

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL DE INSTALACIONES DE AGUA Y DESAGÜE Y UN SISTEMA CON REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES, PARA EL PROYECTO PALARIO IV”

Tesis para obtener el título profesional de:

Ingeniería Civil

Autores:

Marlene Hermelinda Aybar Escobar

Boris Octavio Torres Vera

Asesor:

Ing. César Guardia C.

Lima - Perú

2019



---

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor César Guardia Calixtro, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, realizará el seguimiento de desarrollo para la formulación de tesis de los estudiantes:

- Marlene Hermelinda Aybar Escobar
- Boris Octavio Torres Vera

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: "ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL DE INSTALACIONES DE AGUA Y DESAGÜE Y UN SISTEMA CON REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES, PARA EL PROYECTO PALARIO IV" para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. César M. Guardia Calixtro  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han realizado la evaluación de la tesis de los estudiantes: Marlene Hermelinda Aybar Escobar y Boris Octavio Torres Vera, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: "ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL DE INSTALACIONES DE AGUA Y DESAGÜE Y UN SISTEMA CON REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES, PARA EL PROYECTO PALARIO IV"

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing. Alejandro Vildoso Flores  
Jurado  
Presidente

---

Ing. Juan Carlos Durand Porras  
Jurado

---

Ing. Luis Alfredo Colonio García  
Jurado

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Juana Vera (QEPD), por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste.

Mi esposa Julissa Arámbulo, por estar conmigo y apoyarme siempre, mis hijos Olenka, Misael y Renato, los quiero mucho, por compartir los buenos y malos momentos, todo esto se lo debo a ustedes.

## AGRADECIMIENTO

Marlene: Agradezco en Primer lugar a Dios por la familia en la cual nos ha tocado en gracia nacer, por haberme permitido y ayudado con su Divina Gracia a escribir estas líneas pongo esta Tesis para optar mi Título a sus Divinos Pies.

Agradezco también a quienes fueron sus providenciales instrumentos, María Escobar Pebe, mi madre mujer modesta de mucha fortaleza, Katherinne, Nicolas y Nicolle mis hijos por su amor hecho paciencia y a todos aquellos que me alentaron y me ayudaron de una u otra manera para que se concretara, Ruego a Dios bendiga con su gracia a todos.

Boris: A mi familia:

Ustedes son los cimientos de mi desarrollo, han destinado tiempo y paciencia para poder alcanzar mi meta profesional, dejando de lado momentos que pudimos haber compartido.

Especialmente estuvieron presentes en la evolución y desarrollo de mi tesis, le agradezco infinitamente, los quiero mucho.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad Problemática.....	12
1.2. Formulación del Problema .....	19
1.2.1. Problema General.....	19
1.2.2. Problemas Específicos .....	19
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo General.....	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4. Hipótesis .....	21
1.5. Justificación del Estudio.....	21
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
2.1 Tipo de investigación .....	22
2.2 Población y muestra (Materiales, Instrumentos y Métodos).....	22
2.3 Técnicas y Procedimientos de Recolección de Datos.....	22
2.4 Procedimiento y recolección de datos.....	24
2.4.1 Procedimiento del objetivo específico 1 .....	24
2.4.2 Procedimiento del objetivo específico 2.....	35
2.4.3 Procedimiento del objetivo específico 3.....	48
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
3.1 Resultados del objetivo específico 1: "Determinar el costo total con el sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe para el Proyecto Palario IV" .....	53
3.2 Resultados del objetivo específico 2: "Determinar el costo total con el sistema con reutilización de aguas grises para el Proyecto Palario IV" .....	55
3.3 Resultados del objetivo específico 3: "Comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el Proyecto Palario IV" .....	58
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
4.1 Discusión sobre los costos con un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe, para el Proyecto Palario IV.....	59

---

4.2	Discusión sobre los costos de un sistema con reutilización de aguas grises para el Proyecto Palario IV.....	60
4.3	Discusión sobre comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV.....	62
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>64</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>67</b>
Anexo n.º 1. Matriz de Consistencia.....		68
Anexo n.º 2.1. Metrado para el sistema Convencional.....		69
Anexo n.º 2.2. Análisis de Precios Unitarios para el sistema Convencional.....		70
Anexo n.º 3.1. Metrado para el sistema con reutilización de aguas grises.....		76
Anexo n.º 3.2. Análisis de precios Unitarios para el sistema con reutilización de aguas grises .....		77
Anexo n.º 4. Cobros por concepto de consumo de agua de SEDAPAL.....		82
Anexo n.º 5. Norma IS 0.10 para las instalaciones sanitarias .....		83
Anexo n.º 6. SNIP 10 – Parámetros de evaluación.....		99
Anexo n.º 7. Validación .....		100
Anexo n.º 8. Planos.....		105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1. Dotación diaria de agua para establecimiento, para tipo hospedaje .....	25
Tabla n.º 2. Unidades de gasto para el cálculo de tuberías de distribución en los edificios (Aparatos de uso público) .....	28
Tabla n.º 3. Unidades de gasto probable para el sistema Convencional .....	29
Tabla n.º 4. Anexo N° 3 de la norma IS 0.10.....	29
Tabla n.º 5. Interpolación para cálculo de gasto probable.....	29
Tabla n.º 6. Diámetro de las tuberías de distribución .....	31
Tabla n.º 7. Diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de Bombeo .....	32
Tabla n.º 8. Presupuesto del sistema Convencional .....	34
Tabla n.º 9. Unidades de Gasto por tipo de aparatos sanitarios .....	37
Tabla n.º 10. Unidades de gasto probable para duchas y lavaderos .....	38
Tabla n.º 11. Anexo N° 3 de la norma IS 0.10.....	39
Tabla n.º 12. Interpolación para cálculo de gasto probable.....	39
Tabla n.º 13. Diámetro de las tuberías de distribución .....	40
Tabla n.º 14. Diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de Bombeo .....	42
Tabla n.º 15. Unidades de gasto para los inodoros.....	43
Tabla n.º 16. Gasto probable para inodoros.....	43
Tabla n.º 17. Diámetro de las tuberías de distribución .....	44
Tabla n.º 18. Diámetro de las tuberías de impulsión .....	45
Tabla n.º 19. Presupuesto de un sistema con reutilización de aguas grises .....	46
Tabla n.º 20. Resumen de costos para ambos sistemas .....	50
Tabla n.º 21. Actualización del valor presente .....	52
Tabla n.º 22. Resumen del diseño con el sistema Convencional.....	53
Tabla n.º 23. Cuadro de costos con el sistema convencional .....	54
Tabla n.º 24. Resumen del diseño para agua potable para lavamanos y duchas del sistema con reutilización de aguas grises .....	55
Tabla n.º 25. Resumen del diseño para agua reutilizada en inodoros del sistema con reutilización de aguas grises .....	55
Tabla n.º 26. Cuadro de costos del sistema con reutilización de aguas grises .....	56
Tabla n.º 27. Análisis Costo Beneficio mediante indicadores VAN, TIR, PAYBACK.....	58
Tabla n.º 28. Costos de un sistema Convencional .....	59
Tabla n.º 29. Costos de un sistema con reutilización de aguas grises.....	60
Tabla n.º 30. Consumo de agua diario y mensual para ambos proyectos .....	60
Tabla n.º 31. Comparación del consumo de agua de ambos sistemas .....	61
Tabla n.º 32. Resultado del periodo de recuperación (PAYBACK) .....	62



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1. Diagrama de Ishikawa .....	14
Figura n.º 2. Metodología de desarrollo de tesis .....	23
Figura n.º 3. Sistema de abastecimiento de agua Indirecto con Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Elevado .....	25
Figura n.º 4. Sistema cisterna Bomba – tanque elevado para sistema convencional .....	33
Figura n.º 5. Funcionamiento de un sistema de reutilización de aguas grises .....	35
Figura n.º 6. Tanque elevado Rotoplas de 2500 L .....	36
Figura n.º 7. Análisis costo beneficio en el tiempo .....	48
Figura n.º 8. Diagrama costo beneficio .....	51
Figura n.º 9. Estructura tarifaria de SEDAPAL, según clase de construcción .....	54
Figura n.º 10. Estructura tarifaria de SEDAPAL, según clase de construcción .....	56
Figura n.º 11. Retorno de la Inversión (Payback) .....	63

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación n.º 1. Volumen de la cisterna.....	26
Ecuación n.º 2. Volumen del tanque elevado.....	26
Ecuación n.º 3. Fórmula para calcular la potencia de un equipo de Bombeo .....	26
Ecuación n.º 4. Volumen de la cisterna para reutilización.....	35
Ecuación n.º 5. Volumen del tanque elevado.....	36
Ecuación n.º 6. Fórmula para calcular la potencia de un equipo de bombeo.....	36
Ecuación n.º 7. Ecuación para el valor actual neto (VAN).....	48
Ecuación n.º 8. Fórmula para la tasa interna de retorno (TIR) .....	49
Ecuación n.º 9. Fórmula para valor presente .....	49
Ecuación n.º 10. Fórmula para el Payback .....	50

## RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad determinar el Costo Beneficio entre un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises para el proyecto Palario IV.

Los objetivos de la investigación son determinar el costo total de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe, determinar el costo total de un sistema con reutilización de aguas grises, el cual reutiliza las aguas grises de duchas y lavamanos, y en los inodoros. Finalmente se compara los costos de ambos sistemas mediante los indicadores VAN, TIR y PAYBACK.

De los resultados de la investigación, se concluye: el sistema convencional tiene un costo menor de inversión, pero consume mayor cantidad de agua potable, en cambio el sistema con reutilización de aguas grises, tiene un costo de inversión mayor al sistema convencional, pero consume 42% menos de agua potable. Se determinó mediante el VAN y TIR la viabilidad del proyecto, y mediante el Payback, la inversión tiene un periodo de retorno de 4.65 años; Por lo tanto, el sistema con reutilización de aguas grises es el adecuado para el Proyecto Hospedaje Palario IV.

**PALABRAS CLAVE:** Aguas grises, Reutilización de aguas, Costo Beneficio, VAN, TIR, PAYBACK

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

En la actualidad, en las edificaciones se desperdicia gran cantidad de agua potable en aparatos sanitarios que no las requieren, por ejemplo, en inodoros. Las aguas grises procedentes de duchas y lavamanos pueden ser una alternativa eficaz para cubrir una gran cantidad de actividades como riego, limpieza, inodoros, etc.

Las personas no toman consciencia de lo que ocurre con nuestros recursos naturales esenciales para la vida. Se vive una etapa de calentamiento global, la falta de agua potable en viviendas rurales o el incremento de la población. Muy pocas personas piensan en cuidar el planeta, en cuidar nuestros recursos naturales, en cuidar nuestro futuro, regular las normas y leyes que protejan nuestros recursos naturales. Hoy en día deben fomentarse sistemas sostenibles, que no solamente generen un beneficio económico, sino también beneficio social y medioambiental.

Según (Loza Delgado, 2017), "uno de los grandes problemas que enfrentaremos en los próximos años es la disponibilidad del agua. Dicha disponibilidad puede ser traducida tanto o más en términos de calidad que de cantidad. No obstante, por un lado, las grandes soluciones se dirigen a incrementar la oferta del recurso hídrico a través de grandes obras de ingeniería para abastecer a la economía. Pero, por otro lado, es muy lento el incremento en obras de depuración y tratamiento de aguas residuales. En resumen, las ciudades demandan grandes cantidades de recursos hídricos y a la vez producen otra gran cantidad de residuos y aguas servidas. Ante este escenario, de falta de agua, debido al aumento poblacional, se plantea una necesidad de repensar nuestra manera de hacer las cosas. En este sentido, el empleo de aguas regeneradas, el aprovechamiento de las aguas pluviales y muy especialmente en algunos sectores, el reciclaje de las aguas grises, será el nuevo centro de atención en la gestión integral del recurso hídrico"

Según la autoridad Nacional del Agua (ANA), cada año se desperdicia un 37% de agua en el país, además de ello, millones de peruanos aún no cuentan con acceso al agua. Motivo por el cual, se debe plantear una forma de evitar el desperdicio del agua o una manera de reaprovechar el recurso, generando beneficios económicos.

De acuerdo con (SPDA ACTUALIDAD AMBIENTAL, 2017), "En Lima, el costo por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de agua varía según los sectores. Para el sector industrial y comercial el m<sup>3</sup> tiene un costo promedio de S/. 8,00 mientras que para las entidades estatales es S/. 5,00. El precio más bajo lo paga el usuario doméstico, un promedio de S/. 2,35"

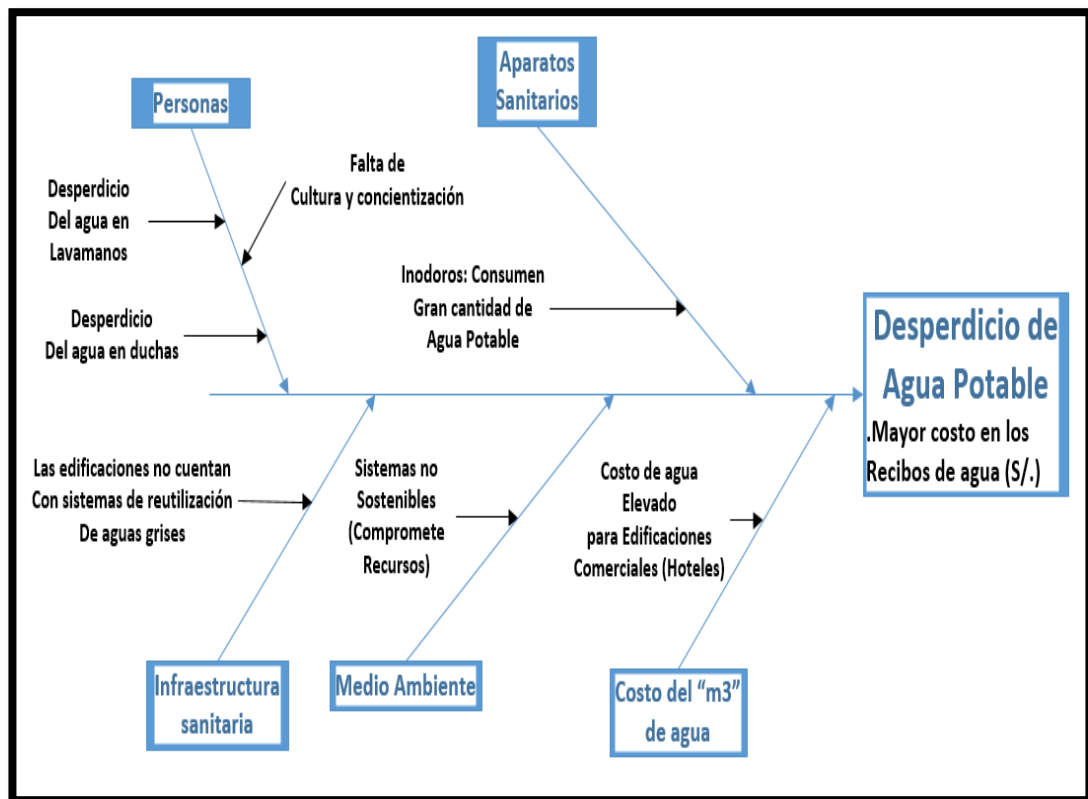
Se estima, que existe un uso desmedido en la cantidad de agua utilizada por persona, siendo que menos del 7% resulta para el consumo humano, entre un 35% y un 50% en duchas, lavadoras y lavaderos, un 15% para el riego de jardines y un 30% en inodoros. Se observa un desperdicio del recurso hídrico y como consecuencia gastos innecesarios

Según (Baquero, 2013), en un artículo publicado para la Universidad de Cuenca, denominado "ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador", explica que los principales consumos del recurso hídrico están en el lavamanos, duchas e inodoros, siendo un 12.3% para lavados, 29.5% para duchas y un 31.5% para inodoros

El Proyecto Palario IV es un hospedaje en construcción, ubicado entre las avenidas Jr. A. Secada con Jr. Washington en el distrito del Callao. Cuenta con un amplio estacionamiento en el primer nivel y 29 dormitorios con baños propios repartidos del 2° al 4° piso. Debido a la cantidad de baños completos (Duchas, lavamanos e inodoros) se tendrá una gran demanda de agua potable, y por tanto un gasto elevado en consumo de agua.

Por este motivo, en esta investigación se desarrolla un análisis del costo y beneficio entre un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, con la finalidad de determinar los beneficios de la reutilización de aguas grises para el Proyecto hospedaje Palario IV.

Figura n.º 1. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

## Antecedentes

### Antecedentes a Nivel Internacional

(Sancha & Ahumada, 2007), *En una tesis para el grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Chile, denominada "Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación al caso en Chile"*, presentaron un trabajo de investigación con el objetivo principal de aportar una herramienta para mejorar la eficiencia del uso del agua Potable en Chile, introduciendo el tema de reutilización de aguas grises, como un medio para disminuir la demanda de agua. Dicho proyecto de tratamiento propuesto se insertó en un proyecto hotelero en Calama. Durante el diseño del sistema de tratamiento se efectuó una simulación de éste en laboratorio, a fin de comprobar su efectividad de purificación, obteniéndose resultados positivos del análisis del agua. Además de ello, el análisis de costos entregó que el sistema diseñado es económicamente factible de realizar dependiendo del precio del agua potable y de la etapa de recolección.

(Galeano Díaz, 2017), *En una tesis para el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Colombia, denominada "optimización del recurso hídrico en nuevas construcciones para vivienda a través de la reutilización de aguas grises"*, desarrollaron un estudio estadístico en la residencial Sabana Verde Etapa II, donde fueron encuestadas 147 personas de las 186 casas existentes. Las edades de la población encuestada oscilaron entre 18 y 72 años, quienes mostraron en general, una tendencia a aceptar el sistema por su aporte ambiental y reducción económica en el pago del agua potable facturada, siempre y cuando el valor de inversión inicial no fuera superior a \$2.000.000 COP y las propiedades físicas del agua tratada principalmente olor y color fueran similares al agua potable. Con base en la información recolectada en la encuesta y el apoyo del Departamento de Estadística adscrito a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá se pudo identificar tres perfiles, donde la formación académica era una característica predominante de estos, por lo cual a mayor nivel de formación mayor disposición ante el sistema propuesto. A partir de la metodología para la toma de decisiones, se pudo concluir que es viable la instalación del sistema comercial para el tratamiento y reutilización de aguas grises en nuevas edificaciones

para vivienda, entendiéndolo como los tres factores: económico, ambiental y social, se correlacionan y son claves para el correcto desarrollo de esta alternativa, donde la aceptación social es el factor predominante y decisivo.

### **Antecedentes a Nivel Nacional**

(Cubas García, 2018), *En una tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, denominada "Reducción del consumo de agua potable a través de la reutilización de aguas residuales domésticas, para el condominio Bella Aurora, Nuevo Chimbote 2018"*, realizó una investigación con el objetivo de reducir el consumo de agua potable a través de la reutilización de las aguas residuales domésticas para el condominio Bella Aurora. Llegando a la conclusión que la reutilización de las aguas residuales domésticas para el condominio Bella Aurora, reduce el consumo de agua potable.

(Loza Delgado, 2017), *En una tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Privada de Trujillo, denominada "Diseño de un sistema de reciclado de aguas grises y su aprovechamiento para un desarrollo sostenible en una vivienda multifamiliar de doce pisos en la ciudad de Tacna, 2017"*, propuso implementar un sistema de reutilización de aguas grises en un edificio, en donde el agua generada de duchas, lavamanos y lavadoras sirvan para abastecer el tanque del inodoro, para limpieza y también para un sistema de riego en los jardines, de forma controlada y segura. En esta propuesta, el agua gris fue tratada en una planta de tratamiento situada en el sótano del edificio, mediante procesos de tratamiento continuos garantizando una calidad de agua que cumpla los estándares mínimos para el vertimiento en lugares de necesidad de agua potable. Mediante este sistema planteó recuperar el 40% del agua consumida en el edificio, generando un ahorro financiero para los propietarios, y lo más importante aporta respecto al déficit hídrico en la ciudad de Tacna.

(Trujillo Tafur, 2017), *En una tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, denominada "Propuesta de modelo de vivienda con instalaciones sanitarias que permita reutilizar las aguas grises en la descarga de inodoros, Nuevo Chimbote - 2017"*, propuso un modelo de vivienda que reutilice las aguas para una vivienda en la descarga de



inodoros en la ciudad de Nuevo Chimbote. En esta se diseñó la red colectora de las aguas grises, se diseñó el sistema de tratamiento para las aguas grises el cual constó de una trampa de grasas y un filtro de gravas. También se diseñó la red de distribución de las aguas grises tratadas para la vivienda propuesta obteniendo que la dotación de agua gris a utilizar es el 45% de la dotación diaria (3600 Litros/día). Se diseñó una cisterna de 1.22m<sup>3</sup> con unas dimensiones útiles de 1.70m x 0.90m x 1.10m y un tanque elevado de 600 Lt.

(Valera Málaga, 2017), *En una tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, denominada "Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017"*, en esta se realizó el ensayo de tratamiento de las aguas grises, se obtuvo muestras de las aguas y se realizó el análisis físico, químico y biológico de las aguas grises sin tratamiento. Finalmente, y luego de obtener los datos se compararon las muestras de las aguas grises entre agua sin tratamiento y aguas tratadas, obteniéndose que es posible disminuir notablemente el nivel de contaminación para poder reutilizarlas en los servicios higiénicos; así mismo obtener un ahorro monetario por el menor consumo de agua y también contribuir con el medio ambiente a través del cuidado del agua. Según los resultados obtenidos el investigador sugiere que el sistema es más conveniente aplicarlo en un multifamiliar.

(Ardila Galvis, 2013), *En una tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Colombia, denominada "Viabilidad Técnica y Económica del aprovechamiento de aguas grises domésticas"*, con el fin de evaluar la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento de aguas grises domésticas en conjuntos residenciales, realizaron un estudio orientado a la selección de un sistema de tratamiento apropiado que consistió en un tanque de almacenamiento, tamiz de finos, tren de filtrado y tanque de almacenamiento de agua tratada para desinfección. Se hizo una adecuación de tuberías hidráulicas y sanitarias para la separación de las aguas grises y negras, con retorno de las aguas tratadas para reutilización en usos que no requieren agua potable, encontrándose viable económicamente la implementación de este tipo de soluciones mediante la recuperación de la inversión requerido con un ahorro del 35% y 50% en los servicios de acueducto y alcantarillado.

