y en estado li eramente humedo.	
ROCA			M-2		Pt :0.50 a Mas.	roca Ignea de media a alta densidad ( granito ) .	

CALICATA		C-2		REGISTRO DE EXCAVACIÓN		1.00 x 1.00 x 1.20	
				TAMAÑO DE EXCAVACIÓN			
MUESTRA		En Mts.		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS	
						CARACTE	
SM		0.40	M-1		Pt -0.00 a -0.40 m.	Suelo de matriz arenosa (SM) no plástico, de color marrón claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compactidad semi compacto a compacto y sin humedad	
ROCA			M-2		Pt :0.40 a Mas.	roca ignea de media a alta densidad ( granito ) .	



CALICATA		C-3		REGISTRO DE EXCAVACIÓN		1.00 x 1.00 x 1.20	
				TAMAÑO DE EXCAVACIÓN			
MUESTRA		En Mts.		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS	
						CARACTE	
SM		0.30	M-1		Pt -0.00 a -0.30 m.	Suelo de matriz arenosa (SM) no plástico, de color marrón claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compactidad semi compacto a compacto y sin humedad	
ROCA			M-2		Pt :0.30 a Mas.	boloneras de 20" a mas de media a alta densidad ( granito ) .	

ARPIGRA S.A.  
  
 Luis Miguel Razuri-Gabreta  
 Gerente General

MANUEL ESQUIVEL CHAVE  
 REGISTRO CIVIL  
 Reg. CIP N° 190751



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA C-4 TAMAJIO DE EXCAVACIÓN 1.00 x 1.00 x 1.20

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS
Simbolo	Gráfico	En Mts.		
SM		0.50	M-1	Pe -9.00 a - 0.50 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plastico, de color marron claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2	Pe -0.50 a - Mas. roca ignea de media a alta densidad ( granito ) .



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA C-5 TAMAJIO DE EXCAVACIÓN 1.00 x 1.00 x 1.20

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS
Simbolo	Gráfico	En Mts.		
SM		0.30	M-1	De -0.00 a - 0.30 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plastico, de color marron claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2	Pe -0.30 a - Mas. roca ignea de media a alta densidad ( granito ) .

### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA C-6 TAMAJIO DE EXCAVACIÓN 1.00 x 1.00 x 1.20

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS
Simbolo	Gráfico	En Mts.		
SM		1.20	M-1	De -0.00 a - 0 3 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plastico, de color marron claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2	Pe -0.30 a - Mas. roca ignea de media a alta densidad ( granito ) .

  
**ARPIGRA S.A.**  
 Luis Miguel Razzori Cabrera  
 Gerente General

  
**DANTE MANUEL ESQUIVEL CHAVE**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 116751



REGISTRO DE EXCAVACIÓN							
CALICATA		C-10		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN		1.00 x 1.00 x 1.20	
MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS		
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad			
SM		0.50	M-1	-	De 0.50 a 0.80 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plástico, de color marrón claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compactación semi compacta a compacta y sin humedad.		
ROCA			M-2		PI: 0601 - Mu. roca ígnea de media a alta densidad ( granito, granodeorita ).		

REGISTRO DE EXCAVACIÓN							
CALICATA		C-11		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN		1.00 x 1.00 x 1.20	
MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS		
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad			
SM		0.50	M-1	-	De 0.50 a 0.80 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plástico, de color marrón claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compactación semi compacta a compacta y sin humedad.		
ROCA			M-2		De 0.80 a 1.20 m. FO: 0601 - Mu. granodeorita ).		

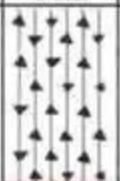

REGISTRO DE EXCAVACIÓN							
CALICATA		C-12		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN		1.00 x 1.00 x 1.20	
MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS		
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad			
SM		0.50	M-1	-	De 0.50 a 0.80 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plástico, de color marrón claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compactación semi compacta a compacta y sin humedad.		
ROCA			M-2		De 0.80 a 1.20 m. granodeorita ).		

ARPIGRA S.A.  
 ARPIGRA S.A.  
 Luis Miguel Razuri Cabrera  
 Gerente General

DAPPE MANRIQUE SCHEINER INGENIERO CIVIL  
 N° 166751  
 CIP N° 110751

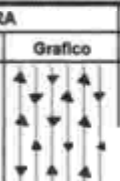

**REGISTRO DE EXCAVACION**

<b>CALICATA</b>	C-13	TAMAIK> DE EXCAVACION	1.00 x 1.00 x 1.20
-----------------	------	-----------------------	--------------------

MUESTRA		En .....	UNIDAD	CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico			
SM		0.40	M-1	Pe: 0.00 a - 0.40 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plastico, de color marron claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2	Pe: 0.40 a - Mu. roca Ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ).

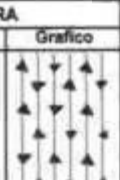

**REGISTRO DE EXCAVACION**

<b>CALICATA</b>	C-14	TAMAIK> DE EXCAVACION	1.00 x 1.00 x 1.20
-----------------	------	-----------------------	--------------------

MUESTRA		En .....	UNIDAD	CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico			
SM		0.35	M-1	pe : 0.00 a - 0.35 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plástico, de color marrón claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2	pe - 0.35 - Mas. roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ).

**REGISTRO DE EXCAVACION**

<b>CALICATA</b>	C-15	DE EXCAVACION	1.00 x 1.00 x 1.20
-----------------	------	---------------	--------------------

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
SM		0.40	M-1		pe - 0.00 - 0.40 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plastico, de color marron claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2		pe : 0.40 , - MaI. roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ).

ARPIGRA S.A.  
*Miguel Razun Cabrera*  
Las Miguel Razun Cabrera  
Gerente General

  
**MANUEL ESCOBAR CHAVEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116751

REGISTRO DE EXCAVACION					
CALICATA		C - 16		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	
				1.00 x 1.00 x 1.20	
MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS	
Simbolo	Grafico	En -			
SM		0.40	M-1		Po: 0.00 a 0.40 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plastico, de color marron claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2		pe: 0.40 a Mas. roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ) .

REGISTRO DE EXCAVACION					
CALICATA		C - 17		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	
				1.00 x 1.00 x 1.20	
MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS	
Simbolo	Grafico	En -			
SM		0.40	M-1		Po: 0.00 a 0.40 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plastico, de color marron claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2		pe: 0.40 a Mas. roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ) .

REGISTRO DE EXCAVACION					
CALICATA		C - 18		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	
				1.00 x 1.00 x 1.20	
MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERISTICAS	
Simbolo	Grafico	En -			
SM		0.40	M-1		pe: 0.00 a 0.40 m. Suelo de matriz arenosa (SM) no plastico, de color marron claro con gravas aisladas de forma semi redondeada, de textura y grano fino a medio de compacidad semi compacto a compacto y sin humedad
ROCA			M-2		pe: 0.40 a Mas. roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ) .

ARPIGRA S.A.  
Luis Miguel Razuol Cabrera  
Gerente-Operativa

MANUEL ESQUIVEL CHAVEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 710721



Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

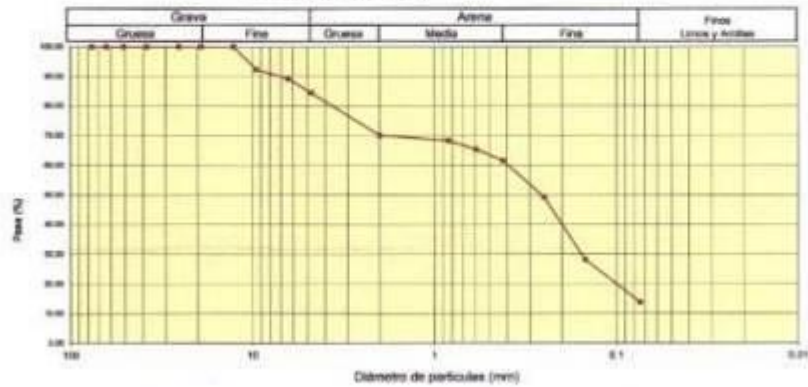
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	734.6	gr.
Peso Seco Lavado	632.9	gr.
Peso perdido por lavado	101.7	gr.

MUESTRA : C-1
PROF. : 0.00 - 0.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2.4 Grava y arena en fríos o húmedos
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Mezcla de arena y grava fina Clasificación (S.U.C.S.)
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	56.5	7.7	92.3	Sueto de partículas gruesas. Sueto de partículas gruesas con frías (sueto húmedo). Arenas limpias y gruesas
1/4"	6.30	23.0	3.1	89.2	
N° 4	4.75	34.7	4.7	84.5	Pasante tamiz N° 4 (%) : 84.5 Pasante tamiz N° 200 (%) : 13.8
N° 10	2.00	105.7	14.4	70.1	
N° 20	0.850	12.6	1.7	31.6	0.00 (mm)
N° 30	0.600	21.7	3.0	34.6	0.40 (mm)
N° 40	0.425	28.6	3.9	35.5	0.075 (mm)
N° 60	0.250	89.5	12.2	50.7	0.075 (mm)
N° 100	0.150	155.6	21.2	71.9	0.075 (mm)
N° 200	0.075	105.0	14.3	86.2	Cu
< 200		101.7	13.8	100.0	Cc
Total		734.6		100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRA S.A.  
Luis Angel Razun Cabrera  
Gerente General

DANIE MANUEL ESCOBAR CHAVEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 150739

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

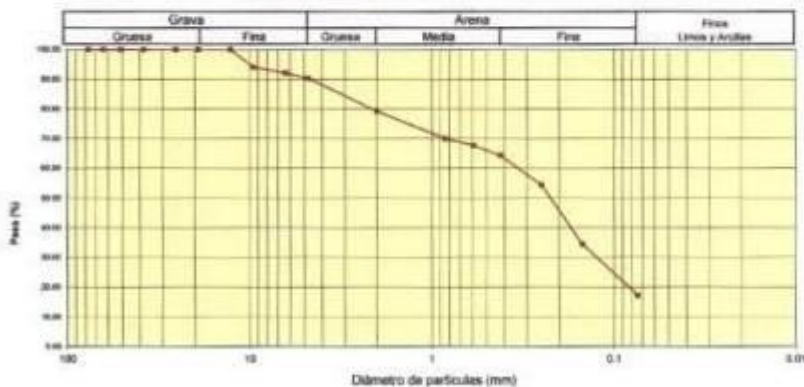
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	606.6 gr
Peso Seco Lavado	504.5 gr
Peso perdido por lavado	105.1 gr

MUESTRA : C - 2
PROF : 0.00 - 0.40

Tamaño/Apertura	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AAH6TO
N° 2 (76.20)	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Coque y sueno como subgrán A.3.4 Grava y arena gruesa e fina
2" (50.80)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2" (37.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1" (25.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4" (19.00)	0.0	0.0	0.0	100.0	Ver la tabla en peso etc.
1/2" (12.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8" (9.50)	35.7	5.9	5.9	94.1	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas: Suelo de partículas gruesas con fina (suelo suelto)
1/4" (6.30)	12.4	2.0	7.9	92.1	
N° 4 (4.75)	10.7	1.8	9.6	90.4	Ver la tabla en peso etc.
N° 10 (2.00)	67.7	11.1	20.8	79.2	
N° 20 (0.850)	56.3	9.2	30.0	70.0	Peso tamiz N° 4 (%) : 90.4
N° 30 (0.600)	13.6	2.2	32.2	67.8	Peso tamiz N° 200 (%) : 17.2
N° 40 (0.425)	21.0	3.4	35.7	64.3	D60 (mm) : 0.35
N° 60 (0.250)	60.6	9.9	45.6	54.4	D30 (mm) : 0.132
N° 100 (0.150)	121.5	19.9	65.5	34.5	D10 (mm) :
N° 200 (0.075)	105.0	17.2	82.8	17.2	Cu
< 200	105.1	17.2	100.0	0.0	Cc
Total	606.6			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRASA  
Lito Miguel Razun Cabeza  
Gerente General

MANUEL ESQUIVEL CHALES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 14274

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

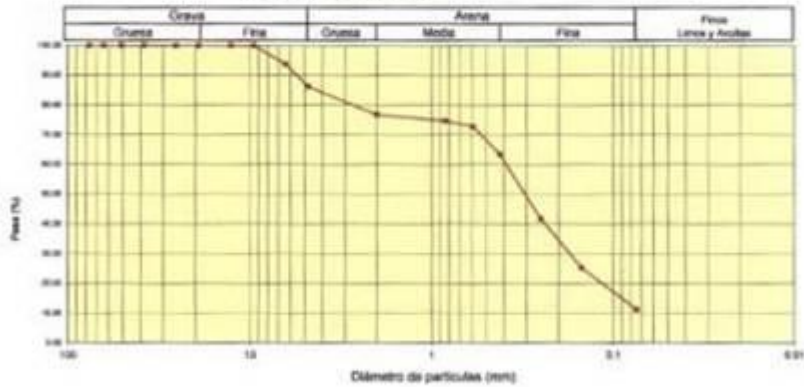
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
LUGAR : Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	504 gr	MUESTRA C - 4 PROF. 0.00 - 0.50
Peso Seco Lavado	538.1 gr	
Peso perdido por lavado	87.9 gr	

Tamaño Abertura	Peso Retenido (%)	Retenido Porcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
Nº	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excedente a suero como subgrano A.2.4 Grava y arena árida o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	Ver la tabla de peso (gr)
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.B.) Tipo de partículas gruesas (1) Nomenclatura con símbolo de peso
1/4"	6.30	37.6	6.2	93.8	
Nº 4	4.75	45.8	7.6	86.2	Peso tamiz Nº 4 (%) 86.2
Nº 10	2.00	56.7	9.4	76.8	
Nº 20	0.850	12.6	2.1	74.7	Peso tamiz Nº 200 (%) 11.2
Nº 30	0.600	11.6	1.9	72.8	C <sub>60</sub> (mm) 0.59
Nº 40	0.425	9.6	1.4	63.4	C <sub>30</sub> (mm) 0.180
Nº 60	0.250	130.8	21.6	58.2	C <sub>10</sub> (mm) :
Nº 100	0.150	99.8	18.5	74.7	C <sub>5</sub> (mm) :
Nº 200	0.075	85.0	14.1	88.8	C <sub>2</sub> (mm) :
< 200		87.9	11.2	100.0	C <sub>1</sub> (mm) :
Total		604.0		100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRASA  
Luis Miguel Pichón Cabrera  
Gerente General

MANUEL ESQUIVEL  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 112758

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR : Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	733.7	gr.
Peso Seco Lavado	609.8	gr.
Peso perdido por lavado	123.9	gr.

MINISTERIO	C - 6
PROF.	0.00 - 0.30

Tamiz (apertura)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Acumulado (%)	Porcentaje Pasante (%)	Clasificación AASHTO
Nº 2 1/2"	75.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Ecuivalente a bueno como taladrado A-3.4 (base) y arena artificial o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.80	0.0	0.0	100.0	Material de granular Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.55	3.4	3.4	96.6	
1/4"	6.30	57.7	7.9	88.8	Subo de partículas gruesas. Suave de partículas gruesas con fines (base) suaves
Nº 4	4.75	19.7	2.7	98.1	Material de granular
Nº 10	2.00	21.8	3.0	83.1	
Nº 20	0.850	17.0	3.4	80.7	Peso tamiz Nº 4 (%) 98.1
Nº 30	0.600	18.0	2.5	78.2	Peso tamiz Nº 200 (%) 16.9
Nº 40	0.425	48.8	8.7	71.5	D <sub>100</sub> (mm) 0.30
Nº 60	0.250	157.6	21.5	50.0	D <sub>300</sub> (mm) 0.142
Nº 100	0.150	133.6	18.2	68.2	D <sub>75</sub> (mm) 0.30
Nº 200	0.075	109.7	15.0	83.1	Cu
< 200		123.9	16.9	100.0	Cc
Total	733.7			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRASA  
Huel Pérez R.  
Luis Manuel Razon Cabrera  
Gerente General

ING. FRANCISCO J. GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP Nº 118794

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	681.5	gr.
Peso Seco Lavado	578.1	gr.
Peso perdido por lavado	103.4	gr.

MUESTRA	C - 6
PROF.	0.00 - 0.30

Tamaño Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
Nº 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular
2"	90.80	0.0	0.0	100.0	Existente a menos como subgrano
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	A 1 a Fragmentos de roca, grava y arena
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	45.2	6.6	93.4	
1/4"	6.30	32.1	4.7	88.7	
Nº 4	4.75	97.9	14.4	25.7	
Nº 10	2.00	60.2	8.8	34.5	
Nº 20	0.850	36.4	5.3	29.9	
Nº 30	0.600	23.6	3.9	43.3	
Nº 40	0.425	50.3	7.4	50.7	
Nº 60	0.250	90.0	13.2	63.9	
Nº 100	0.150	109.4	16.1	80.0	
Nº 200	0.075	33.0	4.8	84.8	
< 200		103.4	15.2	100.0	
Total	681.5			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRA S.A.  
Luis Miguel Padua Cabrerá  
Gerente General

MANUEL ESCOBAR  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 11078



Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

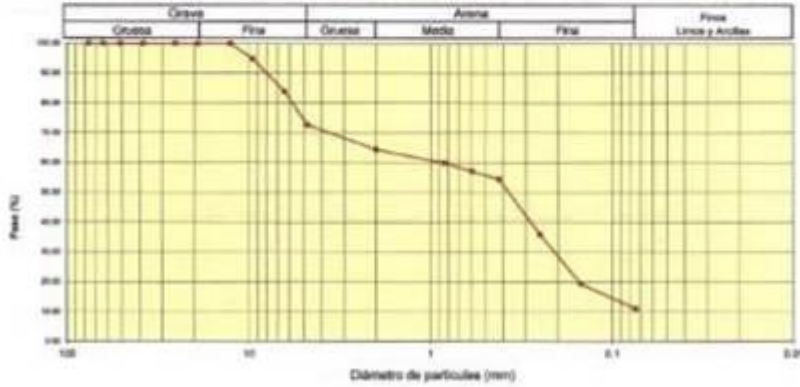
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
LUGAR : Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	719.7	gr.
Peso Seco Lavado	640.8	gr.
Peso perdido por lavado	78.1	gr.

MUESTRA : C - 7
PROF. : 0.00 - 1.20

Tamaño (Abertura)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Ecuatorial e Islero como subgrado A-1 + Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Clasificación (R.U.C.S.) Suave de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo 0000)
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	37.0	5.1	94.9	Clasificación (R.U.C.S.) Suave de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo 0000)
1/4"	5.30	79.7	11.1	88.8	
N° 4	4.75	80.0	11.1	72.7	Clasificación (R.U.C.S.) Suave de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo 0000)
N° 10	2.00	60.0	8.3	64.3	
N° 20	0.850	31.7	4.4	59.9	Pasa tamiz N° 4 (%) : 72.7
N° 30	0.600	20.7	2.9	57.1	Pasa tamiz N° 200 (%) : 11.0
N° 40	0.425	18.6	2.6	54.5	D60 (mm) : 0.86
N° 60	0.250	13.7	1.8	55.9	D30 (mm) : 0.213
N° 100	0.150	11.7	1.5	19.4	D10 (mm) :
N° 200	0.075	6.5	0.4	11.0	Cu
< 200		79.1	11.0	100.0	Cc
Total		719.7		100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRA S.A.  
Luis Miguel Riqui Cabrera  
Gerente General

ING. MANUEL EDUARDO CHAVEZ  
INGENIERO CIVIL  
R.O. COP N° 110741

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

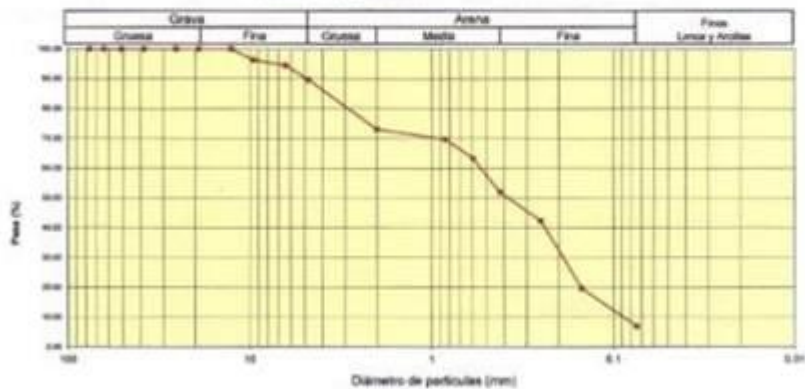
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	589	gr.
Peso Seco Lavado	540.9	gr.
Peso perdido por lavado	48.1	gr.