(Niño Rodríguez & Medina Martínez, 2013), *En una tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Javeriana, denominada "Estudio de las aguas grises domésticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá"*, en esta investigación se realizó una investigación sobre la viabilidad de la reutilización de aguas grises multifamiliares en la ciudad Bogotá, la cual concluyó que el ahorro de agua potable en los hogares que constituyen los multifamiliares alcanzaba del orden del 25 %, y que los estratos 3 y 4 son lo más interesados en instalar un SRAG (Sistema de Reutilización de Aguas Grises). Teniendo en cuenta la importancia de contar con estudios de aguas grises en la ciudad de Bogotá, se propuso la realización de este proyecto de grado, enfocado a estudiar las aguas grises provenientes de tres viviendas localizadas en estratos 1, 3 y 5 respectivamente.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo determinar el costo beneficio entre un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

#### **1.2.2.1. Problema Específico 1**

- ¿Cómo determinar el costo total de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe, para el proyecto Palario IV?

#### **1.2.2.2. Problema Específico 2**

- ¿Cómo determinar el costo total de un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV?

#### **1.2.2.3. Problema Específico 3**

- ¿Cómo comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar el costo beneficio entre un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

##### **1.3.2.1. Objetivo Específico 1**

- Determinar el costo total de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe para el proyecto Palario IV

##### **1.3.2.2. Objetivo Específico 2**

- Determinar el costo total de un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV

##### **1.3.2.3. Objetivo Específico 3**

- Comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV

## 1.4. Hipótesis

Existe costo beneficio entre un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV

## 1.5. Justificación del Estudio

Tal y como menciona (Baquero, 2013), en su artículo publicado para la Universidad de Cuenca, denominado "ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador", explica que los principales consumos del recurso hídrico están en el lavamanos (6.2%), duchas (29.5%) e inodoros (30.5%), es por ello que esta investigación se justifica porque se pretende reutilizar las aguas grises con la finalidad de disminuir el consumo de agua, y por tanto a través de la reutilización en los inodoros, obtener beneficios económicos para el proyecto Palario IV

Se justifica porque se puede aplicar la reutilización de aguas grises a diversos proyectos de edificación, ya que no solamente se beneficiarían económicamente, sino que también generarían beneficios en el medio ambiente mediante la preservación del agua como recurso hídrico en peligro de agotamiento

Con la investigación podrían generarse resultados que cambien el sistema convencional de instalaciones sanitarias en edificios por un sistema con reutilización de aguas grises. Además de ello, la presente investigación podrá ser utilizada para replicar el sistema de reutilización de aguas en proyectos de construcción de obras nuevas (multifamiliares, comercios, industrias)

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

La presente tesis de investigación se define que es del tipo descriptivo pues se detalla el diseño del sistema convencional y el diseño del sistema con reutilización de aguas grises. Y también del tipo comparativo porque se comparan los costos de un sistema con reutilización de aguas grises y un sistema convencional, para el Proyecto Palario IV.

### 2.2 Población y muestra (Materiales, Instrumentos y Métodos)

- **Población:** Sistema convencional y Sistema con reutilización de aguas grises, para el Proyecto Palario IV
- **Muestra:** Costos del sistema convencional y Costos del sistema con reutilización de aguas grises, para el Proyecto Palario IV
- **Materiales, Instrumentos y Métodos:** El método para analizar el costo beneficio se hace mediante la comparación de costos con los indicadores de Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y periodo de recuperación (Payback)

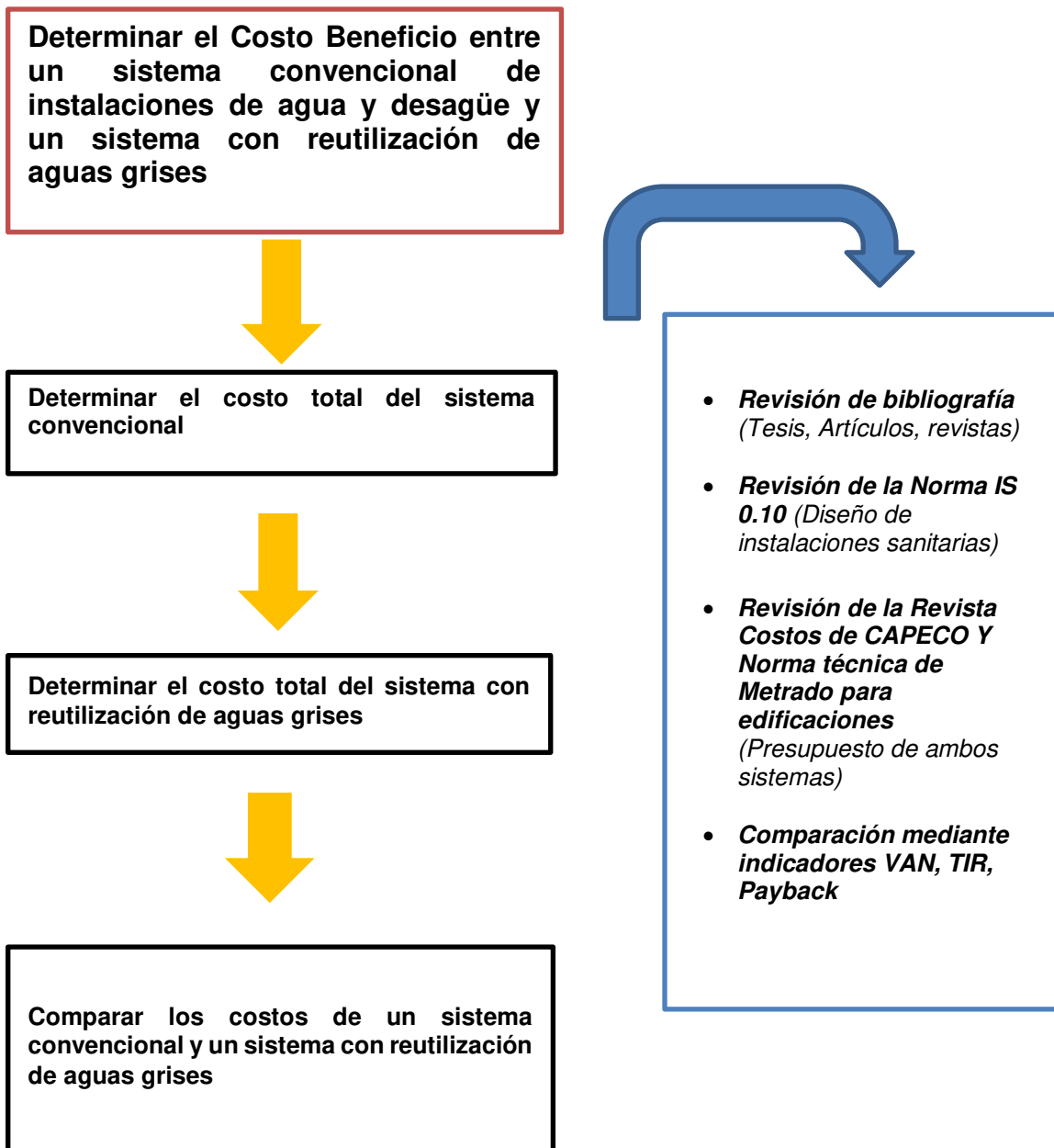
Para la comparación de los costos de un sistema convencional y un sistema con reutilización de aguas grises se hará uso de Microsoft Excel (Cálculo de los indicadores VAN, TIR).

### 2.3 Técnicas y Procedimientos de Recolección de Datos

Las técnicas e instrumentos que se usan en el trabajo de investigación son: revisión de bibliografía relacionada a la investigación (Tesis, artículos, libros, etc). Uso de la Norma de Instalaciones Sanitarias del RNE IS 0.10 para diseñar el sistema convencional y el sistema con reutilización de aguas grises. Luego se presupuesta cada sistema, en concordancia con los precios actuales según la revista costos y presupuestos de CAPECO.

Finalmente se desarrolla un análisis comparativo de los costos del sistema convencional de agua y desagüe con los costos del sistema con reutilización de aguas grises en el proyecto Palario IV, mediante los indicadores de Valor Actual Neto (VAN), Tasa interna de retorno (TIR) y periodo de recuperación (PAYBACK)

Figura n.º 2. Metodología de desarrollo de tesis



Fuente: Elaboración Propia

## 2.4 Procedimiento y recolección de datos

El procedimiento en la presente investigación sigue en base al orden de los objetivos específicos tal y como se muestra a continuación:

### 2.4.1 Procedimiento del objetivo específico 1

Para determinar el costo total con el sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe para el proyecto Palario IV, se sigue el siguiente procedimiento:

- a. Diseñar la red sanitaria para el sistema convencional según el RNE de instalaciones sanitarias IS 0.10
- b. Determinar el presupuesto (costo de inversión) para el sistema convencional según la norma técnica de Metrado para obras de edificación y una revisión de precios de materiales de la revista costos de CAPECO

#### 2.4.1.1 Marco teórico del objetivo específico 1

##### **Sistema de Abastecimiento**

"El sistema de abastecimiento determina la forma en la cual llega el agua a los aparatos sanitarios de nuestra vivienda (Lavaderos, lavatorios, inodoros, duchas, etc)" (Manual Instalaciones Sanitarias de la Casa, Las Instalaciones Sanitarias de la Casa, 2008).

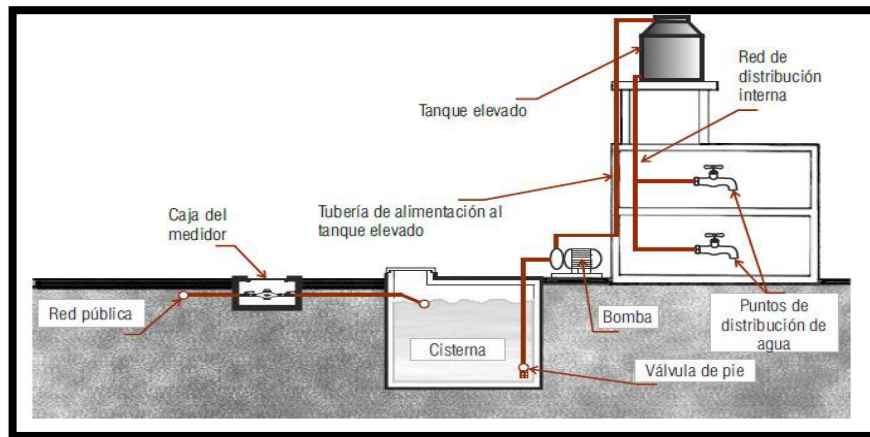
Entre los principales sistemas de abastecimiento de agua en la vivienda, se encuentran el sistema indirecto. Se selecciona el tipo de sistema de abastecimiento de acuerdo con la altura del edificio y el número de personas que ocupan la vivienda

##### **Sistema de abastecimiento de agua indirecto con Cisterna**

"En este sistema el agua ingresa directamente de la red pública a la cisterna, donde con un equipo de bombeo el agua es elevada al tanque. Desde el tanque el agua baja por gravedad a los aparatos sanitarios" (Manual Instalaciones Sanitarias de la Casa, Las Instalaciones Sanitarias de la Casa, 2008).



Figura n.º 3. Sistema de abastecimiento de agua Indirecto con Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Elevado



Fuente (Manual Instalaciones Sanitarias de la Casa, Las Instalaciones Sanitarias de la Casa, 2008)

### Instalaciones Sanitarias

Según (Sparrow Alamo, 2014), "Es el conjunto de tuberías, equipos y accesorios que permiten la conducción y distribución del agua procedente de la red general. Así como tuberías de desagüe y ventilación, equipos y accesorios que permiten conducir las aguas de desecho de una edificación hasta el alcantarillado público".

### Dotación de agua

"La dotación de agua es la cantidad mínima de agua que tiene que ser garantizada en la vivienda para satisfacer el consumo diario. Conocer la dotación mínima necesaria es indispensable para dimensionar la cisterna y el tanque de agua" (Manual Instalaciones Sanitarias de la Casa, Las Instalaciones Sanitarias de la Casa, 2008),

Según la Norma de Instalaciones Sanitarias del RNE IS 0.10, las dotaciones diarias mínimas de agua para un establecimiento de hospedaje deberán tener una dotación de agua, de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla n.º 1. Dotación diaria de agua para establecimiento, para tipo hospedaje

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hotel, Apart-hoteles y hostales	500 L por dormitorio
Albergues	25 L por m <sup>2</sup> de área

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones IS 0.10

## Cisterna

Son depósitos que sirven para el almacenamiento de agua y que normalmente se ubican en la parte baja de una edificación. El cálculo del volumen de cisterna se realiza mediante la fórmula siguiente:

Ecuación n.º 1. Volumen de la cisterna

$$Vol. del cisterna = \frac{3}{4} x consumo diario total$$

## Tanque Elevado

Según la norma de instalaciones sanitarias (RNE IS 0.10, 2006), "El tanque elevado es un depósito de almacenamiento de agua que da servicio por gravedad"

También indica que cuando se emplea cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las  $\frac{3}{4}$  partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de  $\frac{1}{3}$  de dicho volumen.

Ecuación n.º 2. Volumen del tanque elevado

$$Vol. del tanque = \frac{1}{3} x Volumen del cisterna$$

## Equipo de Bombeo

De acuerdo con la norma IS 0.10 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la capacidad de cada equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en 2 horas.

Ecuación n.º 3. Fórmula para calcular la potencia de un equipo de Bombeo

$$P = \frac{Q_b x H_{DT}}{75n}$$

Donde:

P = Potencia del equipo de bombeo [HP]

Q<sub>b</sub> = Caudal de Bombeo o (Lt/s).

HDT = Altura dinámica Total (m)

n = Eficiencia de la bomba

## Tubería de Impulsión

Es la tubería de descarga que lleva el agua de la cisterna hacia el tanque elevado.

## Montante

El montante es una tubería vertical de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales (tubería que recibe los efluentes de aparatos sanitarios)

## **Medrado**

El Medrado es un proceso ordenado y sistemático, cuya finalidad es determinar la cantidad de trabajo a ejecutar en cada uno de los rubros o partes en que se divide un proyecto u obra

## **Presupuesto**

El presupuesto comprende un listado completo de todas las partidas de la obra, que incluyan todas las actividades de esta, desde su inicio hasta su término

### **2.4.1.2 Desarrollo del objetivo Específico 1**

Para el presente proyecto se ha considerado el Proyecto Palario IV, un hospedaje ubicado en la esquina del Jr Washington con Jr Secada en el distrito del callao. Cuenta con dimensiones 10.00m x 20.00m y consta de un estacionamiento en el primer piso, 9 habitaciones cada una con baño propio del 2do al 4to nivel, y 2 dormitorios con baño en la azotea.

Para determinar el costo total del sistema convencional, se realiza el diseño de la red sanitaria y luego se determina el presupuesto.

#### **a. Diseño de la red sanitaria para el Sistema Convencional**

##### **Cálculo de la dotación de agua**

Por tratarse de una Edificación del tipo Hospedaje, el parámetro a tomar en cuenta es la extensión útil por dormitorio (500 lt/día)

##### **Por Pisos:**

1° Piso:	188m <sup>2</sup> x2 lt/m <sup>2</sup>	= 376lt/día
2°, 3° y 4° piso:	3x9 Dor. / piso x 500 lt/dor	= 13500 lt/día
Azotea:	2 Dor x 500 lt/Dpr	= <u>1000 lt/día</u>
	Consumo Diario Total	= 14876 lt/día

Por lo tanto, el consumo diario total es 14.876 m<sup>3</sup>

##### **Cálculo del cisterna y Tanque elevado**

La construcción de la Cisterna estará diseñada en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado, cuya capacidad estará calculada en función al consumo diario.

De acuerdo con la norma de instalaciones sanitarias IS.0.10, cuando se tiene cisterna y tanque elevado, los volúmenes de cada uno son como se calcula a continuación:

Vol. Cisterna =  $14.876 \times 3/4 = 11.20 \text{ m}^3$

Vol. Tanque =  $11.20 \times 1/3 = 3.80 \text{ m}^3$

### Cálculo de la máxima demanda simultánea

El sistema de abastecimiento de Agua Potable más adecuado para la construcción de la edificación, será con el Sistema Indirecto Cisterna, Tanque Elevado y su correspondiente Equipo de Bombeo. La distribución de agua a los servicios será por presurización desde el referido tanque.

El cálculo Hidráulico para el diseño de las tuberías de distribución se realizará mediante el Método de Hunter, para lo cual se hace uso de la siguiente tabla.

Tabla n.º 2. Unidades de gasto para el cálculo de tuberías de distribución en los edificios (Aparatos de uso público)

Aparato Sanitario	Tipo	Total	Agua Fría	Agua Caliente
Inodoro	Con Tanque - Descarga reducida	2.5	2.5	-
Inodoro	Con Tanque	5	5	-
Inodoro	C/ Válvula semiautomática y automática	8	8	-
Inodoro	C/ Válvula Semiaut. y Autom. descarga reducida	4	4	-
Lavatorio	Corriente	2	1.5	1.5
Lavatorio	Múltiple	2(*)	1.5	1.5
Lavadero	Hotel restaurante	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con Tanque	3	3	-
Urinario	C/ Válvula semiautomática y automática	5	5	-
Urinario	C/ Válvula Semiaut. y Autom. descarga reducida	2.5	2.5	-
Urinario	Múltiple	3	3	-
Bebedero	Simple	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Fuente: (RNE IS 0.10, 2006)

La cantidad de aparatos sanitarios tienen una unidad de gasto probable de 356 U.H. Se toma en cuenta:

- Inodoro: 5 UH
- Lavadero: 3 UH
- Ducha: 4 UH

Tabla n.º 3. Unidades de gasto probable para el sistema Convencional

TIPO DE APARATO	Nº	U.G.	U.H.
Inodoro	30	5	150
Ducha	29	4	116
Lavadero	30	3	90
<b>TOTAL U.H. :</b>			<b>356</b>

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener el Gasto Probable, se lleva el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a la tabla del Anexo N° 3 de la Norma IS 0.10 del R.N.E, y luego se interpola:

Tabla n.º 4. Anexo N° 3 de la norma IS 0.10

Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
3	0.12	-	36	0.85	1.67	130	1.91	2.80	380	3.67	4.46
4	0.16	-	38	0.88	1.70	140	1.98	2.85	390	3.83	4.60
5	0.23	0.90	40	0.91	1.74	150	2.06	2.95	400	3.97	4.72
6	0.25	0.94	42	0.95	1.78	160	2.14	3.04	420	4.12	4.84
7	0.28	0.97	44	1.00	1.82	170	2.22	3.12	440	4.27	4.96
8	0.29	1.00	46	1.03	1.84	180	2.29	3.20	460	4.42	5.08
9	0.32	1.03	48	1.09	1.92	190	2.37	3.25	480	4.57	5.20
10	0.43	1.06	50	1.13	1.97	200	2.45	3.36	500	4.71	5.31
12	0.38	1.12	55	1.19	2.04	210	2.53	3.44	550	5.02	5.57
14	0.42	1.17	60	1.25	2.11	220	2.60	3.51	600	5.34	5.83
16	0.46	1.22	65	1.31	2.17	230	2.65	3.58	650	5.85	6.09
18	0.50	1.27	70	1.36	2.23	240	2.75	3.65	700	5.95	6.35
20	0.54	1.33	75	1.41	2.29	250	2.84	3.71	750	6.20	6.61
22	0.58	1.37	80	1.45	2.35	260	2.91	3.79	800	6.60	6.84
24	0.61	1.42	85	1.50	2.40	270	2.99	3.87	850	6.91	7.11
26	0.67	1.45	90	1.56	2.45	280	3.07	3.94	900	7.22	7.36
28	0.71	1.51	95	0.62	2.50	290	3.15	4.04	950	7.53	7.61
30	0.75	1.55	100	1.67	2.55	300	3.32	4.12	1000	7.85	7.85
32	0.79	1.59	110	1.75	2.60	320	3.37	4.24	1100	8.27	-
34	0.82	1.63	120	1.83	2.72	340	3.52	4.35	1200	8.70	-

Fuente: (RNE IS 0.10, 2006)

Tabla n.º 5. Interpolación para cálculo de gasto probable

Nº de Unidades (UH)	Gasto Probable
340	3.52
356	x
380	3.67

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{380-340}{356-340} = \frac{3.67-3.52}{x-3.52} \rightarrow x = 3.58$$

Interpolando se obtiene la máxima demanda simultánea: "Qmds = 3.58 L/s"

### Equipo de Bombeo

El equipo de bombeo a instalarse, tendrá una potencia y capacidad de impulsar el caudal suficiente para la máxima demanda requerida.

Volumen del tanque Elevado: 3.8 m<sup>3</sup> = 3800 Lt

Q bombeo = V tanque / Tiempo de llenado

Q Bombeo = 3800 Lt/s / 2h

Q Bombeo = 0.53 Lt/s

Entonces al comparar el Q bombeo y Qmds, se adopta el mayor.

Q bombeo = 0.53 L/s y Qmds = 3.58 L/s; se adopta Q=3.58L/S

### Altura dinámica Total (H.D.T.)

HT Succión = 1.80 m

HT Impulsión = 16.5 m

Presión de salida = 3 m

Hf T = 2.5 m

**H.D.T. = 23.80 m**

### Potencia del equipo de bombeo

Se calcula la potencia del equipo de bombeo de la siguiente manera:

Q bomba = 3.58 lt/s

H.D.T. = 23.80 m

E = 60 % (eficiencia de la bomba)

Potencia = 3.58 lt/s x 23.80 m/ (75x 60 %)

Potencia = 1.89 HP

Se adopta dos bombas: de 2 HP, uno de uso continuo y otro de reserva.

### Cálculo del diámetro de las tuberías de distribución

Se asumirá un Caudal Promedio que pasa por las instalaciones sanitarias, según la norma IS.010.

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

Tabla n.º 6. Diámetro de las tuberías de distribución

DIAMETRO (mm)	Velocidad máxima (m/s)		Caudales de acuerdo a diámetros:				
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
15 (1/2")	1.90	φ	15	20	25	32	40
20 (3/4")	2.20		1.5	2	2.5	3.2	4
25 (1")	2.48		0.015	0.020	0.025	0.032	0.040
32 (1 1/4")	2.85		0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0013
40 y mayores (1 1/2" y mayores)	3.00		0.0003	0.0007	0.0012	0.0023	0.0038
		Qd	0.336	0.691	1.217	2.29211	3.77

Fuente: (RNE IS 0.10, 2006)

$$D = 1/2"$$

$$V = 1.9 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 0.34 \text{ Lt/s}$$

Entonces se cumplirá que  $Q_d > Q_p$ ,

$$Q_p = 0.12 \text{ Lt/s}$$

$$Q_d = 0.34 \text{ Lt/s}$$

Entonces se adopta  $Q = 0.34 \text{ Lt/s}$ , de acuerdo con esto el diámetro de la tubería de distribución es de 1/2"

### Cálculo del diámetro de la tubería de alimentación

Para garantizar el volumen mínimo útil de almacenamiento de agua en la cisterna, por el tiempo de llenado de 4 horas, en pulgadas

$$\text{Volumen cisterna} = 11.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de llenado} = 4 \text{ h (según RNE)}$$

$$Q_{\text{Bombeo}} = 11200.00 \text{ Lt/s} / 4 \text{ h}$$

$$Q_{\text{Bombeo}} = 0.78 \text{ Lt/s}$$

Se escoge el diámetro más apropiado, para:

$$Q = 3.58 \text{ Lt/s}$$

$$D = 1 \frac{1}{2}''$$

$$V = 3.00 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 3.77 \text{ lt/s}$$

Entonces se cumplirá que  $Q_d > Q_{\text{Bombeo}}$

$$Q_p = 0.78 \text{ lt/s}$$

$$Q_d = 3.77 \text{ lt/s}$$

Entonces se adopta  $Q=3.77 \text{ L/s}$ , de acuerdo con esto el diámetro de la tubería de alimentación es  $1 \frac{1}{2}''$ .

### Cálculo del diámetro de impulsión y succión

Se determina en función del  $Q_b$ , en pulgadas según el IS.010 Anexo N°5, diámetros de las tuberías de impulsión.

Para la tubería de succión se toma el diámetro inmediatamente superior al de la tubería de impulsión.

Tabla n.º 7. Diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de Bombeo

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0.50	20 ( 3/4" )
Hasta 1.00	25 ( 1" )
Hasta 1.60	32 ( 1 1/4" )
Hasta 3.00	40 ( 1 1/2" )
Hasta 5.00	50 ( 2" )
Hasta 8.00	65 ( 2 1/2" )
Hasta 15.00	75 ( 3" )
Hasta 25.00	100 ( 4" )

Fuente: (RNE IS 0.10, 2006)

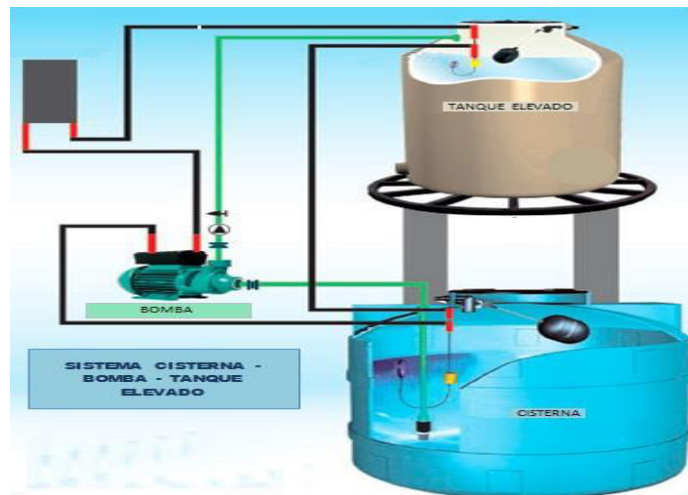
Para  $Q = 3.58 \text{ L/s}$ , se obtiene:

Diámetro de Impulsión:  $1 \frac{1}{2}''$

Diámetro de Succión:  $2''$



Figura n.º 4. Sistema cisterna Bomba – tanque elevado para sistema convencional



Fuente: Elaboración propia

### Desagüe y ventilación

Los diámetros de las tuberías de las redes de desagüe, se han determinado de acuerdo al número de unidades de descarga de los aparatos sanitarios.

Las dimensiones de las cajas de registros se han obtenido de acuerdo a la profundidad de cada uno de ellos, según norma IS 0.10

### Cálculo de consumo eléctrico de la electrobomba del sistema convencional:

Costo Kwh (+ IGV)	: 0.59 S/. /Kwh
Horas de funcionamiento	: 2 h / día
Número de bombas funcionando	: 1 bomba
Potencia	: 2 HP = 2 * 746w = 1.492 KW
Por mes	: 30 días/ mes
Por año	: <u>12 meses / año</u>
Gasto eléctrico anual:	$0.59 * 2 * 1.492 * 30 * 12 = 633.8$ S/. /año

## b. Presupuesto del sistema convencional

Tabla n.º 8. Presupuesto del sistema Convencional

PRESUPUESTO DEL SISTEMA CONVENCIONAL					
Ítem	Descripción	Unid.	Metrado	Precio S/.	Precio S/.
01	INSTALACIONES SANITARIAS				
1.01	SALIDAS DE AGUA FRIA				4 462.76
01.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø 3/4"	pto	1	71.98	71.98
01.01.02	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø1/2"	pto	61	71.98	4 390.78
1.02	SALIDAS DE DESAGUE				2 977.05
01.02.01	SALIDA DESAGUE PVC SAP 4"	pto	30	62.85	1 885.50
01.02.02	SALIDA VENTILACION DE PVC-SAL 2"	pto	19	57.45	1 091.55
1.03	REGISTROS Y SUMIDEROS				2 867.23
01.03.01	REGISTRO DE BRONCE 2"	unid	29	20.72	600.88
01.03.02	SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"	unid	29	78.15	2 266.35
1.04	RED DE AGUA				6 603.98
01.04.01	TUBERIA DE PVC C-10 DE 1/2"	m	96.57	24.82	2 396.87
01.04.02	TUBERIA DE PVC C-10 DE 3/4"	m	197.61	21.29	4 207.12
1.05	RED DE DESAGUE, MONTANTES Y VENTILACION				9 069.59
01.05.01	TUBERIA DE PVC - SAP 4"	m	92.98	62.85	5 843.79
01.05.02	TUBERIA DE PVC - SAP 2"	m	21.15	23.79	503.16
01.05.03	MONTANTE DE TUBERIA PVC 4"	m	74.44	21.94	1 633.21
01.05.04	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC SAL DE 2" PARA VENTILACION	m	54.2	20.1	1 089.42
1.06	CAJAS DE REGISTRO Y OTROS				1 391.04
01.06.01	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 24" x 24"	unid	6	231.84	1 391.04
1.07	VALVULAS Y ACCESORIOS DE AGUA FRIA				526.37
01.07.01	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 1"	unid	1	71.44	71.44
01.07.02	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE 3/4"	unid	3	74.53	223.59
01.07.03	VALVULA FLOTADORA DE BRONCE DE 3/4"	unid	1	81.44	81.44
01.07.04	MEDIDOR DE AGUA	unid	1	149.9	149.90
1.08	BOMBA DE AGUA CENTRIFUGA - PETROLLO 2 HP	unid	2	1600	3 200.00
					<b>31 098.02</b>
02.01	CISTERNA (11.2m3)				19 171.08
02.01.01	CONCRETO CISTERNA f'c=210 kg/cm2	m3	15.85	226.27	3 586.38
02.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m2	81.33	77.58	6 309.58
02.01.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	1 724.00	5.38	9 275.12
02.02	TANQUE ELEVADO				3 500.00
02.02.01	TANQUE DE AGUA (3.8 m3) - Se usa 5000L	unid	1	3500	3 500.00
					<b>22 671.08</b>
	<b>Costo Directo</b>				<b>53 769.10</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 2.4.2 Procedimiento del objetivo específico 2

Para determinar el costo total con el sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV, se sigue el siguiente procedimiento:

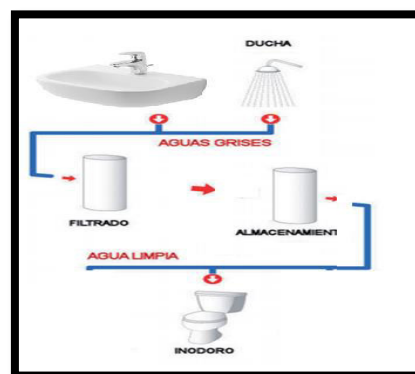
- a. Diseñar la red sanitaria para el sistema con reutilización de aguas grises.
- b. Determinar el presupuesto (costo de Inversión) para el sistema con reutilización de aguas grises, haciendo uso de la norma técnica de Metrado para obras de edificación y una revisión de precios de materiales de la revista costos de CAPECO

### 2.4.2.1 Marco teórico del objetivo específico 2

#### Aguas grises

Las aguas grises son aguas residuales domésticas contaminadas con poca presencia de partículas orgánicas, sobre todo de lavamanos y duchas.

Figura n.º 5. Funcionamiento de un sistema de reutilización de aguas grises



Fuente: (Baquero, 2013)

#### Cisterna para reutilización de aguas grises

Es también un depósito de almacenamiento de agua y que normalmente se ubican en la parte baja de una edificación. Son diseñados para preservar la calidad del agua. El cálculo del volumen de cisterna de reutilización se realiza mediante la fórmula siguiente:

Ecuación n.º 4. Volumen de la cisterna para reutilización

$$\text{Vol. del cisterna} = \frac{3}{4} \times \text{consumo diario total}$$

### Tanque Elevado para reutilización de aguas grises

Según la Norma ISO.10 del reglamento Nacional de Edificaciones "El tanque elevado es un depósito de almacenamiento de agua que da servicio por gravedad". También indica que cuando se emplea cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las  $\frac{3}{4}$  partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de  $\frac{1}{3}$  de dicho volumen teniendo como volumen mínimo 1000 L o 1m<sup>3</sup>, Para el sistema con reutilización de aguas grises, se utiliza un tanque elevado Rotoplas.

Ecuación n.º 5. Volumen del tanque elevado

$$\text{Vol. del tanque} = \frac{1}{3} \times \text{Volumen del cisterna}$$

Figura n.º 6. Tanque elevado Rotoplas de 2500 L



Fuente: SODIMAC

### Equipo de Bombeo

De acuerdo con la norma IS 0.10 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la capacidad de cada equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en 2 horas. En el sistema con reutilización de aguas grises, se usan 2 bombas, uno para el agua potable y otro para la reutilización de aguas grises en inodoros.

Ecuación n.º 6. Fórmula para calcular la potencia de un equipo de bombeo

$$P = \frac{Q_b \times H_{DT}}{75n}$$

Donde:

P = Potencia del equipo de bombeo

Q<sub>b</sub> = Caudal de Bombeo (Lt/s).

HDT = Altura dinámica Total (m)

n = Eficiencia de la bomba

## 2.4.2.2 Desarrollo del Objetivo Específico 2

Se diseña la red sanitaria del proyecto Palario IV con un sistema que reaprovecha las aguas grises (de lavaderos y duchas) y los reutiliza en los inodoros.

### a. Diseño de la red sanitaria para el sistema con reutilización de aguas grises

#### Cálculo de la dotación de agua para consumo

Por tratarse de una Edificación del tipo Hospedaje, el parámetro a tomar en cuenta es la extensión útil por dormitorio (500 lt.).

#### Por Pisos:

1° Piso: 188m<sup>2</sup> x2 lt/m<sup>2</sup> = 376 lt/día

2°, 3° y 4° piso: 3x9 Dor. / piso x 500 lt/dor = 13500 lt/día

Azotea: 2 Dor x 500 lt/Dpr = 1000 lt/día

**Consumo Diario Total = 14 876 lt/día**

La nueva dotación de agua potable, disminuirá en proporción al gasto probable de los nuevos aparatos sanitarios que ahora consumen el agua potable (Lavamanos y duchas) y se excluye los inodoros, puesto que se abastecerán de la reutilización de aguas grises. De acuerdo con las unidades de gasto calculadas, se tiene:

Tabla n.º 9. Unidades de Gasto por tipo de aparatos sanitarios

Tipo de Aparato	Nº	U.G.	U.H.	Disponibilidad	%	
Ducha	29	4	116	TOTAL	206	58%
				U.H. :		
Lavaderos	30	3	90			
		TOTAL	206			
		U.H. :				
Tipo de Aparato	Nº	U.G.	U.H.	Demanda		
Inodoro	30	5	150	TOTAL	150	42%
				U.H. :		
		TOTAL	150			
		U.H. :				

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene lo siguiente, del total de 356 U.H., solamente los inodoros generan un total del 42% del gasto probable

Por tratarse de una reutilización de aguas grises para el uso de los inodoros, se observa, de los gastos probables UH, que el consumo del nuevo sistema se reduciría a solo un 58%, es decir  $14.876\text{m}^3 \times 58\% = 8.63\text{m}^3$  (lavamanos y duchas). Entonces para el diseño de la cisterna de agua potable se tiene:  $14.876\text{ m}^3 \times 58\% = 8.63\text{ m}^3$ .

### **Cálculo del cisterna y Tanque elevado de agua potable**

La construcción de la Cisterna estará diseñada en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado, cuya capacidad estará calculada en función al consumo diario.

De acuerdo con la norma IS.0.10, cuando se tiene cisterna y tanque elevado, los volúmenes de cada uno son como se muestran en las siguientes ecuaciones.

#### **Cisterna para consumo humano**

La construcción de la Cisterna estará diseñada en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado, cuya capacidad estará calculada en función al consumo diario.

$$\text{Vol. Cisterna} = 8.63\text{ m}^3 \times 3/4 = 6.50\text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Tanque} = 6.5 \times 1/3 = 2.2\text{ m}^3 \text{ (Se usará un tanque de } 2.5\text{ m}^3\text{)}$$

#### **Cálculo de la máxima demanda simultanea**

El sistema de abastecimiento de Agua Potable más adecuado para la construcción de la edificación, será con el Sistema Indirecto Cisterna, Tanque Elevado y su correspondiente Equipo de Bombeo. La distribución de agua a los servicios será por presurización desde el referido tanque.

Ahora, solo consumen agua los sanitarios lavamanos y duchas

Para obtener el Gasto Probable, se llevará el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a las tablas del Anexo N° 3 de la Norma IS.10 - Instalaciones Sanitarias del R.N.P., entonces:

- Lavadero: 3 UH
- Ducha: 4 UH

Tabla n.º 10. Unidades de gasto probable para duchas y lavaderos

Tipo de Aparato	Nº	U.G.	U.H.	Disponibilidad de agua
Ducha	29	4	116	TOTAL U.H.: 206 (58%)
Lavaderos	30	3	90	
TOTAL U.H. :			206	

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener el Gasto Probable, se lleva el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a la tabla del Anexo N° 3 de la Norma IS 0.10 del R.N.E, y luego se interpola:

Tabla n.º 11. Anexo N° 3 de la norma IS 0.10

N° DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		N° DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		N° DE UNIDADES	GASTO PROBABLE		N° DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
3	0.12	-	36	0.85	1.67	130	1.91	2.80	380	3.67	4.46
4	0.16	-	38	0.88	1.70	140	1.98	2.85	390	3.83	4.60
5	0.23	0.90	40	0.91	1.74	150	2.06	2.95	400	3.97	4.72
6	0.25	0.94	42	0.95	1.78	160	2.14	3.04	420	4.12	4.84
7	0.28	0.97	44	1.00	1.82	170	2.22	3.12	440	4.27	4.96
8	0.29	1.00	46	1.03	1.84	180	2.29	3.20	460	4.42	5.08
9	0.32	1.03	48	1.09	1.92	190	2.37	3.25	480	4.57	5.20
10	0.43	1.06	50	1.13	1.97	200	2.45	3.36	500	4.71	5.31
12	0.38	1.12	55	1.19	2.04	210	2.53	3.44	550	5.02	5.57
14	0.42	1.17	60	1.25	2.11	220	2.60	3.51	600	5.34	5.83
16	0.46	1.22	65	1.31	2.17	230	2.65	3.58	650	5.85	6.09
18	0.50	1.27	70	1.36	2.23	240	2.75	3.65	700	5.95	6.35
20	0.54	1.33	75	1.41	2.29	250	2.84	3.71	750	6.20	6.61
22	0.58	1.37	80	1.45	2.35	260	2.91	3.79	800	6.60	6.84
24	0.61	1.42	85	1.50	2.40	270	2.99	3.87	850	6.91	7.11
26	0.67	1.45	90	1.56	2.45	280	3.07	3.94	900	7.22	7.36
28	0.71	1.51	95	0.62	2.50	290	3.15	4.04	950	7.53	7.61
30	0.75	1.55	100	1.67	2.55	300	3.32	4.12	1000	7.85	7.85
32	0.79	1.59	110	1.75	2.60	320	3.37	4.24	1100	8.27	-
34	0.82	1.63	120	1.83	2.72	340	3.52	4.35	1200	8.70	-

Fuente: (RNE IS 0.10, 2006)

Tabla n.º 12. Interpolación para cálculo de gasto probable

N° de Unidades (UH)	Gasto Probable
200	2.45
206	X
210	2.53

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{210-200}{206-200} = \frac{2.53-2.45}{x-2.45} \rightarrow x = 2.50$$

Entonces la máxima demanda simultánea: "Qmds = 2.50 L/s"

### Equipo de Bombeo

El equipo de bombeo que se instalará tendrá una potencia y capacidad de impulsar el caudal suficiente para la máxima demanda requerida

$Q \text{ bombeo} = V \text{ tanque} / \text{Tiempo de llenado}$

$Q \text{ bombeo} = 2200 \text{ L/s} / 2\text{h}$

$Q \text{ bombeo} = 0.31 \text{ L/s}$

Entonces al comparar el  $Q$  bombeo y  $Q_{\text{m}}ds$ , se adopta el mayor.

$Q \text{ bombeo} = 0.31 \text{ L/s}$  y  $Q_{\text{m}}ds = 2.50 \text{ L/s}$ ; se adopta  **$Q = 2.50 \text{ L/s}$**

### Altura dinámica Total (H.D.T.)

HT Succión = 1.60 m

HT Impulsión = 16.50 m

P salida = 3.00 m

Hf T = 2.50 m

**H.D.T. = 23.60 m**

### Potencia del equipo de bombeo

Se calcula la potencia del equipo de bombeo:

$Q \text{ bomba} = 2.50 \text{ lt/s}$

H.D.T. = 23.60 m

E = 60 % (eficiencia de la bomba)

Potencia =  $2.50 \text{ lt/s} \times 23.60 \text{ m} / 75 \times 60 \%$

Potencia = 1.31 HP

Se adopta dos bombas: de 1.5 HP, uno de uso continuo y otro de reserva.

### Cálculo del diámetro de las tuberías de distribución

Se asumirá un Caudal Promedio que pasa por las instalaciones sanitarias, según IS.010 - R.N.E.

Tabla n.º 13. Diámetro de las tuberías de distribución

DIAMETRO (mm)	Velocidad máxima (m/s)		Caudales de acuerdo a diámetros:				
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
15 (1/2")	1.90	φ	15	20	25	32	40
20 (3/4")	2.20		1.5	2	2.5	3.2	4
25 (1")	2.48		0.015	0.020	0.025	0.032	0.040
32 (1 1/4")	2.85		0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0013
40 y mayores (1 1/2" y mayores)	3.00		0.0003	0.0007	0.0012	0.0023	0.0038
		Qd	0.336	0.691	1.217	2.29211	3.77

Fuente: (RNE IS 0.10, 2006)



$$D = 1/2''$$

$$V = 1.9 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 0.34 \text{ lt/s}$$

Entonces se cumplirá que  $Q_d > Q_p$ ,

$$Q_p = 0.12 \text{ lt/s}$$

$$Q_d = 0.34 \text{ lt/s}$$

Entonces se adopta  $Q = 0.34 \text{ L/s}$ , de acuerdo con esto el diámetro de la tubería de distribución es de 1/2"

### **Cálculo del diámetro de la tubería de alimentación**

Para garantizar el volumen mínimo útil de almacenamiento de agua en la cisterna, por el tiempo de llenado de 4 horas, en pulgadas

$$\text{Volumen cisterna} = 6.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de llenado} = 4 \text{ h (según R.N.E.)}$$

$$Q \text{ Bombeo} = 6500.00 \text{ Lt/s} / 4 \text{ h}$$

$$Q \text{ Bombeo} = 0.45 \text{ Lt/s}$$

Se escoge el diámetro más apropiado, para:

$$Q = 2.50 \text{ Lt/s}$$

$$D = 1 \frac{1}{4}''$$

$$V = 2.85 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 2.29 \text{ lt/s}$$

Entonces se cumplirá que  $Q_d > Q \text{ Bombeo}$

$$Q_p = 0.45 \text{ lt/s}$$

$$Q_d = 2.29 \text{ lt/s}$$

Entonces se adopta  $Q=2.99 \text{ L/s}$ , de acuerdo con esto el diámetro de la tubería de alimentación es 1 1/4".

### **Cálculo del diámetro de impulsión y succión**

Se determina en función del  $Q_b$ , en pulgadas según el IS.010 Anexo N°5, diámetros de las tuberías de impulsión.

Para la tubería de succión se toma el diámetro inmediatamente superior al de la tubería de impulsión.

Tabla n.º 14. Diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de Bombeo

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0.50	20 ( 3/4" )
Hasta 1.00	25 ( 1" )
Hasta 1.60	32 ( 1 1/4" )
Hasta 3.00	40 ( 1 1/2" )
Hasta 5.00	50 ( 2" )
Hasta 8.00	65 ( 2 1/2" )
Hasta 15.00	75 ( 3" )
Hasta 25.00	100 ( 4" )

Fuente: (RNE IS 0.10, 2006)

Para  $Q = 2.50$  L/s, se obtiene:

Diámetro de Impulsión: 1 1/4"

Diámetro de Succión: 1 1/2"

#### **Cálculo del cisterna y Tanque elevado para reutilización de aguas grises**

Por tratarse de una reutilización de aguas grises para el uso de los inodoros, se observa, de los gastos probables UH, que el consumo del nuevo sistema se reduciría a solo un 58%, es decir  $14.89\text{m}^3 \times 58\% = 8.63\text{m}^3$  (lavamanos y duchas). Entonces para el diseño de la cisterna de reutilización para el abastecimiento de inodoros, se toma la demanda de los inodoros:  $14.89 \text{ m}^3 \times 42\% = 6.25 \text{ m}^3$

La construcción de la Cisterna estará diseñada en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado, cuya capacidad estará calculada en función al consumo diario.

De acuerdo con la norma IS.0.10, cuando se tiene cisterna y tanque elevado, los volúmenes de cada uno son como se muestran en las siguientes ecuaciones.

#### **Cisterna para reutilización de aguas grises**

La construcción de la Cisterna estará diseñada en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado, cuya capacidad estará calculada en función al consumo diario.

$$\text{Vol. Cisterna} = 6.25 \text{ m}^3 \times 3/4 = 4.70 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Tanque} = 4.70 \times 1/3 = 1.60 \text{ m}^3 \text{ (Se usará un tanque de } 2.5 \text{ m}^3\text{)}$$

### Cálculo de la máxima demanda simultanea

El sistema de abastecimiento de Agua Potable más adecuado para la construcción de la edificación, será con el Sistema Indirecto Cisterna, Tanque Elevado y su correspondiente Equipo de Bombeo. La distribución de agua a los servicios será por presurización desde el referido tanque.