MUESTRA: C - 8
PROF.: 0.00 - 0.50

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 1/2" (76.20)	0.0	0.0	0.0	100.0	Materia gruesa
2" (50.80)	0.0	0.0	0.0	100.0	Excluido a menos como subgrado A o Arena fina
1 1/2" (37.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1" (25.40)	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4" (19.00)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2" (12.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8" (9.50)	25.6	3.7	3.7	96.3	
1/4" (6.30)	12.4	1.8	5.5	94.5	
N° 4 (4.75)	33.2	4.8	10.3	89.7	
N° 10 (2.00)	114.4	16.8	26.9	73.1	
N° 20 (0.850)	23.2	3.4	30.3	69.7	Pasa tamiz N° 4 (%) : 89.7
N° 30 (0.600)	44.2	6.4	36.7	63.3	Pasa tamiz N° 200 (%) : 7.0
N° 40 (0.425)	78.1	11.3	48.1	51.9	D <sub>60</sub> (mm) : 0.54
N° 60 (0.250)	66.4	9.6	57.7	42.3	D <sub>30</sub> (mm) : 0.192
N° 100 (0.150)	155.4	22.8	80.2	19.8	D <sub>10</sub> (mm) : 0.094
N° 200 (0.075)	88.0	12.8	93.0	7.0	C <sub>u</sub> : 5.8
< 200	48.1	7.0	100.0	0.0	C <sub>c</sub> : 0.729
Total	589.0			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIORA S.A.  
Luis Miguel Ruiz Cáceres  
Gerente General

SALVADOR ESQUIVEL ZUÑIGA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 116256

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

PROYECTO: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR: Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
FECHA: diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	677.8	gr
Peso Seco Lavado	623.0	gr
Peso perdido por lavado	54.8	gr

MUESTRA	C-9
PROF.	0.00 - 0.20

Tamaño (Abertura)	Peso Retenido (gr)	Retenido Porcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excentro e Isento como subgrano A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Suave de partículas gruesas No extendida con áridos de base
3/8"	9.50	12.6	1.9	87.1	
1/4"	6.30	34.5	5.1	65.1	Máx. ret. permit. en los cuernos N° 40
N° 4	4.75	23.7	3.5	76.3	
N° 10	2.00	122.4	18.1	81.5	
N° 20	0.850	78.6	11.6	88.4	Pasa tamiz N° 4 (%) 89.6
N° 30	0.600	56.4	8.3	91.4	Pasa tamiz N° 200 (%) 8.1
N° 40	0.425	50.0	8.9	91.1	D40 (mm) 0.85
N° 60	0.250	45.4	6.7	93.3	D60 (mm) 0.219
N° 100	0.150	144.7	21.3	78.3	D10 (mm) 0.1501
N° 200	0.075	44.7	6.6	93.4	Cu 8.4
< 200		54.8	8.1	100.0	Cc 0.560
Total		677.8		100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRA S.A.  
Luis Miguel Rosell Cabreria  
Gerente General

DAVE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 110794



Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

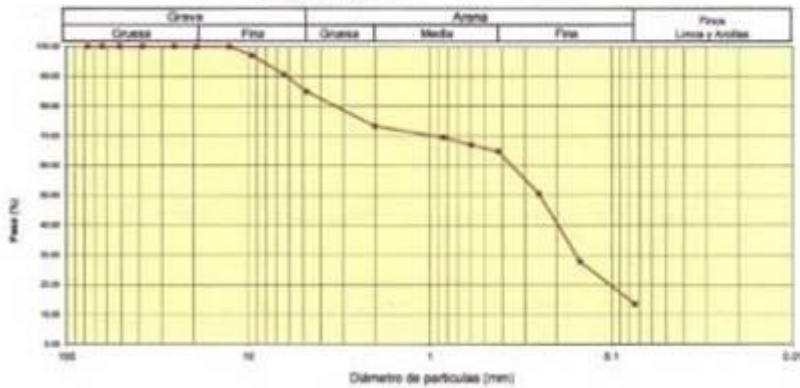
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	690	gr.
Peso Seco Lavado	596.6	gr.
Peso perdido por lavado	93.4	gr.

MUESTRA : C - 10
PROF : 0.00 - 0.60

Tamaño (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 75 (2.00)	0.0	0.0	0.0	100.0	Materiales granular
N° 60 (2.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	Excluido a menos como subgrado
N° 45 (3.75)	0.0	0.0	0.0	100.0	A-3 a Grava y arena arcillosa o limosa
N° 30 (5.00)	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 20 (7.50)	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 15 (10.00)	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 10 (15.00)	19.8	2.9	2.9	97.1	
N° 7.5 (20.00)	44.8	6.5	9.4	90.6	
N° 5 (30.00)	39.7	5.8	15.1	84.9	
N° 4 (42.50)	80.1	11.6	26.7	73.3	
N° 3 (60.00)	25.7	3.7	30.4	69.6	Pasa tamiz N° 4 (%) 64.9
N° 2 (84.00)	17.9	2.6	33.0	67.0	Pasa tamiz N° 200 (%) 13.5
N° 1.5 (105.00)	14.6	2.1	35.2	64.8	D60 (mm) 0.26
N° 1 (150.00)	98.7	14.3	49.5	50.5	D30 (mm) 0.150
N° 0.75 (200.00)	156.7	22.7	72.2	27.8	D10 (mm) :
N° 0.6 (250.00)	98.6	14.3	86.5	13.5	Cu
< 200	93.4	13.5	100.0	0.0	Cu
Total	690.0			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPICRA S.A.  
Luis Miguel Rosales Cabrera  
Gerente General

ING. MANUEL ESCOBAR, CIVIL  
DIPLOMADO CIVIL  
Reg. CIP. N° 116754

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

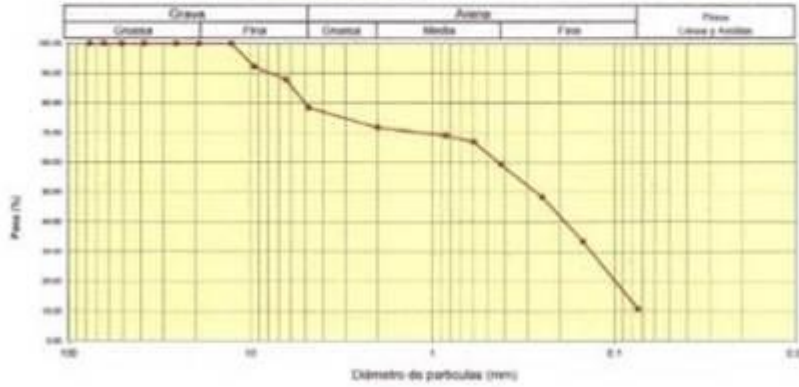
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Saco Inicial	737.8	gr
Peso Saco Lavado	658.5	gr
Peso partido por lavado	79.3	gr

MUESTRA	C - 11
PROF.	0.00 - 0.40

Tamaño/Apertura N°	Tamaño (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Materia gruesa
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	Coarse to finer than aggregate
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	A.2.4 Gravel & stone, crushed & fines
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S. U. C. S.)
3/8"	9.50	56.5	7.7	7.7	92.3	Suave de partículas gruesas /
1/4"	6.30	33.0	4.5	12.1	87.9	Remanente con arena de 0.075
N° 4	4.75	69.7	9.4	21.6	78.4	Materia gruesa con fines de arena 0.075
N° 10	2.00	48.9	6.6	28.2	71.8	
N° 20	0.850	20.0	2.7	30.9	69.1	Pasa tamiz N° 4 (%) 78.4
N° 30	0.600	15.7	2.1	33.0	67.0	Pasa tamiz N° 200 (%) 10.7
N° 40	0.425	56.0	7.6	40.6	59.4	D60 (mm) 0.43
N° 60	0.250	80.0	10.8	51.5	48.5	D30 (mm) 0.153
N° 100	0.150	110.9	15.0	66.5	33.5	D10 (mm)
N° 200	0.075	167.8	22.7	89.3	10.7	Cu
< 200		79.3	10.7	100.0	0.0	Cc
Total		737.8			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRA S.A.  
Luz Miguel RUIZUI Cabrerá  
Gerente General

DANTE MANUEL ESCOBAR CHAVEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 816734

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

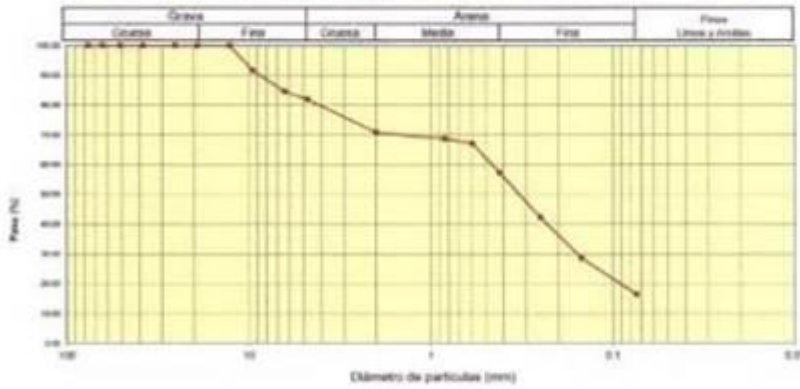
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso seco inicial	809	gr.
Peso seco lavado	675.6	gr.
Peso perdido por lavado	133.4	gr.