Tabla n.º 15. Unidades de gasto para los inodoros

TIPO DE APARATO	Nº	U.G.	U.H.
Inodoro	30	5	150
TOTAL U.H. :			150

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener el Gasto Probable, se llevará el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a las tablas del Anexo N° 3 de la Norma IS.10, Instalaciones Sanitarias del R.N.P., entonces:

Tabla n.º 16. Gasto probable para inodoros

Nº de Unidades	Gasto Probable
150	2.06

Fuente: Elaboración Propia

Entonces la máxima demanda simultánea: "Qmds = 2.06 L/s"

### Equipo de Bombeo

El equipo de bombeo tiene una potencia y capacidad de impulsar el caudal suficiente para la máxima demanda requerida

$$Q \text{ bombeo} = V \text{ tanque} / \text{Tiempo de llenado}$$

$$Q \text{ bombeo} = 1600 \text{ Lt/s} / 2\text{h}$$

$$Q \text{ bombeo} = 0.22 \text{ Lt/s}$$

Entonces al comparar el Q bombeo y Qmds, se adopta el mayor

$$Q \text{ bombeo} = 0.22 \text{ L/s} \text{ y } Q\text{mds} = 2.06 \text{ L/s}; \text{ se adopta } Q=2.06\text{L/s}$$

### Altura dinámica Total (H.D.T.)

$$\text{HT Succión} = 1.50 \text{ m}$$

$$\text{HT Impulsión} = 16.50 \text{ m}$$

$$\text{P salida} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Hf T} = 2.5 \text{ m}$$

$$\text{H.D.T.} = 23.50 \text{ m}$$

### Potencia del equipo de bombeo

Se calcula la potencia de la bomba

Q bomba	= 2.06 lt/s
H.D.T.	= 23.50 m
E	= 60 % (eficiencia de la bomba)
Potencia	= 2.06 lt/s x 21.00 m / 75 x 60 %
Potencia	= 1.08 HP

Se adopta dos bombas: de 1.5 HP, uno de uso continuo y otro de reserva.

### Cálculo del diámetro de las tuberías de distribución

Se asumirá un Caudal Promedio que pasa por las instalaciones sanitarias, según IS.010 - R.N.E.

Tabla n.º 17. Diámetro de las tuberías de distribución

DIAMETRO (mm)	Velocidad máxima (m/s)		Caudales de acuerdo a diámetros:				
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
15 (1/2")	1.90	φ	15	20	25	32	40
20 (3/4")	2.20		1.5	2	2.5	3.2	4
25 (1")	2.48		0.015	0.020	0.025	0.032	0.040
32 (1 1/4")	2.85		0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0013
40 y mayores (1 1/2" y mayores)	3.00	Qd	0.0003	0.0007	0.0012	0.0023	0.0038
			0.336	0.691	1.217	2.29211	3.77

Fuente: (RNE IS 0.10, 2006)

$$D = 1/2"$$

$$V = 1.9 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 0.34 \text{ lt/s}$$

Entonces se cumplirá que  $Q_d > Q_p$ ,

$$Q_p = 0.12 \text{ lt/s}$$

$$Q_d = 0.34 \text{ lt/s}$$

Entonces se adopta  $Q=0.34 \text{ L/s}$ , de acuerdo con esto el diámetro de la tubería de distribución es de 1/2"

### Cálculo del diámetro de impulsión y succión

Se determina en función del  $Q_b$ , en pulgadas según el IS.010 Anexo N°5, diámetros de las tuberías de impulsión. Para la tubería de succión se toma el diámetro inmediatamente superior al de la tubería de impulsión.

Tabla n.º 18. Diámetro de las tuberías de impulsión

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0.50	20 ( 3/4" )
Hasta 1.00	25 ( 1" )
Hasta 1.60	32 ( 1 1/4" )
Hasta 3.00	40 ( 1 1/2" )
Hasta 5.00	50 ( 2" )
Hasta 8.00	65 ( 2 1/2" )
Hasta 15.00	75 ( 3" )
Hasta 25.00	100 ( 4" )

Fuente: Elaboración Propia

Para  $Q = 2.06$  L/s

Se obtiene:

Diámetro de Impulsión: 1 1/4"

Diámetro de Succión: 1 1/2"

### Desagüe y ventilación

Los diámetros de las tuberías de las redes de desagüe, se han determinado de acuerdo al número de unidades de descarga de los aparatos sanitarios.

### Cálculo de consumo eléctrico de las electrobombas del sistema con reutilización de aguas grises:

Costo Kwh (+ IGV)	: 0.59 S/. /Kwh
Horas de funcionamiento	: 2 h / día
Número de bombas funcionando	: 2 bombas
Potencia	: 1.5 HP = 1.5 * 746w = 1.119 Kw
Por mes	: 30 días/ mes
Por año	: <u>12 meses / año</u>
Gasto eléctrico anual:	$0.59 * 2 * 2 * 1.119 * 30 * 12 = 950.70$ S/. /año

## b. Presupuesto para el sistema con reutilización de aguas grises

Tabla n.º 19. Presupuesto de un sistema con reutilización de aguas grises

<b>PRESUPUESTO SISTEMA CON REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unid.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>01</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
<b>1.01</b>	<b>SALIDAS DE AGUA FRIA</b>				<b>4 462.76</b>
<b>01.01.01</b>	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø 3/4"	pto	1	71.98	71.98
<b>01.01.02</b>	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø1/2"	pto	61	71.98	4 390.78
<b>1.02</b>	<b>SALIDAS DE DESAGUE</b>				<b>2 977.05</b>
<b>01.02.01</b>	SALIDA DESAGUE PVC SAP 4"	pto	30	62.85	1 885.50
<b>01.02.02</b>	SALIDA VENTILACION DE PVC-SAL 2"	pto	19	57.45	1 091.55
<b>1.03</b>	<b>REGISTROS Y SUMIDEROS</b>				<b>2 867.23</b>
<b>01.03.01</b>	REGISTRO DE BRONCE 2"	und	29	20.72	600.88
<b>01.03.02</b>	SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"	und	29	78.15	2 266.35
<b>1.04</b>	<b>RED DE AGUA</b>				<b>6603.98</b>
<b>01.04.01</b>	TUBERIA DE PVC C-10 DE 1/2"	m	96.57	24.82	2 396.87
<b>01.04.02</b>	TUBERIA DE PVC C-10 DE 3/4"	m	197.61	21.29	4 207.12
<b>1.05</b>	<b>RED DE DESAGUE, MONTANTES Y VENTILACION</b>				<b>9 069.59</b>
<b>01.05.01</b>	TUBERIA DE PVC - SAP 4"	m	92.98	62.85	5 843.79
<b>01.05.02</b>	TUBERIA DE PVC - SAP 2"	m	21.15	23.79	503.16
<b>01.05.03</b>	MONTANTE DE TUBERIA PVC 4"	m	74.44	21.94	1 633.21
<b>01.05.04</b>	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC SAL DE 2" PARA VENTILACION	m	54.2	20.1	1 089.42
<b>1.06</b>	<b>CAJAS DE REGISTRO Y OTROS</b>				<b>1 391.04</b>
<b>01.06.01</b>	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 24" x 24"	unid	6	231.84	1 391.04
<b>1.07</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS DE AGUA FRIA</b>				<b>526.37</b>
<b>01.07.01</b>	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 1"	unid	1	71.44	71.44
<b>01.07.02</b>	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE 3/4"	unid	3	74.53	223.59
<b>01.07.03</b>	VALVULA FLOTADORA DE BRONCE DE 3/4"	unid	1	81.44	81.44
<b>01.07.04</b>	MEDIDOR DE AGUA	unid	1	149.9	149.90
<b>1.08</b>	<b>BOMBA DE AGUA CENTRIFUGA PETROLLO 1.5HP</b>				<b>2 600.00</b>
					<b>30 498.02</b>
<b>02</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS REUTILIZACION A INODOROS</b>				
<b>2.01</b>	<b>SALIDAS DE AGUA FRIA</b>				<b>2 231.38</b>
<b>02.01.01</b>	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø1/2"	pto	31	71.98	2 231.38
<b>2.02</b>	<b>SALIDAS DE DESAGUE</b>				<b>1 539.78</b>
<b>02.02.01</b>	SALIDA DESAGUE DE PVC SAL 2"	pto	66	23.33	1 539.78

<b>2.03</b>	<b>RED DE REUTILIZACION</b>				<b>3 655.44</b>
<b>02.03.01</b>	TUBERIA DE PVC C-10 DE 3/4"	m	129.73	21.29	2 761.95
<b>02.03.02</b>	TUBERIA DE PVC C-10 DE 1/2"	m	21.14	24.82	524.69
<b>02.03.03</b>	TUBERIA DE PVC C-10 DE 1"	m	14.6	25.26	368.80
<b>2.04</b>	<b>RED DE DESAGUE Y MR</b>				<b>3 489.25</b>
<b>02.04.01</b>	TUBERIA DE PVC - SAP 2"	m	91.15	23.79	2 168.46
<b>02.04.02</b>	TUBERIA COLGANTE PVC 2"	m	60.2	21.94	1 320.79
<b>2.05</b>	<b>CAJAS DE REGISTRO Y OTROS</b>				<b>927.36</b>
<b>02.05.01</b>	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 24" x 24"	unid	4	231.84	927.36
<b>2.06</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS DE AGUA REUT.</b>				<b>2 303.52</b>
<b>02.06.01</b>	VALVULA COMPUERTA DE 1/2"	unid	32	69.44	2 222.08
<b>02.06.02</b>	VALVULA FLOTADORA DE BRONCE DE 3/4"	unid	1	81.44	81.44
<b>2.07</b>	<b>BOMBA DE AGUA CENTRIFUGA PETROLLO 1.5 HP</b>	unid	2	1300	<b>2 600.00</b>
					<b>16 746.73</b>
<b>03.01</b>	<b>CISTERNA (6.5m3)</b>				<b>11 126.69</b>
<b>03.01.01</b>	CONCRETO CISTERNA f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	9.2	226.27	2 081.68
<b>03.01.02</b>	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m <sup>2</sup>	47.2	77.58	3 661.78
<b>03.01.03</b>	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	1 000.60	5.38	5 383.23
<b>03.02</b>	<b>TANQUE ELEVADO</b>				<b>920.13</b>
<b>03.02.01</b>	TANQUE DE AGUA (2.2 m3) - usa T/E 2500L	unid	1	920.13	920.13
					<b>12 046.82</b>
<b>04.01</b>	<b>CISTERNA (4.7m3)</b>				<b>8 044.93</b>
<b>04.01.01</b>	CONCRETO CISTERNA f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	6.65	226.27	1 504.70
<b>04.01.02</b>	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA	m <sup>2</sup>	34.13	77.58	2 647.81
<b>04.01.03</b>	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	723.50	5.38	3 892.43
<b>04.02</b>	<b>TANQUE ELEVADO</b>				<b>920.13</b>
<b>04.02.01</b>	TANQUE DE AGUA (1.6 m3) - usa T/E 2500L	unid	1	920.13	920.13
					<b>8 965.06</b>
	<b>Costo Directo</b>				<b>68 256.63</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.4.3 Procedimiento del objetivo específico 3

Para comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises para el proyecto Palario IV, se hace:

- a. La comparación de los costos mediante los indicadores Valor Actual Neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de recuperación (Payback)

#### 2.4.3.1 Marco teórico del objetivo específico 3

##### Valor Actual Neto (VAN)

Es un indicador financiero o una fórmula que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto, nos dice el valor de un negocio, y si nos conviene hacerlo. Se calcula a través de la siguiente fórmula:

Ecuación n.º 7. Ecuación para el valor actual neto (VAN)

$$VAN = -INV_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FN_i}{(1+r)^i}$$

Donde:

VAN: Es el valor actual neto

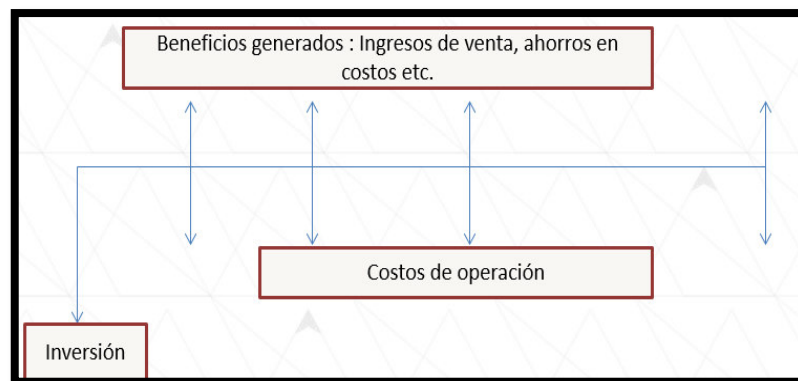
INV: Es la inversión inicial

r: tasa de oportunidad

n: número de periodos (años)

Fn: Flujo de caja en el periodo n

Figura n.º 7. Análisis costo beneficio en el tiempo



Fuente: Elaboración Propia



De acuerdo con el resultado de la ecuación del Valor Actual Neto (VAN), si:

- $VAN < 0$ , El proyecto no es viable
- $VAN = 0$ , El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas
- $VAN > 0$  el proyecto es viable, se generan beneficios
- Cuando se comparan 2 proyectos, se determina la viabilidad del proyecto el que tenga mayor VAN

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno mide la rentabilidad de una inversión. Esto quiere decir, el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá esta. Y funciona como una herramienta complementaria del valor actual Neto (VAN). El TIR se calcula llevando el VAN a cero

Ecuación n.º 8. Fórmula para la tasa interna de retorno (TIR)

$$VAN = -INV + \sum_{n=0}^n \frac{FN}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Donde:

TIR: Tasa interna de retorno

n: número de periodos (años)

VAN: Valor actual neto

INV: inversión en el momento inicial (n=0)

FN: Flujo neto en el periodo n

Para realizar el análisis de viabilidad del proyecto, se debe comparar la TIR con la tasa mínima de corte, que representa la tasa de oportunidad de la inversión (r), el que sea mayor representará una mayor rentabilidad. Por tanto, el análisis queda de la siguiente manera:

- Si  $TIR > r$ , entonces el proyecto es viable
- Si  $TIR < r$ , entonces el proyecto no es viable

### Valor Presente (VP)

El valor presente es una fórmula que nos permite calcular cuál es el valor de hoy que tiene un monto de dinero que recibiremos en el futuro.

Ecuación n.º 9. Fórmula para valor presente

$$VP = \frac{VF}{(1 + r)^n}$$

Donde:

VP: Valor presente

VF: Valor futuro

r: tasa de oportunidad

n: número de periodos (n)

### Periodo de recuperación (PAYBACK)

El PAYBACK o periodo de recuperación es un criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión.

Ecuación n.º 10. Fórmula para el Payback

$$\text{Payback} = \text{año de la últ. caja negativa} + \frac{\text{último valor negativo}}{1^\circ \text{ caja positiva del VP}}$$

### 2.4.3.2 Desarrollo del objetivo específico 3

#### a. Comparación de costos mediante los indicadores VAN, TIR y PAYBACK

Se comparan los costos de un sistema convencional y un sistema con reutilización de aguas grises, utilizando el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el periodo de recuperación (Payback), a partir de los costos del proyecto para un sistema convencional y un sistema con reutilización de aguas grises. En esta situación se ha cuantificado los costos inherentes al presupuesto, es decir los costos de mantenimiento, y costos por consumo de agua y eléctrico, dando una diferencia en flujo neto de S/. 5 107.10; este beneficio es gracias al ahorro en el consumo de agua. A continuación, se muestra el resumen de costos:

Tabla n.º 20. Resumen de costos para ambos sistemas

Evaluación del costo Beneficio	Inversión Total	Costo por consumo de agua (anual)	Costo Mantenimiento de equipos	Costo por consumo eléctrico (anual)	FLUJO NETO
Sistema Convencional:	S/. 66 619.92	S/. 17 453.60	S/. 1 600.00	S/. 633.80	S/. 19 687.40
Sistema con reutilización de aguas grises:	S/. 85 313.36	S/. 10 129.60	S/. 3 500.00	S/. 950.70	S/. 14 580.30
<b>Diferencia:</b>	<b>-S/18 693.45</b>				<b>S/. 5 107.10</b>

Fuente: Elaboración Propia

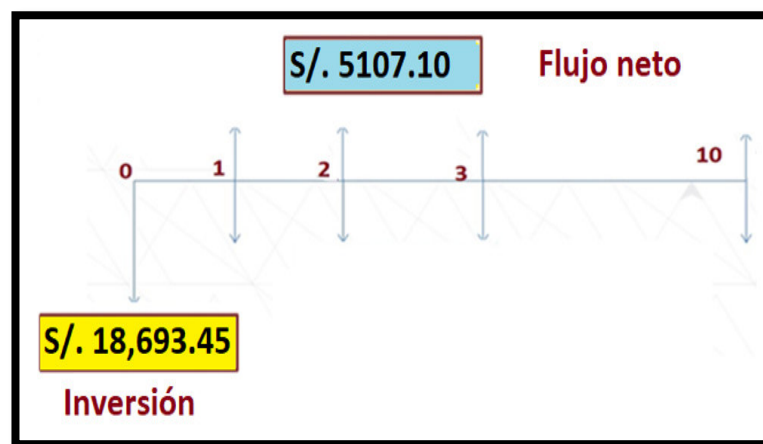
### Inversión

Se considera los costos de inversión para el sistema convencional y el sistema con reutilización de aguas grises. Se observa, en el sistema con reutilización de aguas grises se invierten S/. 18 693.45 más, en comparación con un sistema convencional.

### Flujo Neto

Se tiene una diferencia de flujo neto de S/. 5 107.10. Este valor se mantiene constante durante el periodo de evaluación de 10 años.

Figura n.º 8. Diagrama costo beneficio



Fuente: Elaboración Propia

### Tasa de descuento (r)

Se toma una tasa de descuento sugerida por el MEF, porque este proyecto también puede ser aplicado a una obra similar,  $r=9\%$  (Ver Anexo n.º 6).

### Valor presente (VP)

Llevamos los flujos de costos al valor presente mediante la fórmula siguiente, los resultados se muestran en la *Tabla n.º 21*

$$VP = \frac{5107}{(1 + 9\%)^n}$$

En la siguiente tabla se actualiza los flujos netos a valor presente en cada periodo de evaluación

Tabla n.º 21. Actualización del valor presente

AÑOS (n)	Flujos Netos	Valor presente (VP) VP=VF/(1+r)^n	r = Valor presente (VP) S/.	9.00% Periodo de Recuperación (PAYBACK)
0	-S/18 693.45			-S/18 693.45
1	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^1 =	S/4 685.41	-S/14 008.03
2	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^2 =	S/4 298.54	-S/9 709.49
3	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^3 =	S/3 943.62	-S/5 765.87
4	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^4 =	S/3 618.00	-S/2 147.87
5	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^5 =	S/3 319.26	S/1 171.39
6	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^6 =	S/3 045.20	S/4 216.59
7	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^7 =	S/2 793.76	S/7 010.35
8	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^8 =	S/2 563.08	S/9 573.43
9	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^9 =	S/2 351.45	S/11 924.88
10	S/5 107.10	5 107 / (1+9%)^10 =	S/2 157.29	S/14 082.17

Fuente: Elaboración Propia

## CALCULO DE LOS INDICADORES VAN, TIR Y PAYBACK

### Calculo del TIR

Para calcular el TIR hacemos uso de la ecuación n.º 8:

$$-18693.45 + \sum_{1}^{10} \left( \frac{5107}{1 + TIR\%} \right)^n = 0$$

Resolviendo la ecuación

TIR = 24.19%

### Calculo del VAN

Para calcular el VAN hacemos uso de la ecuación n.º 7

$$VAN = -18693.45 + \sum_{1}^{10} \left( \frac{5107}{1 + 9\%} \right)^n$$

Resolviendo la sumatoria:

VAN = 14 082

### Calculo del PAYBACK

Se calcula el Payback en el periodo en que la recuperación pasa de negativo a positivo, de la Tabla n.º 21:

$$\text{Payback} = 4 \text{ años} + (2147.87 / 3319.26) = 4.65 \text{ años}$$

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Resultados del objetivo específico 1: "Determinar el costo total con el sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe para el Proyecto Palario IV"

Un sistema convencional tendrá una cisterna de capacidad 11.2m<sup>3</sup>, un tanque elevado de 3.8m<sup>3</sup> y una demanda probable de 356 UH. A continuación, se presenta la siguiente tabla con el resumen del diseño sanitario:

Tabla n.º 22. Resumen del diseño con el sistema Convencional

RESUMEN SIST. CONVENCIONAL			
ITEM	DESCRIP	CANTIDAD	UNID
01	Dotación	14.88	m <sup>3</sup> /día
02	Cisterna	11.2	m <sup>3</sup>
03	Tanque Elevado	3.8	m <sup>3</sup>
04	UH	356	UG
05	Qmds	3.58	L/S
06	Q bombeo	0.53	L/S
07	HDT	21.3	m
08	POT: 2 Bombas	2	HP/cu
09	Φ Tub Impulsión (Q=3.34 L/s)	1 1/2"	
10	Φ Tub Succión (Q=3.34 L/s)	2"	

Fuente: Elaboración Propia

Sobre los costos, el sistema convencional tiene un costo total de S/. 66 619.92 de inversión, que incluye las instalaciones sanitarias, la cisterna, electrobombas y un tanque elevado.

Se estima que el consumo efectivo diario de agua es 35% de consumo diario a partir de la demanda máxima de 14.89m<sup>3</sup>, el cual resulta 5.21m<sup>3</sup> de agua consumida. En 30 días se tienen 5.21m<sup>3</sup>x30 días = 156 m<sup>3</sup> de agua consumida.