MUESTRA: C - 12
PROF: 0.00 - 0.40

Tamiz/Apertura	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Coherente o blando como subgrano A-2.4 Grava y arena gravales o medias
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Suave de partículas gruesas, Suave de partículas gruesas con fines (suave arena)
3/8"	9.50	66.8	8.3	91.7	
1/4"	6.30	57.4	7.1	84.6	Material granular Medio
N° 4	4.75	21.6	2.7	82.0	
N° 10	2.00	89.5	11.1	70.9	Pasante tamiz N° 4 (%) 82.0 Pasante tamiz N° 200 (%) 16.5
N° 20	0.850	17.8	2.2	68.7	
N° 30	0.600	12.6	1.6	67.2	D <sub>60</sub> (mm) 0.46 D <sub>30</sub> (mm) 0.164
N° 40	0.425	78.6	9.7	57.5	
N° 60	0.250	123.0	15.2	42.3	D <sub>10</sub> (mm) : C <sub>u</sub>
N° 100	0.150	109.8	13.6	28.7	
N° 200	0.075	98.7	12.2	16.5	C <sub>u</sub>
< 200		133.4	16.5	0.0	
Total		809.0		100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARDORA S.A.  
Ingeniería Ambiental  
Luis Miguel Riquelme Calderín  
Gerente General

DANTE BARRAL ESCOBAR D. M. S.  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 110784

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Saco Inicial	780.3	gr
Peso Saco Lavado	661.0	gr
Peso perdido por lavado	129.3	gr

MUESTRA	C - 13
PROF.	0.00 - 0.40

Tamaño/Apertura	Peso (Retenido/g)	Retenido Ponderal(%)	Retenido Acumulada(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	75.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excluido o sueno como subgrano A-2.4 Grueso y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Material granular Clasificación (S.U.C.S.)
1/2"	12.50	48.8	5.9	94.1	
3/8"	9.50	56.4	7.2	89.9	Grado de partículas gruesas (Grado de partículas gruesas con fines (solo arena))
1/4"	6.30	48.8	5.9	81.0	
N° 4	4.75	20.7	2.7	78.4	Material granular Clasificación (S.U.C.S.)
N° 10	2.00	32.0	4.1	74.3	
N° 20	0.850	11.9	1.5	72.8	Pasa tamiz N° 4 (%)
N° 30	0.600	16.8	2.2	70.6	Pasa tamiz N° 200 (%)
N° 40	0.425	50.0	6.4	64.2	D60 (mm)
N° 60	0.250	78.0	10.0	54.2	D30 (mm)
N° 100	0.150	100.0	20.5	33.7	D10 (mm)
N° 200	0.075	133.6	17.1	83.4	Cu
< 200		129.3	16.6	0.0	Cc
Total		780.3		100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRA S.A.  
Luz Miguel Razón Cabrera  
Gerente General

ING. MANUEL ESPINOZA  
INGENIERO CIVIL  
Rég. CIP. N° 116751

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

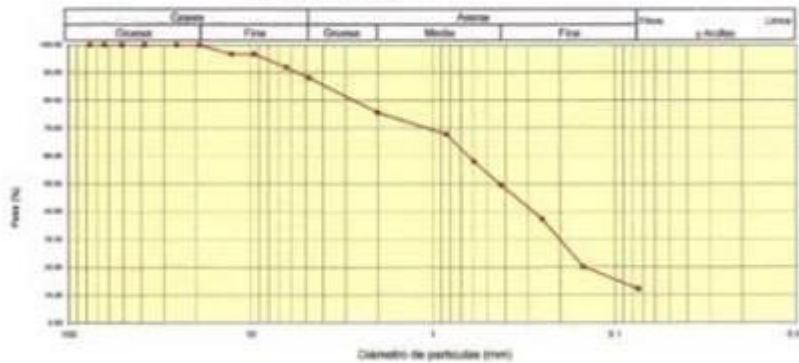
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Saco Inicial	708.4	gr
Peso Saco Vacío	621.5	gr
Peso perdido por lavado	86.9	gr

MUESTRA C - 14
PROCP - 0.00 - 0.35

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr)	Retenido Porcent (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	Ø (mm)				
2 1/2"	75.20	0.0	0.0	100.0	Material granular
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	Excluido a menos costo subgrano
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	A.1.1.1 Fregonete de coque, grava y arena
1"	25.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	23.5	3.3	96.7	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	0.0	0.0	99.7	Sube de partículas gruesas, Sube de partículas finas, no tiene cuantos finos
1/4"	6.30	35.5	4.7	90.0	
N° 4	4.75	27.6	3.9	88.1	no tiene cuantos finos
N° 10	2.00	87.5	12.4	24.3	
N° 20	0.850	65.3	7.8	32.1	Peso tamiz N° 4 (%) 88.1
N° 30	0.600	70.0	9.8	42.0	Peso tamiz N° 200 (%) 12.3
N° 40	0.425	59.2	8.4	50.3	CDD (mm) 0.54
N° 60	0.250	87.0	12.3	62.6	CDD (mm) 0.250
N° 100	0.150	121.5	17.2	79.8	C10 (mm)
N° 200	0.075	96.4	8.0	67.7	C4
+ 200		86.9	12.3	100.0	C4
Total		708.4		100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRASA  
Luis Miguel Razuri Cabrera  
Gerente General

INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 110734



Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR : Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Saco Inicial	680.7	gr.
Peso Saco Limpio	587.0	gr.
Peso perdido por lavado	93.7	gr.

MUESTRA : C - 16
PROP. : 0.00 - 8.40

Tamiz (Abertura)	Tamaño (mm)	Peso Retenido (gr.)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Acumulado (%)	Porcentaje Pasado (%)	Clasificación AASHTO
Nº						
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Coherente o no coherente, categoría A-1, A-2 (Grava y arena washed o no washed)
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
10"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
38"	9.50	30.0	4.4	4.4	95.6	
14"	6.30	21.7	3.2	7.6	92.4	Base de partículas gruesas, Base de partículas gruesas con poca pasta matriz
Nº 4	4.75	44.0	6.5	14.1	85.9	
Nº 10	2.00	53.7	7.9	21.9	78.1	Materiales granulares
Nº 20	0.850	21.0	3.1	25.0	75.0	
Nº 30	0.600	18.8	2.7	27.8	72.2	Peso (tamiz Nº 4) (%) 85.9
Nº 40	0.425	22.0	3.2	31.0	69.0	Peso (tamiz Nº 200) (%) 13.8
Nº 60	0.250	109.0	16.0	47.0	53.0	OM (mm) 0.22
Nº 100	0.150	178.0	26.1	73.2	26.8	OM (mm) 0.150
Nº 200	0.075	86.0	13.1	86.2	13.8	Cu (mm)
< 200		93.7	13.8	100.0	0.0	Cu
Total		680.7			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRASA  
Miguel Rosales  
Eduardo Riquelme Cabreria  
Gerente General

INTEC  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP Nº 190734

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

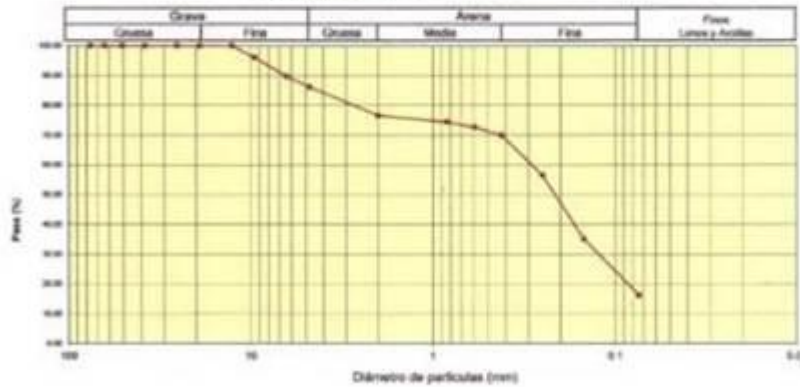
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	730.6	gr.
Peso Seco Lavado	611.8	gr.
Peso perdido por lavado	118.8	gr.

MUESTRA : C - 16
PROF. : 0.00 - 0.40

Tamiz/Apertura	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material grueso Excluido a suero como subgrano A-2.4 Grueso y arena arcillosa y limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.80	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Materiales finos (M)
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	28.7	3.9	95.1	Clasificación (S.U.C.S.) Sueto de partículas gruesas. Sueto de partículas gruesas con suero (sueto arcillo)
1/4"	6.30	45.7	6.3	89.8	
N° 4	4.75	29.6	3.6	86.2	Materiales finos (M)
N° 10	2.00	70.0	9.6	79.6	
N° 20	0.850	15.7	2.1	74.4	Peso tamiz N° 4 (%) : 86.2
N° 30	0.600	12.7	1.7	72.7	Peso tamiz N° 200 (%) : 16.3
N° 40	0.425	20.0	2.7	70.0	D60 (mm) : 0.25
N° 60	0.250	98.7	13.5	56.5	D30 (mm) : 0.125
N° 100	0.150	195.4	21.3	35.2	D10 (mm) :
N° 200	0.075	136.3	18.9	16.3	Cu
< 200	118.8	16.3	100.0	0.0	Cu
Total	730.6			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	809	gr.
Peso Seco Lavado	683.1	gr.
Peso perdido por lavado	125.9	gr.

MUESTRA : C - 17
PROF : 0.00 - 0.40

Tamaño/Apertura (mm)	Peso Retenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Exento e Inerte como subgrado A-3.4 (Grava y arena grises y blancos)
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
10"	12.50	51.0	6.3	93.7	Clasificación (B.U.C.S.) Suave de partículas gruesas. Suave de partículas gruesas con finos (suave blanco)
38"	9.50	26.7	3.3	96.6	
14"	6.30	86.9	7.0	83.4	Materiales con granillo
N° 4	4.75	57.8	7.1	78.2	
N° 10	2.00	45.9	6.7	70.9	Pasa tamiz N° 4 (%) : 76.2 Pasa tamiz N° 200 (%) : 15.6
N° 20	0.850	16.8	2.1	68.5	
N° 30	0.600	37.6	4.6	63.8	D60 (mm) : 0.34
N° 40	0.425	11.9	1.5	62.3	D30 (mm) : 0.121
N° 60	0.250	40.2	5.0	57.4	D10 (mm) :
N° 100	0.150	170.0	21.0	63.8	36.4
N° 200	0.075	168.3	20.8	84.4	15.6
< 200		125.9	15.6	100.0	0.0
Total	809.0			100.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRA S.A  
Luis Miguel Rozari Cobelli  
Gerente General

MANUEL ESCOBAR CHAVE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 416731



Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población - 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

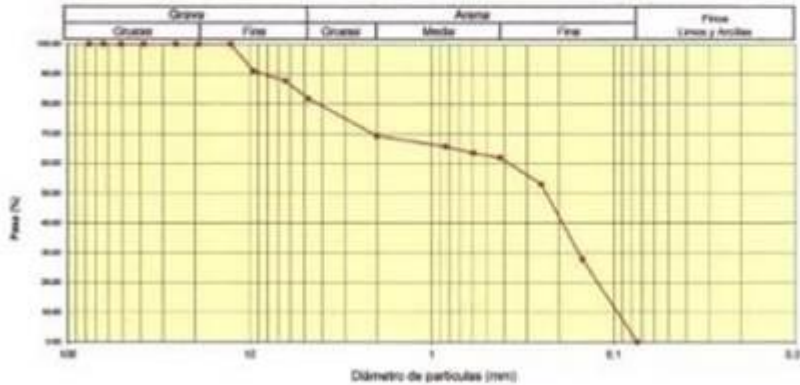
PROYECTO : Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash  
LUGAR :  
FECHA : diciembre, 2019

Peso Seco Inicial	757.8	gr
Peso Seco Lavado	639.7	gr
Peso perdido por lavado	118.1	gr

MUESTRA	C - 18
PROF.	0.00 - 0.40

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido (gr)	Retenido Ponderal (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasaje (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Existente a suero cono subgrato A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	100.0	No se mide el grupo (G)
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S U C S)
3/8"	9.50	56.7	5.9	43.3	
1/4"	6.30	21.7	3.4	71.7	Sueto de partículas gruesas, Sueto fino
N° 4	4.75	37.8	5.9	62.1	
N° 10	2.00	80.0	12.5	19.9	No se gobiernan con grupo (F)
N° 20	0.850	23.0	3.6	76.4	
N° 30	0.600	14.1	2.2	85.9	Pasa tamiz N° 4 (%)
N° 40	0.425	10.0	1.6	89.0	Pasa tamiz N° 200 (%)
N° 60	0.250	5.0	0.9	95.0	D60 (mm)
N° 100	0.150	36.8	25.1	63.2	D30 (mm)
N° 200	0.075	178.8	27.9	72.1	D10 (mm)
< 200			100.0	0.0	Cu
Total		639.7	#VALOR!	100.0	Cu

CURVA GRANULOMÉTRICA



ARPIGRA S.A.  
*Miguel Cabrera*  
Luis Miguel Richard Cabrera  
Gerente General

*Manuel Esquivel*  
MANUEL ESQUIVEL CAJAVE  
INGENIERO CIVIL  
RUC: CIP N° 110704

**ESTRATIGRAFIA**

<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash		
<b>LUGAR:</b>	Centro poblado Canrey Chico		
<b>FECHA</b>	06/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALICATA</b>	C - 1		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20

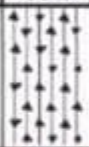

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS	
Simbolo	Grafico	Grafico	En Mts.	Muestra		Densidad
SM / A-2-4			0.50	M - 1	-	<b>De -0.00 a - 0.50 m.</b>  AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
ROCA				M - 2		<b>De -0.50 a - Mas.</b>  Roca ignea de media a alta densidad ( granito).

ARPIGRA S.A.  
*Luis Miguel Razuri Cabrera*  
Gerente General

*DR. MANUEL ESQUIVEL ORTIZ*  
INGENIERO CIVIL  
RUC. CIP. N° 110726

**ESTRATIGRAFIA**

<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Ancash		
<b>LUGAR:</b>	Centro poblado Canrey Chico		
<b>FECHA:</b>	06/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALICATA:</b>	C - 2		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20

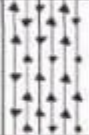


MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS	
Simbolo	Grafico	Grafico	En Mts.	Muestra		Densidad
SM / A-2-4			0.40	M - 1	-	De -0.00 a - 0.40 m.  AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
ROCA				M - 2		De -0.40 a - Mas.  Roca ígnea de media a alta densidad ( granito ).

ARPIGRÁ S.A.  
  
 Luis Miguel Pazun Cabrera  
 Gerente General

  
 DANIEL RAMÍREZ ESCOBAR  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 116721

### ESTRATIGRAFIA

<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019				
<b>LUGAR</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico				
<b>FECHA</b>	06/08/2017			<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b>	No presenta
<b>CALICATA</b>	C - 3			<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
				<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x 1.20

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS	
Simbolo	Grafico	Grafico	En Mts.	Muestra		Densidad
SM / A-2-4			0.30	M - 1	-	De -0.00 a - 0.30 m.  AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
ROCA				M - 2		De -0.30 a - Mts.  Bolonerías de 20° a mas de media a alta densidad ( granito ).

  
**ARPIGRA S.A.**  
 Ingeniero Pasquín Cabrera  
 Gerente General

  
**Daniel Manuel Esquivel Cevallos**  
 Ingeiero Civil  
 Reg. CIP N° 116731

**ESTRATIGRAFÍA**

PROYECTO:	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de provincia de Recuay, región Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019		
LUGAR:	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico		
FECHA	06/08/2017		NIVEL FREÁTICO ( m. )
CALICATA	C - 4		MÉTODO DE EXCAVACIÓN
			TAMAÑO DE EXCAVACIÓN
			No presenta
			Cielo abierto
			1.00 x 1.00 x 1.20

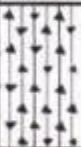


MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafo	Grafo	En Mts.	Muestra	
SP SM / A-2-4			0.50	M - 1	De -0.00 a - 0.50 m AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA				M - 2	De -0.50 a - Inf. Roca ignea de media a alta densidad ( granito ) .

ARPIGRA S.A.  
*[Firma]*  
 LUIS MIGUEL HAZUZI COLOMBO  
 Gerente General

*[Firma]*  
 DANIEL BERNAL ESPINOZA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 110726

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH		
<b>LUGAR</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA</b>	09/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALICATA</b>	C - 5		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20

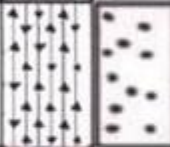
NUESTRA	Grafico		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
	Simbolo		En Mts.	Muestra	Densidad	
SM / A-2-4			0.30	M - 1	-	De -0.00 a - 0.30 m.  AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
ROCA				M - 2		De -0.30 a - Mas.  Roca ignea de media a alta densidad ( granito ) .

ARPIGRA S.A.  
  
 Luis Manuel Mezall Cabrera  
 Gerente General

  
  
 D. MANUEL ESQUIVEL CHAVE  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 160751

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RUCUAY, PROVINCIA DE RUCUAY, REGIÓN ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	06/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALICATA:</b>	C - 6		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
		En Mts.	Muestra	Densidad	
SM / A-1-b		0.30	M - 1	-	De -0.00 a - 0.3 m.  AASHTO = Fragmentos de roca, grava y arena. SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
ROCA			M - 2		De -0.30 a - Mts.  Roca ígnea de media a alta densidad ( granito ) .

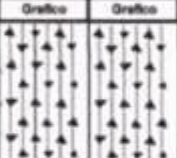
**ARPIORA S.A.**  
  
 Lic. Miguel Páez Cabrerá  
 Gerente General

  
**DANIEL MANUEL ESQUIVEL CHAURI**  
 Insc. C.O.P. Nº 110724



### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECWAY, PROVINCIA DE RECWAY, REGIÓN ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	06/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALICATA:</b>	C - 7		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20




MUESTRA		PROFUNDIDAD				CARACTERÍSTICAS
		Simbolo	Grafico	Grafico	En Mts.	
SP SM / A-2-4			1.20	M - 1	-	<b>De -0.00 a - 1.2 m-</b>  AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble

  
**ARPIGRA S.A.**  
 Luis Miguel Razuri Cordero  
 Gerente General

  
**DARCE BENÍGNO FUJIMORI SANCHEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 110754

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO DISTRITO DE RUCUAY, PROVINCIA DE RUCUAY, REGION ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	06/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALICATA:</b>	C - E		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20




MUESTRA		PROFUNDIDAD				CARACTERÍSTICAS
		En Mts.	Muestra	Densidad		
SP SM / A-3			1.20	M - 1	-	De -9.00 a - 9.9 m AASHTO = Arena , SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA				M - 2		De -9.90 a - Mas Roca ignea de media a alta densidad ( granito ) .

  
**ARPIGSA S.A.**  
 Luis Miguel Mazun Cabrero  
 Gerente General


  
**DANIEL ESCOBAR QUIJE**  
 INGENIERO CIVIL  
 RUC CIP N° 110251

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	06/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALCATA:</b>	C - 9		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20

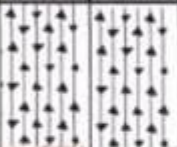

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS	
		En Mts.	Muestra	Densidad		
SP SM / A-1-0			0.20	M - 1	-	<b>De -0.00 a - 0.20 m</b> AASHTO = Fragmentos de roca, grava y arena. SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA				M - 2		<b>De -0.20 a - Mes</b> Roca ignea de media a alta densidad ( granito ) .

**ARRIGRA S.A.**  
*Miguel Razuri*  
 Lic. Miguel Razuri Cabrita  
 Gerente General

  
*[Firma]*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 110274

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECAY, PROVINCIA DE RECAY, REGIÓN ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b>	No presenta
<b>FECHA</b>	06/06/2017	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
<b>CALICATA</b>	C - 10	<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x 1.20

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS		
		Simbolo	Grafico	Grafico		En Mts.	Muestra
SM / A-2-4				0.00	M - 1	-	De -0.00 a - 0.80 m.  AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
ROCA					M - 2		De -0.80 a - Mas.  Roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ).