Por tratarse de un hospedaje, la tarifa de SEDAPAL se asigna del tipo comercial (S/. 5.36 por concepto de agua potable por metro cúbico registrado, y S/. 2.499 por concepto de alcantarillado por metro cúbico registrado, más un cargo fijo de S/. 5.042), a todo esto, se le adiciona un 18% por concepto de IGV

Figura n.º 9. Estructura tarifaria de SEDAPAL, según clase de construcción

1. CARGO FIJO (S/ / Mes)		5.042	
CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS	Tarifa (S/ / m <sup>3</sup> )	
	m <sup>3</sup> /mes	Agua Potable	Alcantarillado <sup>(1)</sup>
NO RESIDENCIAL			
Comercial	0 a 1000	5.360	2.499
	1000 a más	5.751	2.680

Fuente: Precios de SEDAPAL Publicado Diario el peruano actualizado al 09.12.2018

Por lo tanto, el cobro mensual resulta:

$(156 \text{ m}^3 \times 5.36 + 156.3 \text{ m}^3 \times 2.499 + 5.042) \times 1.18 = \text{S/} 1\ 454.47$  de consumo promedio mensual, que en un año resulta  $1\ 454.47 \times 12 = \text{S/} 17\ 453.6$

Aparte de ello se tiene un costo por mantenimiento de equipos de S/. 1 600 anuales

Tabla n.º 23. Cuadro de costos con el sistema convencional

ITEM	Sistema Convencional	Costo (S/.)
01	Costo de Instalaciones Sanitarias	31 098.02
02	Cisterna 11.20 m <sup>3</sup>	19 171.08
03	Tanque 3.80 m <sup>3</sup> (5000L)	3 500.00
	<b>Costo Directo</b>	<b>53 769.10</b>
	Utilidad 5%	2 688.46
	IGV (18%)	10 162.36
<b>Inversión</b>	<b>Inversión del Sistema Convencional =</b>	<b>66 619.92</b>
<b>Costos Operativos</b>	Costo por consumo agua potable (anual) =	17 453.60
	Costo Mantenimiento Equipos =	1 600.00
	Consumo eléctrico por 1 electrobomba (2hp) =	633.80
	<b>Flujo Neto:</b>	<b>19 687.40</b>

Fuente: Elaboración Propia

Con el sistema convencional se tiene un flujo neto (gastos) de S/. 19 687.40

### 3.2 Resultados del objetivo específico 2: "Determinar el costo total con el sistema con reutilización de aguas grises para el Proyecto Palario IV"

El sistema con reutilización de aguas grises tendrá una cisterna para el agua potable de capacidad 8.61 m<sup>3</sup>, un tanque elevado de 2.2 m<sup>3</sup> y una demanda probable de 206 UG

Tabla n.º 24. Resumen del diseño para agua potable para lavamanos y duchas del sistema con reutilización de aguas grises

<b>RESUMEN REUTILIZACION (CISTERNA + T/E AGUA POTABLE)</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIP</b>	<b>CANT / DIA</b>	<b>UNID</b>
01	Dotación	8.61	m3
02	Cisterna agua potable	6.46	m3
03	Tanque Elevado Agua Potable	2.15	m3
04	UH (Lavamanos + duchas)	206	UG
05	Qmds	2.5	L/S
06	Q bombeo	0.31	L/S
07	HDT	21.1	m
08	POT: 2 Bombas	1.5	HP/cu
09	Φ Tub Impulsión (Q=2.5 L/s)	1 1/4"	
10	Φ Tub Succión (Q=2.5 L/s)	1 1/2"	

Fuente: Elaboración Propia

La reutilización de aguas grises procedentes de lavamanos y duchas ingresarán en una nueva cisterna para reutilización, cuya capacidad depende de la demanda de los inodoros, 356 UG - 206 UG = 150 UG (el cual representa un 42%)

Tabla n.º 25. Resumen del diseño para agua reutilizada en inodoros del sistema con reutilización de aguas grises

<b>RESUMEN REUTILIZACION (CISTERNA+T/E PARA REUTILIZACION)</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIP</b>	<b>CANT / DIA</b>	<b>UNID</b>
01	Dotación	6.27	m3
02	Cisterna Aguas grises	4.70	m3
03	Tanque Elevado Aguas Grises	1.57	m3
04	UH (Inodoro)	150	UG
05	Qmds	2.06	L/S
06	Q bombeo	0.15	L/S
07	HDT	21.0	m
08	POT: 2 Bombas	1.5	HP
09	Φ Tub Impulsión (Q=2.06 L/s)	1 1/4"	
10	Φ Tub Succión (Q=2.06 L/s)	1 1/2"	

Fuente: Elaboración Propia

Sobre los costos, el sistema con reutilización de aguas grises tiene un costo total de S/. 85 313.36 de inversión, que incluye las instalaciones sanitarias convencional (para lavamanos y duchas) un cisterna y tanque elevado para la distribución de agua potable, y otro cisterna y tanque elevado para la reutilización de las aguas grises tratadas.

Tabla n.º 26. Cuadro de costos del sistema con reutilización de aguas grises

ITEM	Sistema Con Reutilización de aguas grises	Costo (S./)
01	Costo de Instalaciones Sanitarias con Reutilización	47 844.75
02	Cisterna 6.5 m <sup>3</sup>	11 126.69
03	Tanque 2.2 m <sup>3</sup> (2500L)	920.13
04	Cisterna para reutilización 4.7m <sup>3</sup>	8 044.93
05	Tanque para reutilización 1.60 m <sup>3</sup> (2500L)	920.13
	<b>Costo Directo</b>	<b>68 856.63</b>
	Utilidad 5%	3 442.83
	IGV (18%)	13 013.90
<b>Inversión</b>	<b>Inversión Sistema con reutilización</b>	<b>85 313.36</b>
<b>Costos Operativos</b>	Costo por consumo de agua potable (anual) =	10 129.60
	Costo Mantenimiento Equipos =	3 500.00
	Costo por 2 electrobombas (1.5HP) =	950.70
	<b>Flujo Neto:</b>	<b>14 580.30</b>

Fuente: Elaboración Propia

Se estima que el consumo efectivo diario de agua es de un 35% de consumo diario. A partir de la demanda máxima de 8.61m<sup>3</sup>, resulta 3.01m<sup>3</sup> de agua consumida. En 30 días se tienen 3.01x30 días = 90.38m<sup>3</sup> de agua consumida.

Por tratarse de un hospedaje, la tarifa de SEDAPAL se asigna del tipo comercial (S/. 5.36 por concepto de agua potable por metro cúbico registrado, y S/. 2.499 por concepto de alcantarillado por metro cúbico registrado más un cargo fijo de S/. 5.042), a todo esto, se le adiciona un 18% por concepto de IGV

Figura n.º 10. Estructura tarifaria de SEDAPAL, según clase de construcción

1. CARGO FIJO (S/ / Mes)		5.042	
CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS	Tarifa (S/ / m <sup>3</sup> )	
	m <sup>3</sup> /mes	Agua Potable	Alcantarillado <sup>(1)</sup>
NO RESIDENCIAL	0 a 1000	5.360	2.499
	1000 a más	5.751	2.680

Fuente: Precios de SEDAPAL Publicado Diario el peruano actualizado al 09.12.2018



Por lo tanto, el cobro mensual resulta:

$(90.38 \text{ m}^3 \times 5.36 + 90.38 \text{ m}^3 \times 2.499 + 5.042) \times 1.18 = \text{S/} 844.14$  de consumo promedio mensual, que en un año resulta  $844.14 \times 12 = \text{S/} 10\,129.6$

Aparte de ello se tiene un costo por mantenimiento de equipos de S/. 3500 anuales por el mantenimiento cisternas, tanques y electrobombas.

Se tiene un flujo neto (gastos) de S/. 14 580.30, menor a un sistema convencional, debido al ahorro del agua gracias a la reutilización de las aguas grises en los inodoros.

### 3.3 Resultados del objetivo específico 3: "Comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el Proyecto Palario IV"

Los resultados de la comparación de costos beneficios para un sistema convencional y un sistema con reutilización de aguas grises, indican un el VAN, TIR y PAYBACK calculados en el desarrollo del objetivo 3 en el capítulo anterior, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla n.º 27. Análisis Costo Beneficio mediante indicadores VAN, TIR, PAYBACK

AÑOS (n)	Flujos de costos	Valor presente (VP)	Periodo de Recuperación (PAYBACK)
		r =	9.00%
0	-S/18 693.45		-S/18 693.45
1	S/5 107.10	S/4 685.41	-S/14 008.03
2	S/5 107.10	S/4 298.54	-S/9 709.49
3	S/5 107.10	S/3 943.62	-S/5 765.87
4	S/5 107.10	S/3 618.00	-S/2 147.87
5	S/5 107.10	S/3 319.26	S/1 171.39
6	S/5 107.10	S/3 045.20	S/4 216.59
7	S/5 107.10	S/2 793.76	S/7 010.35
8	S/5 107.10	S/2 563.08	S/9 573.43
9	S/5 107.10	S/2 351.45	S/1 1924.88
10	S/5 107.10	S/2 157.29	S/14 082.17
<b>TIR (10 AÑOS) =</b>	<b>24.19%</b>	La TIR = 24.19% > tasa descuento r= 9%	
<b>VAN (10 AÑOS) =</b>	<b>14 082.17</b>	El VAN = 14 082.17 es > 0	
<b>PAYBACK =</b>	<b>4.65</b>	El periodo de recuperación es 4.65 años	

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de VAN, TIR y PAYBACK se interpretan en el capítulo de discusiones

## CAPÍTULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión sobre los costos con un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe, para el Proyecto Palario IV

El costo de la implementación de un sistema convencional resulta ser de S/. 66 619.92, con un consumo promedio anual de agua de S/. 17 453.60, un costo por mantenimiento de equipos sanitarios de S/. 1 600 anuales y un gasto por consumo eléctrico del funcionamiento de electrobombas de S/. 633.80.

Tabla n.º 28. Costos de un sistema Convencional

ÍTEM	Sistema Convencional	Costo (S/.)
<b>Inversión</b>	<b>Inversión del Sistema Convencional =</b>	<b>66 619.92</b>
<b>Costos Operativos</b>	Costo por consumo agua potable (anual) =	17 453.60
	Costo Mantenimiento Equipos =	1 600.00
	Consumo eléctrico por 1 electrobomba (2hp) =	633.80
	<b>Flujos Neto:</b>	<b>19 687.40</b>

Fuente: Elaboración Propia

Comparándolo con un sistema con reutilización se observa que tiene un menor costo de inversión, pero un mayor consumo de agua, por ende, un mayor gasto monetario por concepto de agua potable y no genera ningún ahorro para el proyecto Palario IV

## 4.2 Discusión sobre los costos de un sistema con reutilización de aguas grises para el Proyecto Palario IV

El costo de la implementación de un sistema con reutilización de aguas resulta ser de S/. 85 313.36, con un consumo promedio anual de agua de 10 129.60 S/., un costo por mantenimiento de equipos de S/. 3 500 anuales y un gasto por consumo eléctrico del funcionamiento de electrobombas de S/. 950.70

Tabla n.º 29. Costos de un sistema con reutilización de aguas grises

ÍTEM	Sistema Con Reutilización de aguas grises	Costo (S/.)
<b>Inversión</b>	<b>Inversión del sistema con reutilización de aguas grises =</b>	<b>85 313.36</b>
<b>Costos Operativos</b>	Costo por consumo de agua potable (anual) =	10 129.60
	Costo Mantenimiento Equipos =	3 500.00
	Consumo eléctrico por 2 electrobombas (1.5HP) =	950.70
	<b>Flujos Neto:</b>	<b>14 580.30</b>

Fuente: Elaboración Propia

Las diferencias entre un sistema convencional y un sistema con reutilización de aguas grises, es que del 100% de agua que consume un sistema convencional, el sistema con reutilización de aguas grises solo consume un 58%, esto se traduce en un ahorro de 42% de agua, ver tabla siguiente:

Tabla n.º 30. Consumo de agua diario y mensual para ambos proyectos

SISTEMA	CONSUMO DIARIO DE AGUA (m3)	CONSUMO MENSUAL (30 días)
SIST. CONVENCIONAL	5.21 m3	156.20 m3
SIST. CON REUTILIZACION	3.01 m3	90.38 m3
ahorro	2.19 m3 <b>(42%)</b>	65.81 m3 <b>(42%)</b>

Fuente: Elaboración Propia

Esto resulta ser muy significativo ya que, por tratarse de una edificación comercial, el cobro por m3 de agua es muy elevado. Esto representa un ahorro significativo en el pago mensual por concepto de agua potable.

Si bien el sistema con reutilización de aguas grises tiene un costo mayor de inversión que el convencional, resulta en una gran diferencia en los pagos anuales, ahorro por concepto de agua de S/. 7 324.00

Tabla n.º 31. Comparación del consumo de agua de ambos sistemas

	Pago Mensual (Tarifa SEDAPAL)	Pago Anual (Tarifa SEDAPAL)
Sistema Convencional	S/. 1 454.57	S/. 17 453.6
Sistema con reutilización de aguas grises	S/. 844.14	S/. 10 129.6
Ahorro	S/. 610.33	S/. 7 323.98 S/.

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Discusión sobre comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV

La comparación de costos mediante los indicadores se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla n.º 32. Resultado del periodo de recuperación (PAYBACK)

AÑOS (n)	Flujos de costos	r = 9.00%	
		Valor Presente (VP)	Periodo de Recuperación (PAYBACK)
0	-S/18 693.45		-S/18 693.45
1	S/5 107.10	S/4 685.41	-S/14 008.03
2	S/5 107.10	S/4 298.54	-S/9 709.49
3	S/5 107.10	S/3 943.62	-S/5 765.87
4	S/5 107.10	S/3 618.00	-S/2 147.87
5	S/5 107.10	S/3 319.26	S/1 171.39
6	S/5 107.10	S/3 045.20	S/4 216.59
7	S/5 107.10	S/2 793.76	S/7 010.35
8	S/5 107.10	S/2 563.08	S/9 573.43
9	S/5 107.10	S/2 351.45	S/11 924.88
10	S/5 107.10	S/2 157.29	S/14 082.17
<b>TIR (10 AÑOS) =</b>	<b>24.19 %</b>	La TIR = 24.19% > r= 9%, Proyecto Viable	
<b>VAN (10 AÑOS) =</b>	<b>14 082.17</b>	El VAN =14 082.17 > 0, el proyecto es viable	
<b>PAYBACK =</b>	<b>4.65</b>	El periodo de recuperación es 4.65 años	

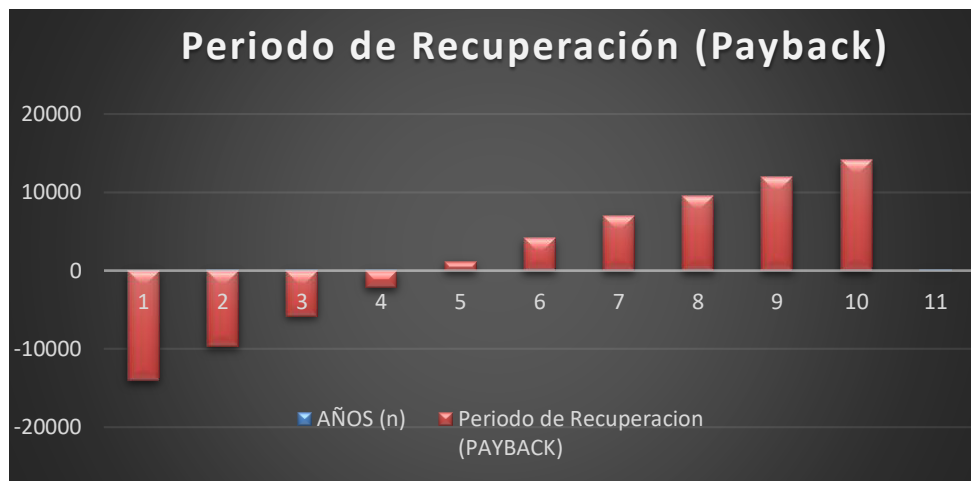
Fuente: Elaboración Propia

La tasa interna de retorno (TIR) resultó un valor de 24.19%, este valor es mayor que la tasa de oportunidad  $r = 9\%$ , esto indica que el proyecto es viable. El TIR representa la tasa mínima, si se quiere recuperar la inversión, en caso de que la tasa de oportunidad sea mayor a la TIR, indicaría que el proyecto no genera beneficios.

El valor actual neto (VAN) calculado en un horizonte a 10 años resulta un valor de 14 082.87, este valor es mayor a cero, por lo tanto, el VAN también confirma que el proyecto es viable. El VAN = 14 082.87 representa el remanente o beneficio generado luego de recuperar completamente la inversión por el sistema con reutilización de aguas grises.

El periodo de recuperación (Payback), indica que la inversión es recuperable en un tiempo de 4.65 años.

Figura n.º 11. Retorno de la Inversión (Payback)



Fuente: Elaboración Propia

Se observa gráficamente que el periodo de recuperación de la inversión está entre los 4 y 5 años, exactamente a los 4.65 años (4 años y 8 meses aproximadamente). Luego de este tiempo, el ahorro de agua con la reutilización de aguas grises se convierte en beneficios para el proyecto Palario IV.

### Beneficios

Luego de evaluar el proyecto con ambos sistemas, se selecciona el proyecto con reutilización de aguas grises, por lo siguientes motivos:

- Reduce la cantidad de agua potable utilizada en el proyecto Palario IV
- Genera un beneficio económico reduciendo el costo de facturación mensual por pago de agua
- Genera también un beneficio al medioambiente, pues el agua potable que ya no se utiliza, puedan servir para personas que sufran escasez de agua
- El sistema de reutilización de aguas grises convierte el proyecto Palario IV en un sistema sostenible

## CONCLUSIONES

### Conclusión General

Se concluye del análisis Costo Beneficio, que la inversión por el sistema con reutilización de aguas grises resulta ser viable; conviene invertir más en un sistema con reutilización, pues genera beneficios económicos y medioambientales.

### Conclusión del Objetivo Específico 1

Sobre el sistema convencional, tiene un costo de inversión de S/. 66 619.92, la cual es menor comparación al de un sistema de reutilización de aguas grises, sin embargo, consume mensualmente más cantidad de agua potable, un promedio de 159.3 m<sup>3</sup> que equivalen a S/. 17 453.60 por año.

### Conclusión del Objetivo Específico 2

El sistema con reutilización de aguas grises, tiene un costo de inversión de S/. 85 313.36, mayor en comparación al sistema convencional, sin embargo, presenta la bondad de consumir menos cantidad de agua, con este sistema se consume en promedio 90.38m<sup>3</sup> de agua mensualmente, que equivalen a S/. 10 129.6 por año. Con este sistema se tiene un ahorro de 65.8m<sup>3</sup> mensuales, lo cual representa un beneficio económico para el Proyecto Palario IV de S/. 7 324.00 por año, además también representa un gran beneficio al medio ambiente, pues cuida y preserva el recurso hídrico. Se concluye que este sistema genera un ahorro hídrico de un 42% frente a un sistema convencional.

### Conclusión del Objetivo Específico 3

De la comparación de ambos sistemas, la tasa interna de retorno (TIR=24.19%) es mayor a la tasa de oportunidad (r=9%), y el valor actual neto (VAN=14 082) es mayor a cero. Además, el periodo de recuperación (Payback) indica que la inversión retorna en 4.65 años.



## REFERENCIAS

- Ardila Galvis, M. (2013). *Viabilidad Técnica y Económica del aprovechamiento de aguas grises domésticas*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua, A. (2016). Estrategia nacional para el mejoramiento de los recursos hídricos.
- Baquero, M. T. (2013). Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador. *ESTOA*.
- CEPIS. (2003). Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa.
- Cubas García, B. L. (2018). *Reducción del consumo de agua potable a través de la reutilización de aguas residuales domésticas, para el condominio Bella Aurora, Nuevo Chimbote 2018*. Nuevo Chimbote, Perú.
- España, A. (2014). Guía técnica española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. *Aqua España*.
- Galeano Díaz, A. (2017). *Optimización del recurso Hídrico en nuevas construcciones para vivienda a través de la reutilización de aguas grises*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Jimeno, E. (s.f.). *Instalaciones sanitarias en edificaciones 2ed*. Lima: Colegio de Ingenieros.
- Kestler Rojas. (2004). Uso, Reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda. (*Tesis de Grado*). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Llanos, G. (2009). *Propuesta de instalación hidráulica sanitaria para la reutilización de aguas grises*. México.
- Loza Delgado, P. J. (2017). *Diseño de un sistema de reciclado de aguas grises y su aprovechamiento para un desarrollo sostenible en una vivienda multifamiliar de doce pisos en la ciudad de Tacna, 2017*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Manual Instalaciones Sanitarias de la Casa, M. d. (2008). *Las Instalaciones Sanitarias de la Casa*. Lima, Perú: SINCO Editores.
- Niño Rodríguez & Medina Martínez. (2013). Estudio de las aguas grises domésticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá. (*Tesis de Grado*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- RNE IS 0.10. (2006). *Instalaciones Sanitarias ISO.10*. Lima: El Peruano.
- salud, O. m. (2016). *Guías para la calidad del agua potable*.
- Sancha & Ahumada. (2007). *Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile*. Universidad de Chile, Chile.

Sparrow Alamo, E. (2014). *Instalaciones Sanitarias*. Chimbote, Perú.

SPDA ACTUALIDAD AMBIENTAL. (2017). *SPDA ACTUALIDAD AMBIENTAL*. Obtenido de <http://www.actualidadambiental.pe/?p=42982>

Suarez & Jácome. (2012). El reciclaje de aguas grises como complemento a las estrategias de gestión sostenible del agua en el medio rural. *Cuenca Fluvial y desarrollo sostenible*, 265-284.

Trujillo Tafur, E. (2017). *Propuesta de modelo de vivienda con instalaciones sanitarias que permita reutilizar las aguas en la descarga de inodoros, Nuevo Chimbote - 2017*. Universidad Cesar Vallejo, Nuevo Chimbote, Lima, Perú.

Valera Málaga, A. R. (2017). Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017. (*Tesis de Grado*). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Vazquez, O. (s.f.). *Reglamento Nacional de edificaciones comentado 5ed*. Lima.