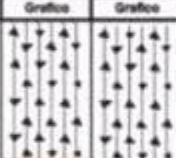
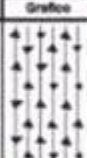

ARPIGRA S.A.  
*Luis Miguel Pazun Castaña*  
Gerente General

 *Carlos Manuel Esquivel Chano*  
INGENIERO CIVIL  
Nº 110734



### ESTRATIGRAFIA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ÁNCASH		
<b>LLGAR</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA</b>	06/08/2017	<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b>	No presenta
<b>CALICATA</b>	C - 13	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
		<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x 1.20


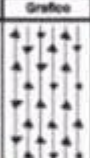

MUESTRA		PROFUNDIDAD				CARACTERÍSTICAS	
		Símbolo	Grafico	Grafico	En Mts.		Muestra
SM / A-2-4				0.40	M - 1	-	<b>De -0.00 a - 0.40 m.</b> AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA					M - 2		<b>De -0.40 a - Mas.</b> roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ) .

  
**ARPIGRA S.A.**  
 Leyla Anguila Razuri Caldera  
 Gerente General

  
 DATED: 06/08/2017  
 INGENIERO CIVIL  
 Prof. CIP N° 810754

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGION ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	06/08/2017	<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b>	No presenta
<b>CALICATA:</b>	C - 13	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
		<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x 1.20

MUESTRA	PROFUNDIDAD			Densidad	CARACTERÍSTICAS	
	Símbolo	Grafico	En Mts.			Muestra
SM / A-2-4			0.40	M - 1	-	<b>De -0.00 a - 0.40 m.</b> AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA				M - 2		<b>De -0.40 a - Mas.</b> roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ) .




**ARPIGRA S.A.**  
*León Augusto Razuri Córdova*  
 Gerente General


  
**DARWIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 810754



### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGION ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	06/06/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALICATA:</b>	C - 14		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20

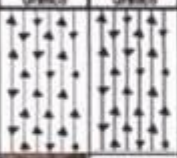

MUESTRA	Grafico		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
	Simbolo		En Mts.	Muestra	Densidad	
SM / A-1-b			0.35	M - 1	-	<b>D<sub>v</sub> - 0.09 a - 0.35 m.</b>  AASHTO = Fragmentos de roca, grava y arena, SUCS = Arena limosa con grava (SM) Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
ROCA				M - 2		<b>D<sub>v</sub> - 0.35 a - Mes.</b>  roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ).

  
 ARPIGRÁ S.A.  
 C/ta. Miguel Pazuri Cabrerá  
 Cerro Colorado

  
 MANUEL E. ...  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. GP N° 11076

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGION ÁNCASH		
<b>LUGAR</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA</b>	06/06/2017	<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b>	No presenta
<b>CALICATA</b>	C - 15	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
		<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x 1.20




MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
SM / A-2-4		0.40	M - 1	-	<b>De -0.02 a - 0.40 m.</b> AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA			M - 2		<b>De -0.40 a - Mas.</b> roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ) .

  
**ARPIGRA S.A.**  
 Luis Miguel Pazuri Cabrera  
 Gerente General

  
**DANIEL E. S. S.**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 110704

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO DISTRITO DE RUCUAY, PROVINCIA DE RUCUAY, REGION ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	08/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>ALICATA:</b>	C - 16		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20




MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS	
Símbolo	Grafico	Grafico	En Mts.	Muestra		Densidad
SM / A-2-4			0.40	M - 1	-	<b>De -0.00 a - 0.40 m.</b> AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA				M - 2		<b>De -0.40 a - Mas.</b> roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ).

  
**ARPIGRA S.A.**  
 Luis Miguel Riquelme Caballero  
 Gerente General

  
 S.A. INGENIERIA CIVIL  
 RUC - 20101100100  
 T. 051 - 911 110734

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY, REGION ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	06/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>CALICATA:</b>	C - 17		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20




MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS	
Simbolo	Grafico	Grafico	En Mts.	Muestra		Densidad
SM / A-2-4			0.40	M - 1	-	De -0.00 a - 0.40 m. AASHTO = Grava y arena arcillosa o limosa, SUCS = Arena mal graduada con limo con grava (SP SM) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA				M - 2		De -0.40 a - Mas. roca ignea de media a alta densidad ( granito, granodiorita ).

ARPIGRA S.A.  
*Manuel Enrique Ochoa*  
 Ingeniero Razon Cabrerá  
 Gerente General

  
*Manuel Enrique Ochoa*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 130294

### ESTRATIGRAFÍA

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY CHICO, DISTRITO DE RECWAY, PROVINCIA DE RECWAY, REGIÓN ÁNCASH		
<b>LUGAR:</b>	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CANREY		
<b>FECHA:</b>	06/08/2017		<b>NIVEL FREÁTICO ( m. )</b> No presenta
<b>ALICATA:</b>	C - 18		<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> Cielo abierto
			<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> 1.00 x 1.00 x 1.20

MUESTRA	PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS	
	Símbolo	Grafico	Grafico		
SP / A3			0.40	M - 1	De -0.00 a - 0.40 m.  AASHTO = Arena , SUCS = Arena mal graduada con grava (SP) Suelo de partículas gruesas. Nomenclatura con símbolo doble
ROCA				M - 2	De -0.40 a - Mas.  roca ligera de media a alta densidad ( granito, granodiorita ).

**ARPIGRASA**  
  
 Luis Miguel Piccini Calderón  
 Gerente General

  
  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIR N° 116725

	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	
110	SM A-2-4	SM A-2-4	SM A-2-4	SP SM A-2-4	SM A-2-4	SM A-1-b		SP SM A-3	SP SM A-1-b	SM A-2-4	110
100							SP SM A-2-4				100
90	ROCA	ROCA	ROCA	ROCA	ROCA	ROCA		ROCA	ROCA	ROCA	90
80											80
70											70
60											60
50											50
40											40
30											30
20											20
10											10

ARPHICA S.A.  
*Mediobanca*  
 Via Mediolanum 10  
 00187 Roma, Italia

 *Bozzi*  
 TRIBUNALE CIVILE  
 SEZIONE I  
 Via. C.P. N° 10113

	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18				
110	SP SM A-2-4	SM A-2-4	SM A-2-4	SM A-1-b	SM A-2-4	SM A-2-4	SM A-2-4	SP A-3				110
100												100
90	ROCA	ROCA	ROCA	ROCA	ROCA	ROCA	ROCA	ROCA				90
80												80
70												70
60												60
50												50
40												40
30												30
20												20
10												10

ARPHICA S.A.  
*Mediobanca*  
 Via Mediolanum 10  
 00187 Roma, Italia

 *Bozzi*  
 TRIBUNALE CIVILE  
 SEZIONE I  
 Via. C.P. N° 10113

UBICACION DE CALICATAS ESTUDIO DE SUELOS ALTO BAJO



ARPIGRA S.A.  
*[Signature]*  
Luis Miguel Riquelme Cabrera  
Gerente General

*[Signature]*  
MANUEL ESQUIVEL CHAVEZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP Nº 116741





ARPIGRA S.A.  
*Miguel Pazun P.*  
Lic. Miguel Pazun Cabreira  
Gerente General

  
*Manuel Esquivel Chave*  
DAVE MANUEL ESQUIVEL CHAVE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 116781

**CALICATA 01 CAPTACIÓN**

**CALICATA 6**



**CALICATA 07 ZONA RESERVARIO**



**CALICATA 08**



**CALICATA 9**



ARPIGSA S.A.  
*Miguel Ángel*  
Luis Miguel Pozzani - Gerente  
Gerente General

  
*Manuel Esquivel Chave*  
MANUEL ESQUIVEL CHAVE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 110751

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Canrey Chico, distrito de Recuay, provincia de Recuay, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019

**CALICATA 10**



**CALICATA 11**



**CALICATA 12**



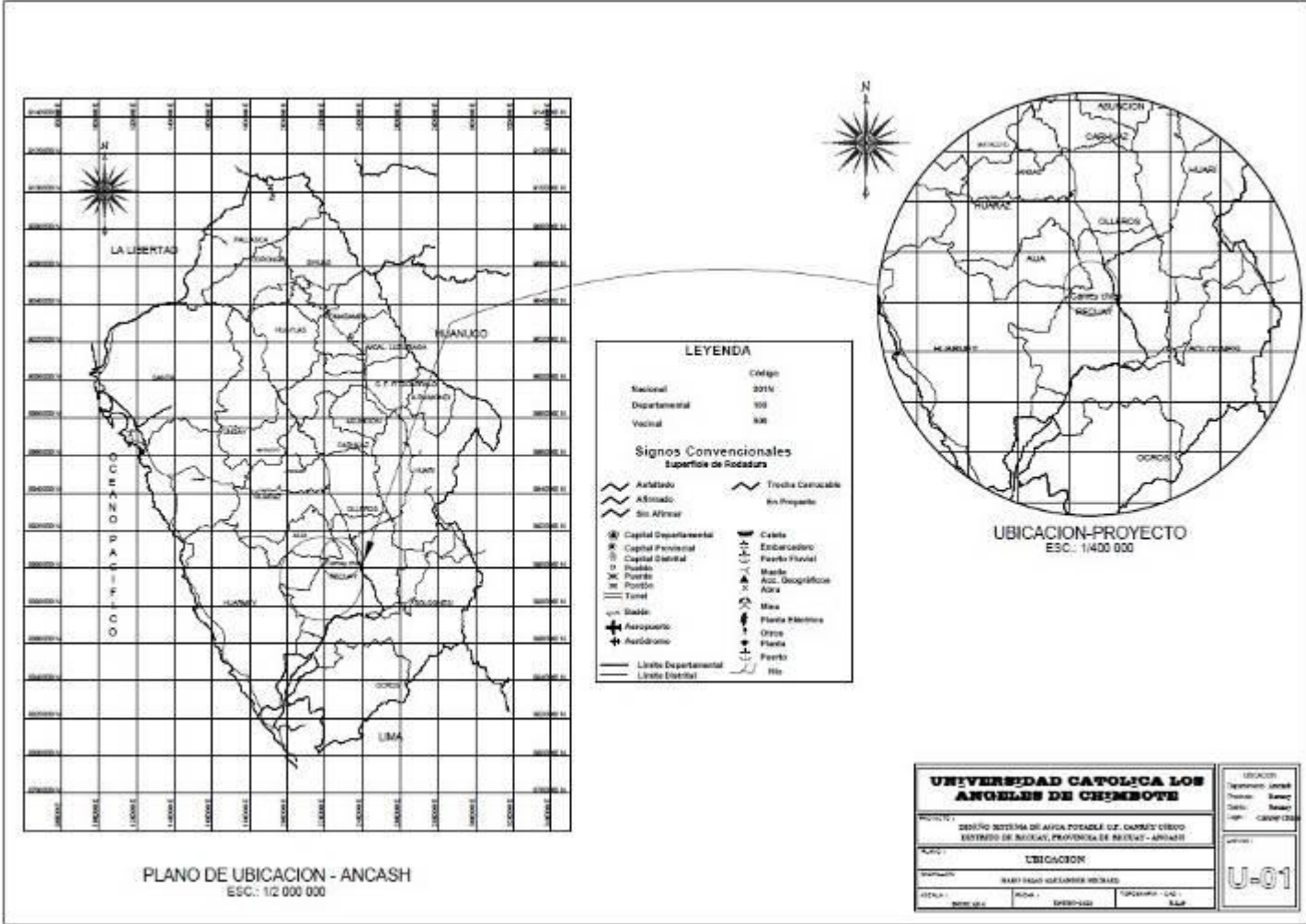
**CALICATA 13**



ARPIGRA S.A.  
*Miguel Pérez*  
Luis Miguel Rosales Jauregui  
Gerente General

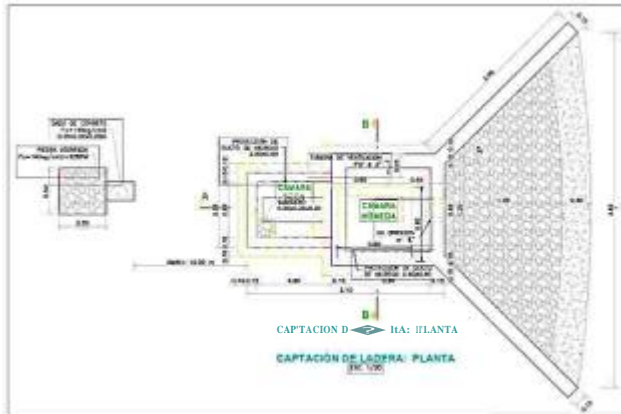
 *Miguel Manuel Escobedo Chave*  
INGENIERO CIVIL  
REG. COE. N° 39078

**Anexo 07. Planos**

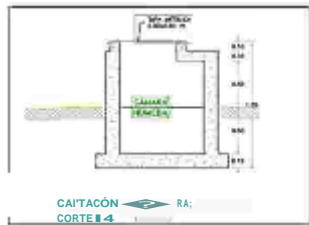








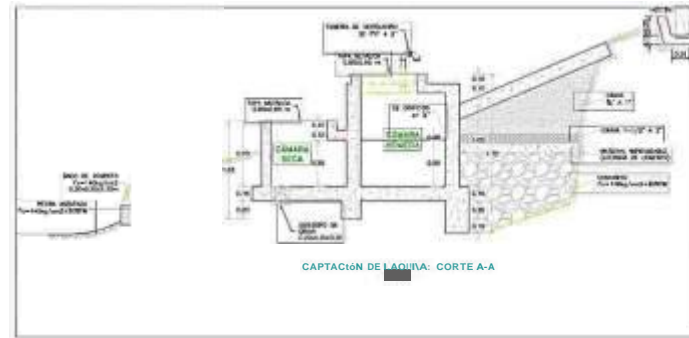
CAPTACION D IIA: HILANTA  
 CAPTACION DE LADERA: PLANTA



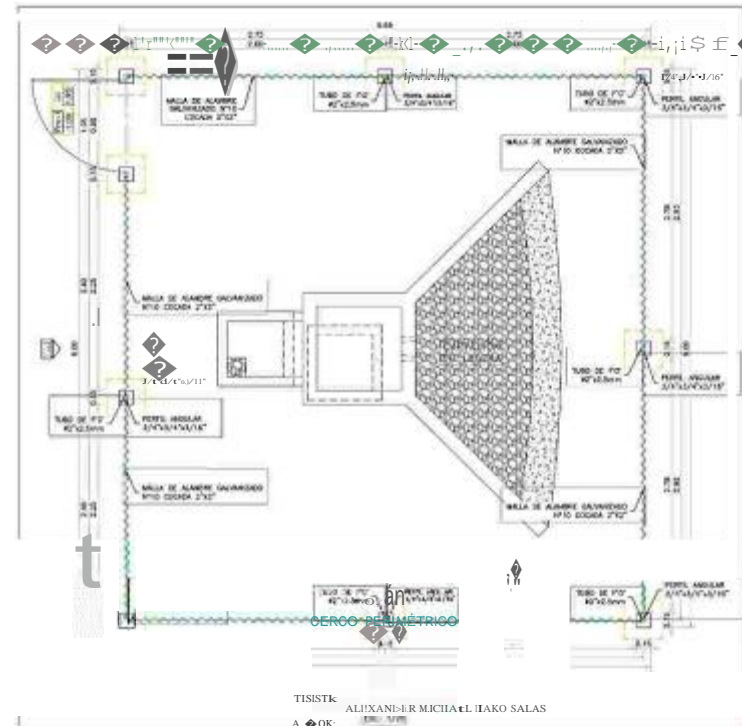
CAPTACION RA:  
 CORTE 4



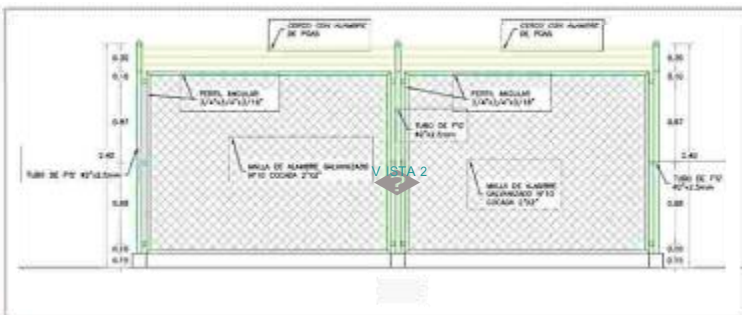
CORTE 6



CAPTACION DE LA LADERA: CORTE A-A



CERCO PERIMETRICO

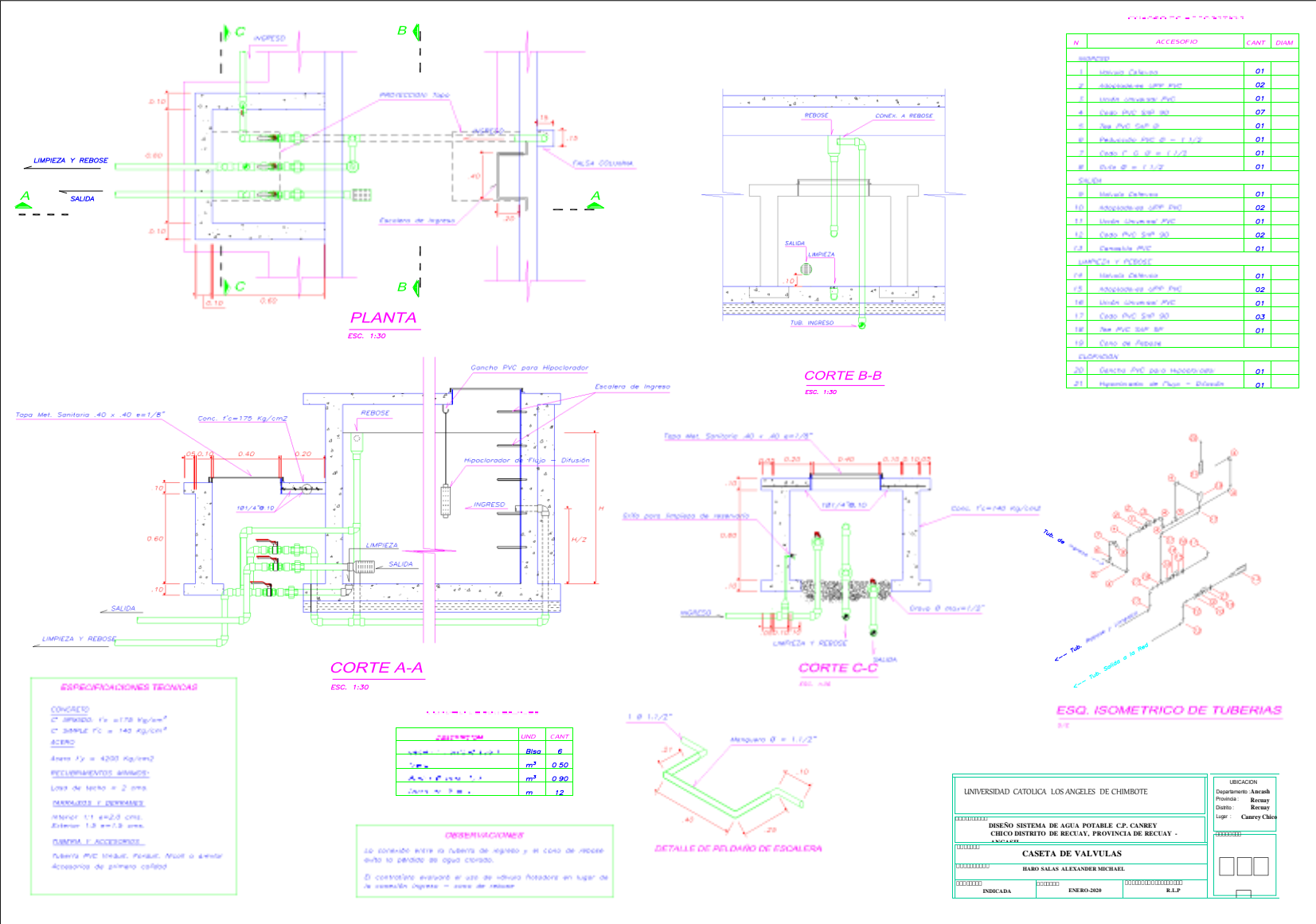


VISTA 2

TISISTK  
 ALIXANDER MICHIEL IIAKO SALAS  
 A OK  
 CAPTACION HIDRAULICA Y CERCO PERIMETRICO  
 LAMINA  
 CHC-03







N	ACCESORIO	CANT	DIAM
<b>REBOSE</b>			
1	Valvula 2" x 1/2"	01	
2	Adaptador 2" x 1/2"	02	
3	Unidad 1/2" x 1/2"	01	
4	Codo PVC 2" x 90	07	
5	Tubo PVC 2" x 1/2"	01	
6	Reduccion PVC 2" x 1 1/2"	01	
7	Codo P" 2" x 1 1/2"	01	
8	Codo 2" x 1 1/2"	01	
<b>CLAVE</b>			
9	Valvula 2" x 1/2"	01	
10	Adaptador 2" x 1/2"	02	
11	Unidad 1/2" x 1/2"	01	
12	Codo PVC 2" x 90	02	
13	Unidad PVC	01	
<b>LIMPIEZA Y REBOSE</b>			
14	Valvula 2" x 1/2"	01	
15	Adaptador 2" x 1/2"	02	
16	Unidad 1/2" x 1/2"	01	
17	Codo PVC 2" x 90	03	
18	Tubo PVC 2" x 1/2"	01	
19	Codo de Fibrosa		
<b>ESPECIFICAS</b>			
20	Canta PVC para Hipocond	01	
21	Hipocondrio en PVC - Diferen	01	