## ANEXOS

## Anexo n.º 1. Matriz de Consistencia

ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO ENTRE UN SISTEMA CONVENCIONAL DE AGUA Y DESAGÜE Y UN SISTEMA CON REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES, PARA EL PROYECTO PALARIO IV	Formulación del Problema	Objetivos	Hipotesis	Variables $y=f(x)$	Indicadores	Diseño de la Investigación
	<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo determinar el costo beneficio entre un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar el costo beneficio entre un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV</p>	<p><b>Hipotesis General:</b> Existe costo beneficio entre un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV</p>	<p>Variabes Independiente (x): Sistema convencional y Sistema con reutilización de aguas grises Dimensiones D1: Diseño de instalaciones sanitarias D2: Presupuesto</p>	<p>Consumo de agua (por año): (S/.) Inversión: (S/.)</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Descriptivo, comparativo <b>Metodo:</b> Enfoque Cuantitativo <b>Diseño:</b> Experimental <b>En Tiempo:</b> Transversal</p>
	<p><b>Problemas Específicos:</b> 1. ¿Cómo determinar el costo total de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe, para el proyecto Palario IV? 2. ¿Cómo determinar el costo total de un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV? 3. ¿Cómo comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b> 1. Determinar el costo total de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe para el proyecto Palario IV 2. Determinar el costo total de un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV 3. Comparar los costos de un sistema convencional de instalaciones de agua y desagüe y un sistema con reutilización de aguas grises, para el proyecto Palario IV</p>		<p>Variable Dependiente (y): Costo Beneficio para el proyecto Palario IV Dimensiones D1: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación (Payback)</p>	<p><math>VAN &gt; 0</math> <math>TIR &gt; r</math> Payback</p>	

## Anexo n.º 2.1. Metrado para el sistema Convencional

ITEM	DESCRIPCION	UND	1er Piso	2do piso	3er piso	4to piso	azotea	TOTAL
<b>1.00</b>	<b><u>SALIDAS DE AGUA FRIA</u></b>							
1.01	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø3/4"	PTO	1.00					1.00
1.02	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø1/2"	PTO	2.00	19.00	18.00	18.00	4.00	61.00
<b>2.00</b>	<b><u>SALIDAS DE DESAGUE</u></b>							
2.01	SALIDA DE DESAGUE Ø 4".	PTO	1.00	9.00	9.00	9.00	2.00	30.00
2.02	SALIDA DE VENTILACION Ø2".	PTO		7.00	5.00	5.00	2.00	19.00
<b>3.00</b>	<b><u>REGISTROS Y SUMIDEROS</u></b>							
3.01	REGISTRO ROSCADO DE BRONCE Ø2"	UND		9.00	9.00	9.00	2.00	29.00
3.02	SUMIDERO ROSCADO DE BRONCE Ø2"	UND		9.00	9.00	9.00	2.00	29.00
<b>4.00</b>	<b><u>REDES DE AGUA FRIA, ALIMENTADORES</u></b>							
4.01	TUBERIA PVC C10 Ø 1/2 "	ML	1.60	28.71	30.32	30.32	5.62	96.57
4.02	TUBERIA PVC C10 Ø 3/4"	ML	18.30	58.03	51.50	51.55	18.23	197.61
<b>5.00</b>	<b><u>REDES DE DESAGUE, MONTANTES (MD) Y VENTILACION</u></b>							
5.01	TUBERIA PVC-SAP Ø 4"	ML	28.50	18.23	21.45	21.45	3.35	92.98
5.02	TUBERIA PVC-SAP Ø 2"	ML		8.75	5.64	5.66	1.20	21.25
5.03	TUBERIA COLGANTE PVC-SAP Ø 4"	ML	77.44					77.44
5.04	TUBERIA VENTILACION PVC- Ø2"	ML	54.20					54.20
<b>6.00</b>	<b><u>CAJAS DE REGISTRO Y OTROS</u></b>							
6.01	CAJAS DE REGISTRO DE 30X30 C/TAPA DE CONCRETO	UND	6.00					6.00
6.02	CAJA DE MEDIDOR	UND	1.00					1.00
<b>7.00</b>	<b><u>VALVULAS Y ACCESORIOS DE AGUA FRIA</u></b>							
7.02	VALVULA DE CHEK Ø1" DE BRONCE	UND	1.00					1.00
7.03	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Ø 1/2"	UND	3.00	11.00	10.00	10.00		34.00
7.04	VALVULA FLOTADORA DE BRONCE Ø1 1/4"	UND	1.00					1.00
7.08	MEDIDOR DE AGUA	UND	1.00					1.00

## Anexo n.º 2.2. Análisis de Precios Unitarios para el sistema Convencional

PROYECTO PALARIO IV				SISTEMA CONVENCIONAL		
001	INSTALACIONES SANITARIAS					
01.01.01	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø 3/4"					
pto/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : pto	71.98	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	13.42	3.07	
OPERARIO	hh	1.0000	2.2857	12.20	27.89	
PEON	hh	1.0000	2.2857	9.88	22.58	
					<b>53.54</b>	
<b>Materiales</b>						
CODO PVC SAP C/R 3/4" X 90°	unid		2.1000	1.50	3.15	
CODO PVC SAP C/R 3/4" X 45°	unid		0.1400	1.50	0.21	
TEE PVC SAP S/P 3/4"	unid		0.5200	1.50	0.78	
TUBERIA PVC-SAP C/R 3/4"	m		0.7500	12.00	9.00	
CODO DE COBRE DE 3/4" X 90°	unid		1.0300	2.00	2.06	
CINTA TEFLON	unid		0.2000	1.50	0.30	
TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4"	unid		1.0500	1.00	1.05	
BUSHING DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4" A 1/2"	unid		0.1400	2.00	0.28	
					<b>16.83</b>	
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	53.54	1.61	
					<b>1.61</b>	
01.01.02	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø1/2"					
pto/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : pto	71.98	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	13.42	3.07	
OPERARIO	hh	1.0000	2.2857	12.20	27.89	
PEON	hh	1.0000	2.2857	9.88	22.58	
					<b>53.54</b>	
<b>Materiales</b>						
TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 m	unid		0.7500	12.00	9.00	
CODO PVC-SAP C/R 1/2" X 90°	unid		2.1000	1.50	3.15	
CODO PVC SAP S/P 1/2" X 45°	unid		0.1400	1.50	0.21	
TEE PVC-SAP S/P 1/2"	unid		0.5200	1.50	0.78	
CINTA TEFLON	unid		0.2000	1.50	0.30	
CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	unid		1.0300	2.00	2.06	
TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"	unid		1.0500	1.00	1.05	
BUSHING DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4" A 1/2"	unid		0.1400	2.00	0.28	
					<b>16.83</b>	

Equipos					
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>	%mo		3.0000	53.54	1.61
					<b>1.61</b>
<b>01.02.01</b>	<b>SALIDA DESAGUE PVC SAP 4"</b>				
<b>pto/DIA</b>	<b>EQ.</b>		<b>Costo unitario directo por : pto</b>	<b>62.85</b>	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
<b>CAPATAZ</b>	hh		0.1333	13.42	1.79
<b>OPERARIO</b>	hh		1.3333	12.20	16.27
<b>PEON</b>	hh		1.3333	9.88	13.17
					<b>31.23</b>
<b>Materiales</b>					
<b>TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m</b>	m		2.6000	9.00	23.40
<b>TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"</b>	unid		0.6000	7.00	4.20
<b>REDUCCION PVC-SAL DE 4" A 2"</b>	unid		0.6000	4.00	2.40
<b>PEGAMENTO PARA PVC</b>	gal		0.0200	34.00	0.68
					<b>30.68</b>
<b>Equipos</b>					
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>	%mo		3.0000	31.23	0.94
					<b>0.94</b>
<b>01.02.02</b>	<b>SALIDA VENTILACION DE PVC-SAL 2"</b>				
<b>pto/DIA</b>	<b>6.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>6.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : pto</b>	<b>57.45</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
<b>CAPATAZ</b>	hh	0.1000	0.1333	13.42	1.79
<b>OPERARIO</b>	hh	1.0000	1.3333	12.20	16.27
<b>PEON</b>	hh	1.0000	1.3333	9.88	13.17
					<b>31.23</b>
<b>Materiales</b>					
<b>TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m</b>	m		3.0000	6.00	18.00
<b>CODO PVC-SAL 2" X 90°</b>	unid		1.2000	3.00	3.60
<b>TEE SANITARIA PVC-SAL DE 2"</b>	unid		0.6000	5.00	3.00
<b>PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN</b>	unid		0.0200	34.00	0.68
					<b>25.28</b>
<b>Equipos</b>					
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>	%mo		3.0000	31.23	0.94
					<b>0.94</b>
<b>01.03.01</b>	<b>REGISTRO DE BRONCE 2"</b>				
<b>und/DIA</b>	<b>12.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>12.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : unid</b>	<b>20.72</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
<b>OPERARIO</b>	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13
<b>PEON</b>	hh	1.0000	0.6667	9.88	6.59

					<b>14.72</b>
<b>Materiales</b>					
<b>REGISTRO DE BRONCE DE 2"</b>	unid		1.0000	6.00	6.00
					<b>6.00</b>
<b>01.03.02 SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"</b>					
<b>und/DIA</b>	<b>2.6700</b>	<b>EQ.</b>	<b>2.6700</b>	Costo unitario directo por : und	<b>78.15</b>
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>OPERARIO</b>	hh	1.0000	2.9963	12.20	36.55
<b>PEON</b>	hh	1.0000	2.9963	9.88	29.60
					<b>66.15</b>
<b>Materiales</b>					
<b>TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"</b>	unid		1.0000	4.00	4.00
<b>SUMIDERO DE BRONCE DE 2"</b>	unid		1.0000	8.00	8.00
					<b>12.00</b>
<b>01.04.01 TUBERIA DE PVC C-10 DE 1/2"</b>					
<b>m/DIA</b>	<b>25.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>25.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>24.82</b>
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>OPERARIO</b>	hh	1.0000	0.3200	12.20	3.90
<b>PEON</b>	hh	1.0000	0.3200	9.88	3.16
					<b>7.06</b>
<b>Materiales</b>					
<b>TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 m</b>	unid		1.0300	12.00	12.36
<b>TEE PVC-SAP C/R 1/2"</b>	unid		1.0100	5.00	5.05
<b>PEGAMENTO PARA PVC</b>	gal		0.0040	34.00	0.14
					<b>17.55</b>
<b>Equipos</b>					
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>	%mo		3.0000	7.06	0.21
					<b>0.21</b>
<b>01.04.02 TUBERIA DE PVC C-10 DE 3/4"</b>					
<b>m/DIA</b>	<b>25.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>25.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>21.29</b>
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>OPERARIO</b>	hh	1.0000	0.3200	12.20	3.90
<b>PEON</b>	hh	1.0000	0.3200	9.88	3.16
					<b>7.06</b>
<b>Materiales</b>					
<b>TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3 m (20 mm)</b>	unid		1.0300	12.00	12.36
<b>TEE PVC SAP S/P 3/4"</b>	unid		1.0100	1.50	1.52
<b>PEGAMENTO PARA PVC</b>	gal		0.0040	34.00	0.14
					<b>14.02</b>



Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.06	0.21
					<b>0.21</b>
<b>01.05.01</b>	<b>TUBERIA DE PVC - SAP 4"</b>				
m/DIA	EQ.		Costo unitario directo por : m	<b>62.85</b>	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh		0.1333	13.42	1.79
OPERARIO	hh		1.3333	12.20	16.27
PEON	hh		1.3333	9.88	13.17
					<b>31.23</b>
<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m	m		2.6000	9.00	23.40
TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"	unid		0.6000	7.00	4.20
REDUCCION PVC-SAL DE 4" A 2"	unid		0.6000	4.00	2.40
PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0200	34.00	0.68
					<b>30.68</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	31.23	0.94
					<b>0.94</b>
<b>01.05.02</b>	<b>TUBERIA DE PVC - SAP 2"</b>				
m/DIA	EQ.		Costo unitario directo por : m	<b>23.79</b>	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh		0.0333	13.42	0.45
OPERARIO	hh		0.3333	12.20	4.07
PEON	hh		0.3333	9.88	3.29
					<b>7.81</b>
<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m		1.0500	6.00	6.30
TUBERIA PVC-SAL 22" X 5 m	unid		0.3600	8.00	2.88
CODO PVC-SAL 2" X 90°	unid		0.3200	3.00	0.96
TEE SANITARIA PVC-SAL DE 2"	unid		0.3900	5.00	1.95
YEE PVC SAL SIMPLE DE 2"	unid		0.1600	8.00	1.28
PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0700	34.00	2.38
					<b>15.75</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.81	0.23
					<b>0.23</b>
<b>01.05.03</b>	<b>MONTANTE DE TUBERIA PVC 4"</b>				
m/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m	<b>21.94</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	12.20	4.88
PEON	hh	1.0000	0.4000	9.88	3.95
					<b>8.83</b>

<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m	m		1.0300	9.00	9.27
CODO PVC-SAL 4" X 45°	unid		0.2500	5.00	1.25
TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"	unid		0.0900	7.00	0.63
PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	unid		0.0500	34.00	1.70
					<b>12.85</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.83	0.26
					<b>0.26</b>
<b>01.05.04</b>					
<b>SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC SAL DE 2" PARA VENTILACION</b>					
m/DIA	24.0000	EQ.	24.0000	Costo unitario directo por : m	<b>20.10</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
OPERARIO	hh	1.0000	0.3333	12.20	4.07
PEON	hh	1.0000	0.3333	9.88	3.29
					<b>7.36</b>
<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m		1.0500	6.00	6.30
TUBERIA PVC-SAL 22" X 5 m	unid		0.3600	8.00	2.88
CODO PVC-SAL 2" X 90°	unid		0.3200	3.00	0.96
PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	unid		0.0700	34.00	2.38
					<b>12.52</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.36	0.22
					<b>0.22</b>
<b>01.06.01</b>					
<b>CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 24" x 24"</b>					
und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : und	<b>231.84</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	12.20	97.60
PEON	hh	1.0000	8.0000	9.88	79.04
					<b>176.64</b>
<b>Materiales</b>					
CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE DESAGUE DE 24" X 24"	unid		1.0000	12.00	12.00
TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE 2"	unid		0.4000	23.00	9.20
CODO FIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	unid		1.0000	12.00	12.00
					<b>33.20</b>
<b>Subcontratos</b>					
SC REJILLA METALICA T-9	unid		1.0000	22.00	22.00
					<b>22.00</b>
<b>01.07.01</b>					
<b>VALVULA CHECK DE BRONCE DE 1"</b>					
unid/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : und	<b>71.44</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					

<b>OPERARIO</b>	hh	1.0000	1.3333	12.20	16.27
<b>PEON</b>	hh	1.0000	1.3333	9.88	13.17
					<b>29.44</b>
<b>Materiales</b>					
<b>UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1"</b>	unid		2.0000	5.00	10.00
<b>VALVULA CHECK 1"</b>	unid		1.0000	32.00	32.00
					<b>42.00</b>
<b>01.07.02</b>	<b>VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE 3/4"</b>				
<b>und/DIA</b>	<b>6.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>6.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>	<b>74.53</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>CAPATAZ</b>	hh	0.1000	0.1333	13.42	1.79
<b>OPERARIO</b>	hh	1.0000	1.3333	12.20	16.27
<b>PEON</b>	hh	1.0000	1.3333	9.88	13.17
					<b>31.23</b>
<b>Materiales</b>					
<b>CINTA TEFLON</b>	unid		0.2000	1.50	0.30
<b>NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4" x 1 1/2"</b>	unid		2.0000	2.00	4.00
<b>UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4"</b>	unid		2.0000	7.00	14.00
<b>VALVULA COMPUERTA DE 3/4"</b>	unid		1.0000	25.00	25.00
					<b>43.30</b>
<b>01.07.03</b>	<b>VALVULA FLOTADORA DE BRONCE DE 3/4"</b>				
<b>und/DIA</b>	<b>6.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>6.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>	<b>81.44</b>
<b>Mano de Obra</b>					
<b>OPERARIO</b>	hh	1.0000	1.3333	12.20	16.27
<b>PEON</b>	hh	1.0000	1.3333	9.88	13.17
					<b>29.44</b>
<b>Materiales</b>					
<b>VALVULA FLOTADORA DE 3/4"</b>	unid		1.0000	52.00	52.00
					<b>52.00</b>
<b>01.07.04</b>	<b>MEDIDOR DE AGUA</b>				
<b>unid/DIA</b>	<b>EQ.</b>			<b>Costo unitario directo por : und</b>	<b>149.90</b>
<b>Subcontratos</b>					
<b>SC MEDIDOR DE FLUJO SIMPLE DE 1/2"</b>	unid		1.0000	149.90	149.90
					<b>149.90</b>

### Anexo n.º 3.1. Metrado para el sistema con reutilización de aguas grises

ITEM	DESCRIPCION	UND	1er Piso	2do piso	3er piso	4to piso	azotea	TOTAL
<b>1.00</b>	<b><u>SALIDAS DE AGUA REUTILIZACION</u></b>							
1.02	SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø1/2"	PTO		9.00	9.00	9.00	4.00	<b>31.00</b>
<b>2.00</b>	<b><u>SALIDAS DE DESAGUE REUTILIZACION</u></b>							
2.01	SALIDA DE DESAGUE PVC-SAP Ø 2".	PTO	1.00	19.00	19.00	19.00	8.00	<b>66.00</b>
<b>4.00</b>	<b><u>REDES DE AGUA REUTILIZ. Y ALIMENTADORES</u></b>							
4.01	TUBERIA PVC C10 Ø 1/2 "	ML		7.79	6.13	6.13	1.10	<b>21.15</b>
4.02	TUBERIA PVC C10 Ø 3/4"	ML		39.61	36.66	36.66	16.80	<b>129.73</b>
4.03	TUBERIA PVC C10 Ø 1 "	ML	14.60					<b>14.60</b>
<b>5.00</b>	<b><u>REDES DE DESAGUE, MONTANTES (MR)</u></b>							
5.02	TUBERIA PVC-SAP Ø 2"	ML	36.14	14.79	15.40	15.40	9.42	<b>91.15</b>
5.03	TUBERIA COLGANTE PVC-SAP Ø 2"	ML	60.20					<b>60.20</b>
<b>6.00</b>	<b><u>CAJAS DE REGISTRO Y OTROS</u></b>							
6.01	CAJAS DE REGISTRO DE 24X24	UND	4.00					<b>4.00</b>
<b>7.00</b>	<b><u>VALVULAS Y ACCESORIOS DE AGUA REUTIL.</u></b>							
7.03	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE Ø 1/2"	DE UND	1.00	8.00	10.00	10.00	3.00	<b>32.00</b>
7.04	VALVULA FLOTADORA DE BRONCE Ø3/4"	UND	1.00					<b>1.00</b>

## Anexo n.º 3.2. Análisis de precios Unitarios para el sistema con reutilización de aguas grises

PROYECTO PALARIO IV						
SIST. REUTILIZACION						
01.01.01		SALIDA DE AGUA FRIA PVC-C10 Ø1/2"				
pto/DIA	3.5000	EQ.	3.5000		Costo unitario directo por : pto	71.98
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	13.42	3.07	
OPERARIO	hh	1.0000	2.2857	12.20	27.89	
PEON	hh	1.0000	2.2857	9.88	22.58	
					<b>53.54</b>	
<b>Materiales</b>						
TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 m	unid		0.7500	12.00	9.00	
CODO PVC-SAP C/R 1/2" X 90°	unid		2.1000	1.50	3.15	
CODO PVC SAP S/P 1/2" X 45°	unid		0.1400	1.50	0.21	
TEE PVC-SAP S/P 1/2"	unid		0.5200	1.50	0.78	
CINTA TEFLON	unid		0.2000	1.50	0.30	
CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	unid		1.0300	2.00	2.06	
TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"	unid		1.0500	1.00	1.05	
BUSHING DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4" A 1/2"	unid		0.1400	2.00	0.28	
					<b>16.83</b>	
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	53.54	1.61	
					<b>1.61</b>	
01.02.01		SALIDA DESAGUE DE PVC SAL 2"				
pto/DIA	24.0000	EQ.	24.0000		Costo unitario directo por : pto	23.33
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO	hh	1.0000	0.3333	12.20	4.07	
PEON	hh	1.0000	0.3333	9.88	3.29	
					<b>7.36</b>	
<b>Materiales</b>						
TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m		1.0500	6.00	6.30	
TUBERIA PVC-SAL 22" X 5 m	unid		0.3600	8.00	2.88	
CODO PVC-SAL 2" X 90°	unid		0.3200	3.00	0.96	
TEE SANITARIA PVC-SAL DE 2"	unid		0.3900	5.00	1.95	
YEE PVC SAL SIMPLE DE 2"	unid		0.1600	8.00	1.28	
PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	unid		0.0700	34.00	2.38	
					<b>15.75</b>	
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.36	0.22	
					<b>0.22</b>	

01.03.01		TUBERIA DE PVC C-10 DE 3/4"			
m/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m	21.29
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	12.20	3.90
PEON	hh	1.0000	0.3200	9.88	3.16
					<b>7.06</b>
<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3 m (20 mm)	unid		1.0300	12.00	12.36
TEE PVC SAP S/P 3/4"	unid		1.0100	1.50	1.52
PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	34.00	0.14
					<b>14.02</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.06	0.21
					<b>0.21</b>
01.03.02		TUBERIA DE PVC C-10 DE 1/2"			
m/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m	24.82
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	12.20	3.90
PEON	hh	1.0000	0.3200	9.88	3.16
					<b>7.06</b>
<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 m	unid		1.0300	12.00	12.36
TEE PVC-SAP C/R 1/2"	unid		1.0100	5.00	5.05
PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	34.00	0.14
					<b>17.55</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.06	0.21
					<b>0.21</b>
01.03.03		TUBERIA DE PVC C-10 DE 1"			
m/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m	25.26
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	13.42	0.43
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	12.20	3.90
PEON	hh	1.0000	0.3200	9.88	3.16

					<b>7.49</b>
<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 m	unid		1.0300	12.00	12.36
TEE PVC-SAP C/R 1/2"	unid		1.0100	5.00	5.05
PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	34.00	0.14
					<b>17.55</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.49	0.22
					<b>0.22</b>
<b>01.04.01 TUBERIA DE PVC - SAP 2"</b>					
m/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m	<b>23.79</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CAPATAZ	hh	0.0833	0.0333	13.42	0.45
OPERARIO	hh	0.8333	0.3333	12.20	4.07
PEON	hh	0.8333	0.3333	9.88	3.29
					<b>7.81</b>
<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m		1.0500	6.00	6.30
TUBERIA PVC-SAL 22" X 5 m	unid		0.3600	8.00	2.88
CODO PVC-SAL 2" X 90°	unid		0.3200	3.00	0.96
TEE SANITARIA PVC-SAL DE 2"	unid		0.3900	5.00	1.95
YEE PVC SAL SIMPLE DE 2"	unid		0.1600	8.00	1.28
PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0700	34.00	2.38
					<b>15.75</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.81	0.23
					<b>0.23</b>
<b>01.04.02 TUBERIA COLGANTE PVC 2"</b>					
m/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m	<b>21.94</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	12.20	4.88
PEON	hh	1.0000	0.4000	9.88	3.95
					<b>8.83</b>
<b>Materiales</b>					
TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m	m		1.0300	9.00	9.27
CODO PVC-SAL 4" X 45°	unid		0.2500	5.00	1.25
TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"	unid		0.0900	7.00	0.63

<b>PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN</b>		unid		0.0500	34.00	1.70
						<b>12.85</b>
<b>Equipos</b>						
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>		%mo		3.0000	8.83	0.26
						<b>0.26</b>
<b>01.05.01</b>		<b>CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 24" x 24"</b>				
und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000		Costo unitario directo por : und	<b>231.84</b>
<b>Mano de Obra</b>						
<b>OPERARIO</b>		hh	1.0000	8.0000	12.20	97.60
<b>PEON</b>		hh	1.0000	8.0000	9.88	79.04
						<b>176.64</b>
<b>Materiales</b>						
<b>CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE DESAGUE DE 24" X 24"</b>		unid		1.0000	12.00	12.00
<b>TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE 2"</b>		unid		0.4000	23.00	9.20
<b>CODO FIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°</b>		unid		1.0000	12.00	12.00
						<b>33.20</b>
<b>Subcontratos</b>						
<b>SC REJILLA METALICA T-9</b>		unid		1.0000	22.00	22.00
						<b>22.00</b>
<b>01.06.01</b>		<b>VALVULA COMPUERTA DE 1/2"</b>				
und/DIA	6.0000	EQ.	6.0000		Costo unitario directo por : und	<b>69.44</b>
<b>Mano de Obra</b>						
<b>OPERARIO</b>		hh	1.0000	1.3333	12.20	16.27
<b>PEON</b>		hh	1.0000	1.3333	9.88	13.17
						<b>29.44</b>
<b>Materiales</b>						
<b>UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"</b>		unid		2.0000	4.00	8.00
<b>VALVULA COMPUERTA DE 1/2"</b>		unid		1.0000	32.00	32.00
						<b>40.00</b>
<b>01.06.02</b>		<b>VALVULA FLOTADORA DE BRONCE DE 3/4"</b>				
unid/DIA	6.0000	EQ.	6.0000		Costo unitario directo por : und	<b>81.44</b>



Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	12.20	16.27
PEON	hh	1.0000	1.3333	9.88	13.17
					<b>29.44</b>
<b>Materiales</b>					
VALVULA FLOTADORA DE 3/4"	unid		1.0000	52.00	52.00
					<b>52.00</b>

## Anexo n.º 4. Cobros por concepto de consumo de agua de SEDAPAL



### SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA - SEDAPAL S.A.

#### ESTRUCTURA TARIFARIA VIGENTE

Por los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado

1. CARGO FIJO (S/ / Mes) 5.042
2. CARGO POR VOLUMEN

CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS	Tarifa (S/ / m <sup>3</sup> )	
	m <sup>3</sup> /mes	Agua Potable	Alcantarillado <sup>(1)</sup>
<b>RESIDENCIAL</b>			
Social	0 a más	1.255	0.575
Doméstico Subsidiado	0 - 10	1.255	0.575
	10 - 20	1.400	0.668
	20 - 50	1.478	0.901
	50 a más	5.360	2.499
Doméstico No Subsidiado	0 - 20	1.478	0.901
	20 - 50	2.098	1.262
	50 a más	5.360	2.499
<b>NO RESIDENCIAL</b>			
Comercial	0 a 1000	5.360	2.499
	1000 a más	5.751	2.680
Industrial	0 a más	5.751	2.680
Estatal	0 a más	3.525	1.591

<sup>(1)</sup> Incluye los servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales.