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO**  
 C' APILADO:  $f_c = 170 \text{ kg/cm}^2$   
 C' ARMADO:  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$

**ACERO**  
 Area:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

**REPLANTAMIENTOS ARMADOS**  
 Long de tapa = 2 cms

**CANALIZAS Y CONEXIONES**  
 Material: 1.1" x 1.2" cm  
 Diámetro: 1.2" x 1.2" cm

**OTROS ACCESORIOS**  
 Valvulas PVC 2" x 1/2", 1/2" x 1/2", 1/2" x 1/2"  
 Accesorios de primer calidad

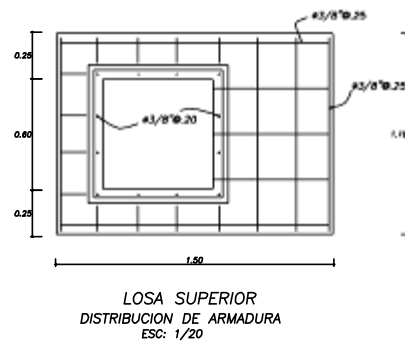
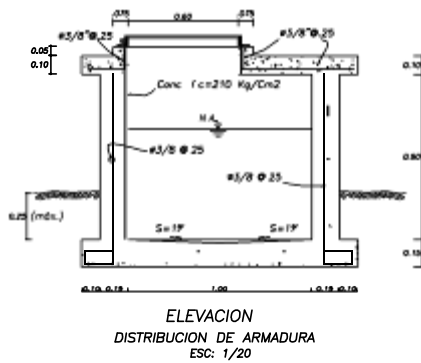
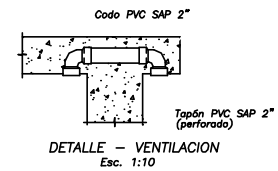
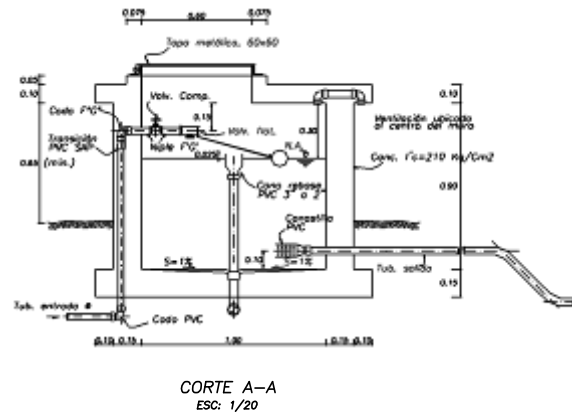
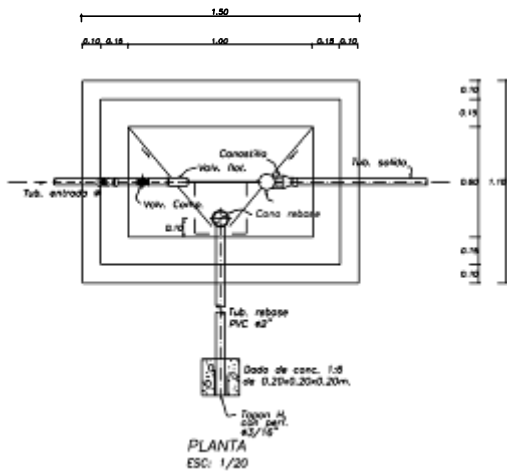
DESCRIPCION	UNID	CANT
Blaca	m <sup>2</sup>	0.50
Tubo	m <sup>2</sup>	0.90
Canta	m	12

**OBSERVACIONES**

Se considero entre la tubería de ingreso y el codo de rebose entre lo pedido al agua potable.

El contratista evaluará el uso de válvulas Automáticas en lugar de la conexión directa - codo de rebose.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		UBICACION	
DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE C.P. CANREY CHICO DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH		Departamento: Ancash Provincia: Recuay Distrito: Recuay Lugar: Canrey Chico	
CASETA DE VALVULAS		INDICACIONES	
HARO SALAS ALEXANDER MICHAEL		INDICADA	
ENERO 2020		E.L.P.	

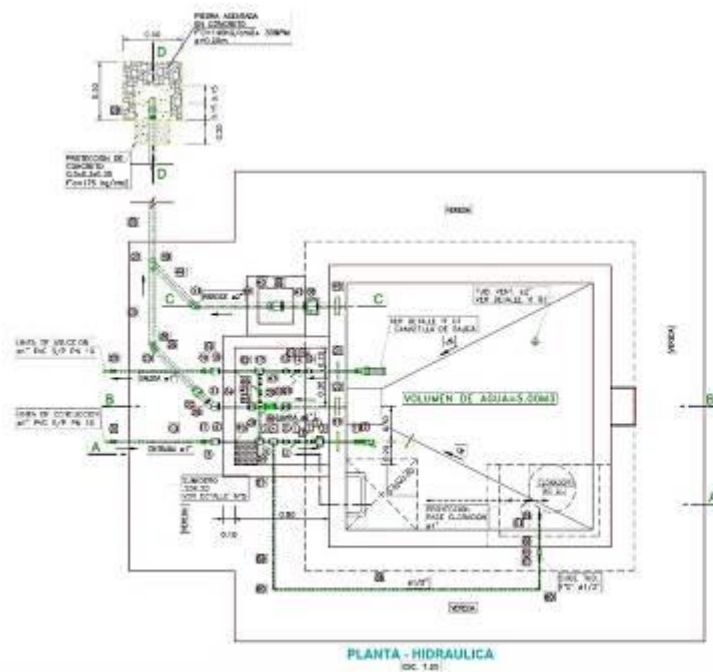
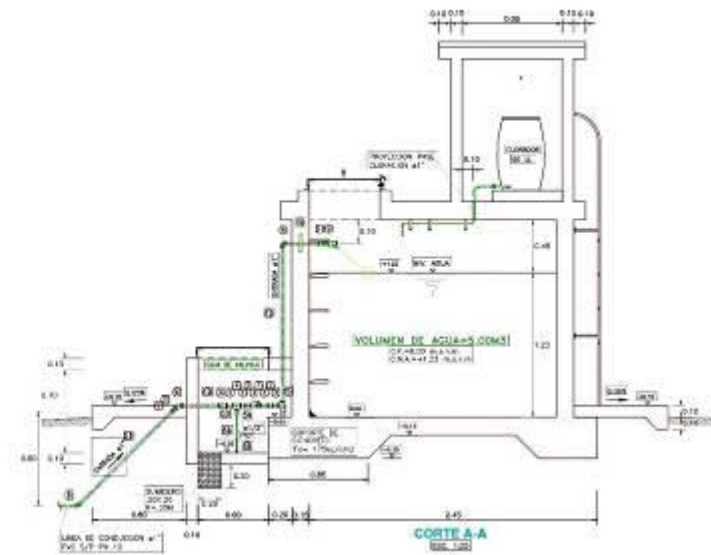
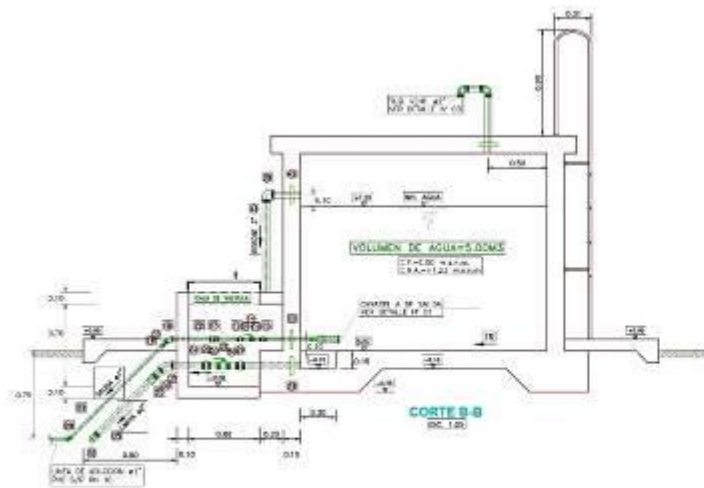


Especificaciones

-

-

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			UBICACION		
DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE C.P. CANREY CHICO DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH			Departamento: Ancash		
DETALLE CÁMARA RÓMPE PRESIÓN TIPO 7			Provincia: Recuay		
HARO SALAS ALEXANDER MICHAEL			Distrito: Recuay		
INDICADA			Lugar: Canrey Chico		
ENERO-2020					
R.L.P					



		PROYECTO:	
EMPRESA:		DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BAÑO PÚBLICO EN LOS CUERPOS DE BARRIO EN EL MUNICIPIO DE GUAYAMA LAZARTE DE LA CIUDAD DE GUAYAMA (C.A.)	
TÍTULO:	FECHA:	C. PROYECTO:	LÁMINA:
DISEÑO:	REVISADO:	PROFESIONAL:	NÚMERO:
ELABORADO:	APROBADO:	FIRMA:	FECHA:
PLAN:	ESCALA:	TÍTULO:	LÁMINA:
FECHA:	ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:

RA-05







**Anexo 08. Panel fotográfico**



**I**