Notas:

A.- No incluye I.G.V.

## Anexo n.º 5. Norma IS 0.10 para las instalaciones sanitarias

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

 **NORMAS LEGALES**

**321151**

### III.3. INSTALACIONES SANITARIAS

#### NORMA IS.010

#### INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES

##### 1. GENERALIDADES

##### 1.1. ALCANCE

Esta Norma contiene los requisitos mínimos para el diseño de las instalaciones sanitarias para edificaciones en general. Para los casos no contemplados en la presente Norma, el ingeniero sanitario, fijará los requisitos necesarios para el proyecto específico, incluyendo en la memoria descriptiva la justificación y fundamentación correspondiente.

##### 1.2. CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES

a) Para efectos de la presente norma, la instalación sanitaria comprende las instalaciones de agua, agua contra incendio, aguas residuales y ventilación.

b) El diseño de las instalaciones sanitarias debe ser elaborado y autorizado por un ingeniero sanitario colegiado.

c) El diseño de las instalaciones sanitarias debe ser elaborado en coordinación con el proyectista de arquitectura, para que se considere oportunamente las condiciones mas adecuadas de ubicación de los servicios sanitarios, ductos y todos aquellos elementos que determinen el recorrido de las tuberías así como el dimensionamiento y ubicación de tanque de almacenamiento de agua entre otros; y con el responsable del diseño de estructuras, de tal manera que no comprometan sus elementos estructurales, en su montaje y durante su vida útil; y con el responsable de las instalaciones electromecánicas para evitar interferencia.

##### 1.3. DOCUMENTOS DE TRABAJO

Todo proyecto de instalaciones sanitarias para una edificación, deberá llevar la firma del Ingeniero Sanitario Colegiado.

La documentación del proyecto que deberá presentar para su aprobación constará de:

a) Memoria descriptiva que incluirá:

- Ubicación.

- Solución adoptada para la fuente de abastecimiento de agua y evacuación de desagüe y descripción de cada uno de los sistemas.

b) Planos de:

- Sistema de abastecimiento de agua potable: instalaciones interiores, instalaciones exteriores y detalles a escalas convenientes y esquemas isométricos cuando sea necesario.

- Sistema de desagües; instalaciones interiores, instalaciones exteriores y detalles a escalas convenientes y esquemas isométricos, cuando sea necesario.

- Sistema de agua contra incendio, riego, evacuación pluvial etc., cuando las condiciones así lo exijan.

##### 1.4. SERVICIOS SANITARIOS

##### 1.4.1. CONDICIONES GENERALES

a) Los aparatos sanitarios deberán instalarse en ambientes adecuados, dotados de amplia iluminación y ventilación previendo los espacios mínimos necesarios para su uso, limpieza, reparación, mantenimiento e inspección.

b) Toda edificación estará dotada de servicios sanitarios con el número y tipo de aparatos sanitarios que se establecen en 1.7.

c) En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado.

d) En las edificaciones de uso público, se debe considerar servicios sanitarios para discapacitados.

##### 1.4.2. NÚMERO REQUERIDO DE APARATOS SANITARIOS

El número y tipo de aparatos sanitarios que deberán ser instalados en los servicios sanitarios de una edifica-

ción será proporcional al número de usuarios, de acuerdo con lo especificado en los párrafos siguientes:

a) Todo núcleo básico de vivienda unifamiliar, estará dotado, por lo menos de: un inodoro, una ducha y un lavadero.

b) Toda casa- habitación o unidad de vivienda, estará dotada, por lo menos, de: un servicio sanitario que contará cuando menos con un inodoro, un lavatorio y una ducha. La cocina dispondrá de un lavadero.

c) Los locales comerciales o edificios destinados a oficinas o tiendas o similares, deberán dotarse como mínimo de servicios sanitarios en la forma, tipo y número que se especifica a continuación:

- En cada local comercial con área de hasta 60 m<sup>2</sup> se dispondrá por lo menos, de un servicio sanitario dotado de inodoro y lavatorio.

- En locales con área mayor de 60 m<sup>2</sup> se dispondrá de servicios sanitarios separados para hombres y mujeres, dotados como mínimo de los aparatos sanitarios que indica la Tabla N<sup>º</sup> 1.

Área del local (m <sup>2</sup> )	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
61 - 150	1	1	1	1	1
151 - 350	2	2	1	2	2
351 - 600	2	2	2	3	3
601 - 900	3	3	2	4	4
901 - 1250	4	4	3	4	4
Por cada 400 m <sup>2</sup> adicionales	1	1	1	1	1

- Cuando se proyecte usar servicios sanitarios comunes a varios locales se cumplirán los siguientes requisitos:

• Se proveerán servicios sanitarios separados debidamente identificados para hombres y mujeres; ubicados en lugar accesible a todos los locales a servir, respetando siempre la tabla anterior.

• La distancia entre cualquiera de los locales comerciales y los servicios sanitarios, no podrá ser mayor de 40 m en sentido horizontal ni podrá mediar más de un piso entre ellos, en sentido vertical.

- En los centros comerciales, supermercados y complejos dedicados al comercio, se proveerá para el público, servicios sanitarios separados para hombres y mujeres en la siguiente proporción indicada en la Tabla N<sup>º</sup> 2.

	Hombres			Mujeres		Niños	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Inod.	Lav.
Por cada 500 m <sup>2</sup> ó menos de área construida	1	1	1	2	1	1	1

d) En los restaurantes, cafeterías, bares, fuentes de soda y similares, se proveerán servicios sanitarios para los trabajadores, de acuerdo a lo especificado en el numeral 4.2c. Para el público se proveerá servicios sanitarios como sigue:

Los locales con capacidad de atención simultánea hasta de 15 personas, dispondrán por lo menos de un servicio sanitario dotado de un inodoro y un lavatorio. Cuando la capacidad sobrepase de 15 personas, dispondrán de servicios separados para hombres y mujeres de acuerdo con la Tabla N<sup>º</sup> 3.

Capacidad (Personas)	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
16 - 60	1	1	1	1	1
61 - 150	2	2	2	2	2
Por cada 100	1	1	1	1	1

e) En las plantas industriales, todo lugar de trabajo debe estar provisto de servicios sanitarios adecuados y separados para cada sexo. La relación mínima que debe existir entre el número de trabajadores y el de servicios sanitarios se señala en la Tabla N<sup>º</sup> 4.



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

321152

**NORMAS LEGALES**

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

Trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Beb.
1 a 9	1	2	1	1	1
10 a 24	2	4	2	1	1
25 a 49	3	5	3	2	1
50 a 100	5	10	6	4	2
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1	1

f) En los locales educacionales, se proveerán servicios sanitarios según lo especificado en la Tabla N° 5, de conformidad con lo estipulado en la Resolución Jefatural N° 338-INIED-83 (09.12.83).

Nivel	Primaria				Secundaria			
	Hombres		Mujeres		Hombres		Mujeres	
Inodoros	1/50		1/30		1/60		1/40	
Lavatorios	1/30		1/30		1/40		1/40	
Duchas	1/120		1/120		1/100		1/100	
Urinarios	1/30		—		1/40		—	
Botadero	1		1		1		1	

TIPOLOGIA (N° de alumnos)	SERVICIOS SANITARIOS						SERVICIOS SANITARIOS PARA VESTUARIOS							
	Inod.		Lav. ó Beb.		Urin. Bot.		Inod.		Lav.		Duch. Urin.			
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
<b>NIVEL PRIMARIA</b>														
EP-1 (240)	3	4	4	4	4	1	-	-	-	-	1	1	-	-
EP-2 (360)	4	6	6	6	6	2	-	-	-	-	2	2	-	-
EP-3 (480)	5	8	8	8	8	2	-	-	-	-	2	2	-	-
EP-4 (600)	6	10	10	10	10	2	-	-	-	-	3	3	-	-
EP-5 (720)	7	12	12	12	12	2	-	-	-	-	3	3	-	-
<b>NIVEL SECUNDARIA</b>														
ES-I (200)	2	3	3	3	3	1	1	2	2	2	1	1	2	-
ES-II (400)	4	5	5	5	5	2	1	2	2	2	2	2	2	-
ES-III (600)	5	8	8	8	8	2	1	2	2	2	3	3	2	-
ES-IV (800)	7	10	10	10	10	2	2	3	3	3	4	4	3	-
ES-V (1000)	8	13	13	13	13	2	2	3	3	3	5	5	3	-
ES-VI (1200)	10	15	15	15	15	2	2	3	3	3	6	6	3	-

Para el presente cuadro se ha tomado como referencia de cálculo, que la matrícula promedio es de 50% hombres y 50% mujeres.

g) Ambientes de Estimulación Temprana.

Servicio Higiénico anexo al aula	1 inodoro 2 lavatorios 2 tinas
----------------------------------	--------------------------------------

h) Ambientes para aulas de Educación Inicial y aulas con retardo mental.

Servicio Higiénico anexo al aula	1 ducha con asiento 1 inodoro 1 lavatorio
----------------------------------	---

i) Ambientes para alumnos de primaria en las excepcionalidades de audición y lenguaje y ceguera o visión sub-normal.

Servicio Higiénico hombres	3 inodoro 3 lavatorios (1 lavatorio por cada 10 hombres) 2 duchas 1 urinario corrido 1 bebedero corrido
Servicio Higiénico mujeres	3 inodoros 3 lavatorios (1 lavatorio por cada 8 mujeres) 1 bebedero corrido

j) En los locales destinatarios para depósitos de materiales y/o equipos, se proveerán servicios sanitarios según lo dispuesto en los numerales 4.2c y 4.2e.

k) Para locales de hospedaje, se proveerá de servicios sanitarios, de conformidad con el Reglamento de Establecimientos de Hospedaje DS N° 006-73-IC/ DS., según como sigue:

- En los hoteles de 5 estrellas, cada dormitorio estará dotado de: servicio sanitario compuesto de tina y ducha, inodoro, bidé o similar y lavatorio. Las habitaciones dobles dispondrán de dos lavatorios.

- En los hoteles de 4 estrellas, el 75% de los dormitorios como mínimo, estarán dotados de: tina y ducha, inodoro, bidé o similar y lavatorio; el 25% restante, compuesto de ducha, lavatorio e inodoro.

- En hoteles de 3 estrellas, el 25% de los dormitorios estarán dotados de: tina y ducha, inodoro, bidé o similar y el 75% restante, compuesto de ducha, lavatorio e inodoro.

- En hoteles de 2 estrellas, hostales, hostales residenciales, moteles de 1, 2, y 3 estrellas, y centros vacacionales de 3 estrellas; todas las habitaciones tendrán servicios sanitarios compuestos de ducha, lavatorio e inodoro.

- En hoteles de 1 estrella, el 50% de las habitaciones estarán dotadas de servicios sanitarios compuestos de ducha, lavatorio e inodoro y el 50% restante de lavatorio.

Por cada cinco habitaciones no dotadas de servicio sanitario, existirá en cada piso como mínimo dos servicios sanitarios compuestos de ducha independiente, lavatorio y dos inodoros.

- En los hostales y hostales residenciales de 2 estrellas, el 30% de las habitaciones, estarán dotadas de servicio sanitario con inodoro, ducha y lavatorio y el 70% restante, con lavatorio.

- En los hostales y hostales residenciales de 1 estrella; en cada planta y por cada 7 habitaciones se instalarán dos servicios sanitarios con ducha independiente, lavatorio e inodoro.

- En los centros vacacionales de 2 estrellas, el 50% de los dormitorios estarán dotados de servicios sanitarios privados compuestos de ducha, lavatorio e inodoro y el 50% restante, con lavatorio.

Por cada cinco habitaciones se instalarán baños comunes independientes para hombres y mujeres compuestos de ducha independiente, lavatorio e inodoro. En el servicio sanitario de hombres deberá instalarse un urinario.

- En cada piso de todos los locales de hospedaje se instalará un botadero.

- En todos los locales de hospedaje se proveerá para el personal, servicios sanitarios independientes para hombre y mujeres, en lugares convenientes, tal como se señala en la Tabla N° 6.

N° de trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
1 - 15	1	2	1	1
16 - 24	2	4	2	1
25 - 49	3	5	3	1
Por cada 20 adicionales	1	1	1	1

- En todos los locales de hospedaje se instalarán servicios sanitarios en las proximidades a los lugares de reunión, independientes para hombres y mujeres, tal como se señala en la Tabla N° 7.

N° de personas	Inod.	Lav.	Urin.
1 - 15	1	1	1
16 - 60	2	2	1
61 - 150	3	4	2
Por cada 100 adicionales	1	1	1

- Las cocinas dotadas de por lo menos 2 lavaderos.

l) Los locales destinados para servicios de alimentación colectiva, deberán estar dotados de servicios sanitarios independientes para hombres y mujeres, tal como se señala en la Tabla N° 8.



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

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

**NORMAS LEGALES**

321153

**TABLA Nº 8**

<b>- Trabajadores:</b>					
Nº de Personas	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Beb.
1 - 15	1	2	1	1	1
16 - 24	2	4	2	1	1
25 - 49	3	5	3	2	1
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1	1

<b>- Comensales:</b>			
Nº de Personas	Inod.	Lav.	Urin.
1 - 15	1	1	1
16 - 24	2	2	1
25 - 49	3	4	2
Por cada 100 adicionales	1	1	1

- Las cocinas estarán dotadas de por lo menos dos lavaderos.

m) En hospitales, clínicas y similares, se considerará el tipo y servicios sanitarios, que se señalan a continuación:

**- Unidad de Administración**

Para oficinas principales (Dirección o similar):

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario	1	1	1

**- Unidad de Consulta Externa**

a) Para uso público

Nº de consultorios	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
Hasta 4 consultorios	1	1	1	1	1	1
De 4 a 14 consultorios	2	2	2	2	2	2
Por c/10 consultorios Adicionales	1	1	1	1	1	1

b) Para uso de discapacitados se considerará un servicio sanitario para cada sexo.

	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
Servicio sanitario	1	1	1	1	1	1

c) Para uso del personal.

Nº de trabajadores	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
De 1 a 15	1	2	1	1	2	1
De 16 a 25	2	4	1	2	4	1
De 26 a 50	3	5	1	3	5	1
Por cada 20 adicionales	1	1	1	1	1	1

**- Unidad de Hospitalización**

a) Para salas individuales:

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario	1	1	1

Adicionalmente se instalará un lavatorio especial para Médico.

b) Para salas colectivos:

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario Cada 5 camas	1	2	1

Adicionalmente se instalará un lavatorio especial para Médico.

c) Para uso del personal.

Nº de trabajadores	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
De 1 a 15	1	2	1	1	2	1
De 16 a 25	2	4	1	2	4	1
De 26 a 50	3	5	1	3	5	1
Por cada 20 Adicionales	1	1	1	1	1	1

d) Para las visitas

	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	Urin.
Un servicio sanitario por Cada 500 m <sup>2</sup> de área de Hospitalización	1	1	1	1	1	1

**- Servicios Generales**

Para trabajadores de servicios generales (nutrición y dieta, lavandería y repostería, mantenimiento, sala de máquina y otros). La dotación de aparatos sanitarios se registrará según la tabla siguiente:

Nº de Trabajadores	Hombres				Mujeres			
	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
De 1 a 15	1	2	1	1	1	2	1	1
De 16 a 25	2	4	2	1	2	4	2	2
De 26 a 50	3	5	3	1	3	5	3	3
Por cada 20 a Adicionales	1	1	1	1	1	1	1	1

**- Vivienda**

En habitaciones individuales con servicios higiénicos incorporados se contará con un inodoro, un lavatorio, una ducha.

En viviendas colectivas, los servicios higiénicos constarán de los siguientes aparatos:

Nº de camas	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
Por cada 10 camas	2	1	2	1

n) En los locales deportivos, se proveerá servicios sanitarios para deportistas y personal conexo, de acuerdo a la Tabla Nº 9.

**TABLA Nº 9**

LOCALES	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
<b>1. Complejos Deportivos</b>				
- Vestuarios	2	2	6	2
- Árbitros y Jueces	1	1	2	-
- Primeros Auxilios	1	1	1	-
<b>2. Gimnasio para Judo, Lucha y Pesas</b>				
- Vestuarios	1	2	3	1
- Instructores y Jueces	1	1	1	-
- Sala Médica	1	1	1	-
<b>3. Gimnasio para Gimnasia</b>				
- Vestuarios Por c/ 10 deportistas	1	2	3	1
- Instructor o Profesor	1	1	1	1
- Sala Médica	1	1	1	1
<b>4. Gimnasio para Esgrima</b>				
- Vestuarios	2	2	4	2
- Primeros Auxilios	1	1	1	-
<b>5. Gimnasio para Box</b>				
- Vestuarios	2	2	4	2
- Instructor o Profesor	1	1	1	1
<b>6. Tenis</b>				
- Dos vestuarios, cada uno con:	1	1	6	-
- Árbitros	1	1	1	-
<b>7. Piscina cubierta</b>				
- Primeros Auxilios	1	1	1	-
- Instructor	1	1	1	-
- Nadadores:				
Hombres 3	3	6	2	
Mujeres 3	3	6	-	
<b>8. Campos de Fútbol</b>				
- Vestuarios	1	2	6	-
- Árbitros 1	1	1	-	-



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

321154

**NORMAS LEGALES**

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

o) En las playas, se proveerá de servicios sanitarios, según lo especificado en el DS 98-68-CGS, el cual establece lo siguiente:

El número de servicios sanitarios se distribuirán en baterías con inodoros, duchas y urinarios, con una distancia máxima entre baterías de 200 m.

Los inodoros estarán en comportamiento separados, las duchas serán colectivas pero separadas para hombres y mujeres de acuerdo a la Tabla N° 10.

	Inod.	Duch.	Urin.	Beb.
Por cada 300 personas	1	1	1 ml	1

p) En los establecimientos de baños para uso público, los servicios sanitarios estarán separados para hombres y mujeres. Los inodoros deberán tener compartimentos separados con puerta. El número de aparatos sanitarios se calculará de acuerdo a la Tabla N° 11.

- Inodoro	Uno por cada 100 personas
- Lavatorio	Uno por cada 150 personas
- Ducha	Uno por cada 50 personas
- Urinario	Un metro lineal ó 2 Individuales por cada 100 hombres
- Bebedero	Uno por cada 150 personas

q) En los locales para espectáculos deportivos públicos de concurrencia masiva (Estadios, Coliseos, etc.), los servicios sanitarios se acondicionarán en baterías por cada 2000 espectadores separadas para hombres y mujeres, teniendo en cuenta que la concurrencia de mujeres es aproximadamente 1/3 del total de espectadores. Los inodoros tendrán comportamientos separados, con puerta. El número de aparatos sanitarios se calculará conforme a la Tabla N° 12.

- Inodoro	Uno por cada 500 hombres y Uno por cada 300 mujeres.
- Lavatorio	Uno por cada 500 espectadores
- Urinario	Un metro lineal ó 2 individuales por cada 100 hombres
- Bebedero	Uno por cada 500 espectadores

r) En mercados, para el personal de servicios, se proveerá de servicios sanitarios como se indica a continuación:

	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
Por cada 200 puestos ó menos	1	1	1	1

Para el público se proveerá servicios sanitarios separados para hombres y mujeres en la siguiente proporción:

	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
Por cada 250 m <sup>2</sup> ó menos de área construida	1	1	1	2	1

s) En las obras de edificación en construcción, se proveerán de servicios sanitarios conectados a la red pública o pozo séptico, de acuerdo a lo establecido por la Norma Básica de Seguridad e Higiene en Obras de Edificación (RS 021-83-TR, del 23.03.83), según la Tabla N° 13.

N° de Trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
1 á 9	1	2	1	1
10 á 24	2	4	2	1
25 á 49	3	5	3	2
50 á 100	5	10	6	4
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1

t) En las estaciones de expendio de combustible y en playas de estacionamiento se proveerá de servicios sanitarios como se indica en la tabla siguiente:

	Inod.	Lav.	Urin.
Para Hombres	2	2	1
Para Mujeres	2	2	-

**2. AGUA FRIA**

**2.1. INSTALACIONES**

a) El sistema de abastecimiento de agua de una edificación comprende las instalaciones interiores desde el medidor o dispositivo regulador o de control, sin incluirlo, hasta cada uno de los puntos de consumo.

b) El sistema de abastecimiento de agua fría para una edificación deberá ser diseñado, tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales el sistema de abastecimiento público preste servicio.

c) Las instalaciones de agua fría deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven su calidad y garanticen su cantidad y presión de servicio en los puntos de consumo.

d) En toda nueva edificación de uso múltiple o mixto: viviendas, oficinas, comercio u otros similares, la instalación sanitaria para agua fría se diseñará obligatoriamente para posibilitar la colocación de medidores internos de consumo para cada unidad de uso independiente, además del medidor general de consumo de la conexión domiciliaria, ubicado en el interior del predio.

e) En general, los medidores internos deben ser ubicados en forma conveniente y de manera tal que estén adecuadamente protegidos, en un espacio impermeable de dimensiones suficientes para su instalación o remoción en caso de ser necesario. De fácil acceso para eventuales labores de verificación, mantenimiento y lectura.

f) En caso que exista suficiente presión en la red pública externa, dependiendo del número de niveles de la edificación, los medidores de consumo podrán ser instalados en un banco de medidores, preferentemente al ingreso de la edificación, desde el cual se instalarán las tuberías de alimentación para unidad de uso.

g) En caso de que el diseño de la instalación sanitaria interior del edificio se realice con un sistema de presión con cisterna y tanque elevado o se use un sistema de presión con tanque hidroneumático, los medidores de consumo podrán ser ubicados en espacios especiales diseñados para tal fin dentro de la edificación.

h) Se podrá considerar la lectura centralizada remota, desde un panel ubicado convenientemente y de fácil acceso en el primer piso. En este caso además de lo que indica el inciso e del presente artículo, deberá preverse un espacio para el panel de lectura remota y ductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores.

i) Las instalaciones de lectura remota se ciñeran a las exigencias de las normas internacionales en tanto se emitan normas nacionales correspondientes, o en su defecto, siguiendo las especificaciones técnicas de los proveedores.

j) Se podrán disponer de un abastecimiento de agua para fines industriales exclusivamente, siempre que:

- Dicho abastecimiento tenga redes separadas sin conexión alguna con el sistema de agua para consumo humano, debidamente diferenciadas; y

- Se advierta a los usuarios mediante avisos claramente marcados y distribuidos en lugares visibles y adecuados. Los letreros legibles dirán: Peligro agua no apta para consumo humano.

k) No se permitirá la conexión directa desde la red pública de agua, a través de bombas u otros aparatos mecánicos de elevación.

l) El sistema de alimentación y distribución de agua de una edificación estará dotado de válvulas de interrupción, como mínimo en los siguientes puntos:

- Inmediatamente después de la caja del medidor de la conexión domiciliaria y del medidor general.

- En cada piso, alimentador o sección de la red de distribución interior.

- En cada servicio sanitario, con mas de tres aparatos.

- En edificaciones de uso público masivo, se colocará una llave de interruptor en la tubería de abasto de cada inodoro o lavatorio.

m) No deberán instalarse válvulas en el piso o en lugares inundables.

**2.2. DOTACIONES**

Las dotaciones diarias mínimas de agua para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardines u otros fines, serán los que se indican a continuación:



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

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

**NORMAS LEGALES**

**321155**

a) **Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares** estarán de acuerdo con el área total del lote según la siguiente Tabla.

Área total del lote en m <sup>2</sup>	Dotación L/d
Hasta 200	1500
201 a 300	1700
301 a 400	1900
401 a 500	2100
501 a 600	2200
601 a 700	2300
701 a 800	2400
801 a 900	2500
901 a 1000	2600
1001 a 1200	2800
1201 a 1400	3000
1401 a 1700	3400
1701 a 2000	3800
2001 a 2500	4500
2501 a 3000	5000
Mayores de 3000	5000 más 100 L/d por cada 100 m <sup>2</sup> de superficie adicional.

Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardines.

b) **Los edificios multifamiliares** deberán tener una dotación de agua para consumo humano, de acuerdo con el número de dormitorios de cada departamento, según la siguiente Tabla.

Número de dormitorios por departamento	Dotación por departamento, L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

c) **Los establecimientos de hospedaje** deberán tener una dotación de agua, según la siguiente Tabla.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hotel, apart-hotels y hostales.	500 L por dormitorio.
Albergues.	25 L por m <sup>2</sup> de área destinado a dormitorio.

Las dotaciones de agua para riego y servicios anexos a los establecimientos de que trata este artículo, tales como restaurantes, bares, lavanderías, comercios, y similares se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

d) **La dotación de agua para restaurantes** estará en función del área de los Comedores, según la siguiente tabla

Área de los comedores en m <sup>2</sup>	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m <sup>2</sup>
Más de 100	40 L por m <sup>2</sup>

e) En establecimientos donde también se elaboren alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará para ese fin una dotación de 8 litros por cubierto preparado.

f) **La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles**, según la siguiente tabla.

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente.	50 L por persona.
Alumnado y personal residente.	200 L por persona.

Las dotaciones de agua para riego de áreas verdes, piscinas y otros fines se calcularán adicionalmente, de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

g) **Las dotaciones de agua para locales de espectáculos o centros de reunión**, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre y otros similares, según la siguiente tabla.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento.
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m <sup>2</sup> de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

h) **Las dotaciones de agua para piscinas y natatorios** de recirculación y de flujo constante o continuo, según la siguiente tabla.

1. De recirculación	Dotación
Con recirculación de las aguas de reboso.	10 L/d por m <sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina.
Sin recirculación de las aguas de reboso.	25 L/d por m <sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina.
2. De flujo constante	Dotación
Públicas.	125 L/h por m <sup>3</sup>
Semi-públicas (clubes, hoteles, colegios, etc.)	80 L/h por m <sup>3</sup>
Privada o residenciales.	40 L/h por m <sup>3</sup>

La dotación de agua requerida para los aparatos sanitarios en los vestuarios y cuartos de aseo anexos a la piscina, se calculará adicionalmente a razón de 30 L/d por m<sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos que contemplen otras actividades recreacionales, se aumentará proporcionalmente esta dotación.

i) **La dotación de agua para oficinas** se calculará a razón de 6 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local.

j) **La dotación de agua para depósitos de materiales**, equipos y artículos manufacturados, se calculará a razón de 0.50 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local y por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

Para oficinas anexas, el consumo de las mismas se calculará adicionalmente de acuerdo a lo estipulado en esta Norma para cada caso, considerándose una dotación mínima de 500 L/d.

k) **La dotación de agua para locales comerciales** dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 L /d.

l) **La dotación de agua para mercados y establecimientos**, para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 L/d por m<sup>2</sup> de área del local.

La dotación de agua para locales anexos al mercado, con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes y comercios, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

m) **El agua para consumo industrial** deberá calcularse de acuerdo con la naturaleza de la industria y su proceso de manufactura. En los locales industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria, será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

La dotación de agua para las oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos, tales como comercios, restaurantes, y riego de áreas verdes, etc. se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

n) **La dotación de agua para plantas de producción**, e industrialización de leche será según la siguiente tabla.

Plantas de Producción e industrialización	Dotación
Estaciones de recibo y enfriamiento.	1500 L por cada 1000 litros de leche recibidos por día.
Plantas de pasteurización.	1500 L por cada 1000 litros de leche a pasteurizar por día.
Fábrica de mantequilla, queso o leche en polvo.	1500 L por cada 1000 litros de leche a procesar por día.

o) **La dotación de agua para las estaciones de servicio**, estaciones de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, según la siguiente tabla.



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

321156

**NORMAS LEGALES**

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

Estaciones y Parques de Estacionamientos	Dotaciones
Lavado automático.	12 800 L/d por unidad de lavado
Lavado no automático.	8000 L/d por unidad de lavado
Estación de gasolina.	300 L/d por surtidor.
Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta.	2 L por m <sup>2</sup> de área.

El agua necesaria para oficinas y venta de repuestos, riego de áreas verdes y servicios anexos, tales como restaurantes y fuentes de soda, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

p) **Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas al alojamiento de animales**, tales como caballerizas, establos, porquerizas, granjas y similares, según la siguiente tabla

Alojamientos de Animales	Dotación
Ganado lechero	120 L/d por animal
Bovino y equinos	40 L/d por animal
Ovinos y porcinos	10 L/d por animal
Aves	20 L/d por cada 100 aves

Las cifras anteriores no incluyen las dotaciones de agua para riego de áreas verdes y otras instalaciones.

q) **La dotación de agua para mataderos públicos o privados** estará de acuerdo con el número y clase de animales a beneficiar, según la siguiente tabla.

Clase de animal	Dotación diaria
Bovinos.	500 L por animal.
Porcinos.	300 L por animal.
Ovinos y caprinos.	250 L por animal.
Aves en general.	16 L por cada Kg

r) **La dotación de agua para bares**, fuentes de soda, cafeterías y similares, según la siguiente tabla.

Área de locales, m <sup>2</sup>	Dotación diaria
Hasta 30	1500 L
De 31 a 60	60 L/m <sup>2</sup>
De 61 a 100	50 L/m <sup>2</sup>
Mayor de 100	40 L/m <sup>2</sup>

s) **La dotación de agua para locales de salud** como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y similares, según la siguiente tabla.

Local de Salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización.	600 L/d por cama.
Consultorios médicos.	500 L/d por consultorio.
Clínicas dentales.	1000 L/d por unidad dental.

El agua requerida para servicios especiales, tales como riego de áreas verdes, viviendas anexas, servicios de cocina y lavandería se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma.

t) **La dotación de agua para lavanderías**, lavanderías al seco, tintorerías y similares, según la siguiente tabla.

Tipo de local	Dotación diaria
- Lavandería.	40 L/kg de ropa.
- Lavandería en seco, tintorerías y similares.	30 L/kg de ropa.

u) **La dotación de agua para áreas verdes** será de 2 L/d por m<sup>2</sup>. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

### 2.3. RED DE DISTRIBUCIÓN

a) Los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con el método Hunter (Método de Gastos Probables), salvo aquellos establecimientos en donde se demande un uso simultáneo, que se determinará por el método de consumo por aparato sanitario. Para dispositivos, aparatos o equipos especiales, se seguirá la recomendación de los fabricantes.

b) Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular tuberías de distribución, siempre que sea debidamente fundamentado.

c) La presión estática máxima no debe ser superior a 50 m de columna de agua (0,490 MPa).

d) La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de 2 m de columna de agua (0,020 MPa) salvo aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas o equipos especiales en los que la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes.

e) Las tuberías de distribución de agua para consumo humano enterradas deberán alejarse lo más posible de los desagües; por ningún motivo esta distancia será menor de 0,50 m medida horizontal, ni menos de 0,15 m por encima del desagüe. Cuando las tuberías de agua para consumo humano crucen redes de aguas residuales, deberán colocarse siempre por encima de éstos y a una distancia vertical no menor de 0,15 m. Las medidas se tomarán entre tangentes exteriores más próximas.

f) Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0,60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

Diámetro(mm)	Velocidad máxima(m/s)
15 (1/2")	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 1/4")	2,85
40 y mayores (1 1/2" y mayores).	3,00

g) Las tuberías de agua fría deberán ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la edificación, debiendo evitarse cualquier daño o disminución de la resistencia de los elementos estructurales.

h) Las tuberías verticales deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos deberán ser tales que permitan su instalación, revisión, reparación, remoción y mantenimiento.

i) Se podrá ubicar en el mismo ducto la tubería de agua fría y agua caliente siempre que exista una separación mínima de 0,15 m entre sus generatrices más próximas.

j) Se permitirá la ubicación de alimentadores de agua y montantes de aguas residuales o de lluvia, en un mismo ducto vertical o espacios, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.

k) Las tuberías colgadas o adosadas deberán fijarse a la estructura evitando que se produzcan esfuerzos secundarios en las tuberías.

l) Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas de dimensiones tales que permitan su protección y fácil instalación.

### 2.4. ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN.

a) Los depósitos de agua deberán ser diseñados y contruidos en forma tal que preserven la calidad del agua.

b) Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto obligatoriamente de depósitos de almacenamiento que permitan el suministro adecuado a todas las instalaciones previstas.

Tales depósitos podrán instalarse en la parte baja (cisternas) en pisos intermedios o sobre la edificación (tanque elevado).

c) Cuando sólo exista tanque elevado, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor a 1000 L.

d) Cuando sólo exista cisterna, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de 1000 L.

e) Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las 3/4 partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de 1/3 de dicha volumen.

f) En caso de utilizar sistemas hidroneumáticos, el volumen mínimo será igual al consumo diario con un volumen mínimo de 1000L

g) Los depósitos de almacenamiento deberán ser contruidos de material resistente y paredes impermeabilizadas y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.

h) Las cisternas deberán ubicarse a una distancia mínima de 1m de muros medianeros y desagües. En caso de no poder cumplir con la distancia mínima, se diseñará un sistema de protección que evite la posible contaminación del agua de la cisterna.



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



El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

**NORMAS LEGALES**

**321157**

- i) La distancia vertical entre el techo del depósito y el eje del tubo de entrada de agua, dependerá del diámetro de este y de los dispositivos de control, no pudiendo ser menor de 0,20 m.
- j) La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y entrada de agua será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menor de 0,15 m.
- k) La distancia vertical entre los ejes del tubo de rebose y el máximo nivel de agua será igual al diámetro de aquel y nunca inferior a 0,10 m.
- l) El agua proveniente del rebose de los depósitos, deberá disponerse en forma indirecta, mediante brecha de aire de 0,05 m de altura mínima sobre el piso, techo u otro sitio de descarga.
- m) EL diámetro del tubo de rebose, se calculará hidráulicamente, no debiendo ser menor que lo indicado en la siguiente tabla.

Capacidad del depósito (L)	Diámetro del tubo de rebose
Hasta 5000	50 mm (2")
5001 a 12000	75 mm (3")
12001 a 30000	100 mm (4")
Mayor de 30000	150 mm (6")

- n) El diámetro de la tubería de alimentación se calculará para garantizar el volumen mínimo de almacenamiento diario.
- o) El control de los niveles de agua en los depósitos, se hará por medio de interruptores automáticos que permitan:
  - Arrancar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado, descienda hasta la mitad de la altura útil.
  - Parar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado, ascienda hasta el nivel máximo previsto.
  - Parar la bomba cuando el nivel de agua en la cisterna descienda hasta 0,05 m por encima de la parte superior de la canastilla de succión.
  - En los depósitos que se alimentan directamente de la red pública deberá colocarse control del nivel.
- p) La capacidad adicional de los depósitos de almacenamiento para los fines de control de incendios, deberá estar de acuerdo con lo previsto en el ítem 4.
- q) La tubería de aducción o de impulsión al tanque de almacenamiento deberá estar a 0,10 m por lo menos por encima de la parte superior de las correspondientes tuberías de rebose.

**2.5. ELEVACIÓN**

- a) Los equipos de bombeo que se instalen dentro de las edificaciones deberán ubicarse en ambientes que satisfagan los siguientes requisitos:
  - Altura mínima: 1,60 m.
  - Espacio libre alrededor del equipo suficiente para su fácil operación, reparación y mantenimiento.
  - Piso impermeable con pendiente no menor del 2% hacia desagües previstos.
  - Ventilación adecuada.

- Los equipos que se instalen en el exterior, deberán ser protegidos adecuadamente contra la intemperie.
- b) Los equipos de bombeo deberán ubicarse sobre estructuras de concreto, adecuadamente proyectadas para absorber las vibraciones.
- c) En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de interrupción. En la tubería de succión con presión positiva se instalará una válvula de interrupción. En el caso que la tubería de succión no trabaje bajo carga positiva, deberá instalarse una válvula de retención.
- d) Salvo en el caso de viviendas unifamiliares, el sistema de bombeo deberá contar como mínimo con dos equipos de bombeo de funcionamiento alternado.
- e) La capacidad de cada equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en dos horas. Si el equipo es doble cada bomba podrá tener la mitad de la capacidad necesaria, siempre que puedan funcionar ambas bombas simultáneamente en forma automática, cuando lo exija la demanda.
- f) El sistema hidroneumático deberá estar dotado de los dispositivos mínimos adecuados para su correcto funcionamiento:

- Cisterna
- Electrobombas
- Tanque de presión
- Interruptor de presión para arranque y parada a presión mínima y máxima.
- Manómetro.
- Válvula de seguridad.
- Válvulas de interrupción que permitan la operación y mantenimiento del equipo.
- Dispositivo de drenaje del tanque con su respectiva válvula.
- Compresor o un dispositivo automático cargador de aire de capacidad adecuada.
- g) El volumen del tanque de presión se calculará en función del caudal, de las presiones máxima y mínima y las características de funcionamiento.

**3. AGUA CALIENTE**

**3.1. INSTALACIONES**

- a) Las instalaciones de agua caliente de una edificación, deberán satisfacer las necesidades de consumo y seguridad contra accidentes. Se deberá considerar un espacio independiente y seguro para el equipo de producción de agua caliente.
- b) Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de presión de los sistemas de producción de agua caliente. Dichos dispositivos se ubicarán en los equipos de producción, o en las tuberías de agua fría o caliente próximas a él, siempre que no existan válvulas entre los dispositivos y el equipo; y se graduarán de tal modo que puedan operar a una presión de 10% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema.
- c) Deberá instalarse una válvula de retención en la tubería de abastecimiento de agua fría. Dicha válvula no podrá ser colocada entre el equipo de producción de agua caliente y el dispositivo para controlar el exceso de presión.
- d) Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de temperatura en los sistemas de producción de agua caliente.
- e) Los escapes de vapor o agua caliente, provenientes de los dispositivos de seguridad y control, deberán disponerse en forma indirecta al sistema de drenaje, ubicando los sitios de descarga en lugares que no causen accidentes.
- f) El sistema de alimentación y distribución de agua caliente estará dotado de válvulas de interrupción como mínimo en los siguientes puntos:
  - Inmediatamente después del calentador, en el ingreso de agua fría y salida de agua caliente.
  - En cada servicio sanitario.

**3.2. DOTACIONES**

La dotación de agua caliente serán las que se establecen a continuación. Las cantidades que se fijan son parte de las dotaciones de agua establecidos en el ítem 7 de la presente norma.

- a) **Residencias unifamiliares y multifamiliares**, según la siguiente tabla.

Número de dormitorios por vivienda	Dotación diaria en litros
1	120
2	250
3	390
4	420
5	450

- Más de 5, a razón de 80 L/d. por dormitorio adicional.
- b) **Establecimientos de hospedaje**, según la siguiente tabla

Hoteles, apart-hoteles, hostales.	150 L por dormitorio.
Albergues.	100 L por m <sup>2</sup> .

Esta cifra no incluye las dotaciones para otros servicios anexos, tales como restaurantes, bares, salones de baile, peluquerías y lavanderías, que se calculará adicionalmente de acuerdo con lo establecido en esta Norma para cada caso.



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

321158

**NORMAS LEGALES**

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

c) **Restaurantes**, según la siguiente tabla

Área útil de los comedores (m <sup>2</sup> )	Dotación diaria
Hasta 40	900 L
41 a 100	15 L/m <sup>2</sup>
Más de 100	12 L/m <sup>2</sup>

En aquellos restaurantes donde se elaboran alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará una dotación complementaria a razón de 3 litros por cubierto preparado para este fin.

d) **Locales educacionales y residencias estudiantiles.**

Dotación diaria	
Alumnado y personal residente.	50 L/persona

e) **Gimnasios.**

Dotación diaria.	
10 L/m <sup>2</sup> área útil	

f) **Hospitales, clínicas y similares**, según la siguiente tabla

Hospitales y clínicas con hospitalización.	250 L/d x cama.
Consultorios médicos.	130 L/d x consultorio.
Clínicas dentales.	100 L/d x unidad dental.

### 3.3. DISTRIBUCIÓN

a) La distribución de agua caliente desde el equipo de producción a los aparatos sanitarios o puntos requeridos, se puede realizar con o sin retorno de agua caliente.

b) El sistema sin retorno se permitirá solamente en instalaciones con calentadores individuales.

c) El sistema con retorno deberá utilizarse en aquellos edificios donde se instalen equipos centrales de producción de agua caliente.

d) Las tuberías de alimentación de agua caliente se calcularán de acuerdo con lo establecido en el ítem 7.

### 3.4. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Para el cálculo de la capacidad del equipo de producción de agua caliente, así como para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento, se utilizarán las relaciones que se indican a continuación, en base a la dotación de agua caliente diaria asignada, según la siguiente tabla.

Tipo de edificio	Capacidad del tanque de almacenamiento en relación con dotación diaria en litros.	Capacidad horaria del equipo de producción de agua caliente, en relación con la dotación diaria en litros.
Residencias unifamiliares y multifamiliares.	1/5	1/7
Hoteles, apart-hoteles, albergues.	1/7	1/10
Restaurantes	1/5	1/10
Gimnasios.	2/5	1/7
Hospitales y clínicas, consultorios y similares.	2/5	1/6

Las capacidades del equipo de producción de agua caliente y del tanque de almacenamiento, podrán también determinarse en base a los gastos por aparatos sanitarios.

## 4. AGUA CONTRA INCENDIO

### 4.1. SISTEMAS

Los sistemas a emplearse para combatir incendios serán:

a) Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edificación.

b) Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edifi-

ción y salida contra incendio para ser utilizada por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad.

c) Alimentadores y mangueras para uso combinado de los ocupantes del edificio y del Cuerpo de Bomberos.

d) Rociadores automáticos.

e) Otros sistemas.

### 4.2. SISTEMA DE TUBERÍA Y DISPOSITIVOS PARA SER USADOS POR LOS OCUPANTES DE EDIFICIO

Será obligatorio el sistema de tuberías y dispositivos para ser usado por los ocupantes del edificio, en todo aquel que sea de más de 15 metros de altura o cuando las condiciones de riesgo lo ameritan, debiendo cumplir los siguientes requisitos:

a) La fuente de agua podrá ser la red de abastecimiento público o fuente propia del edificio, siempre que garantice el almacenamiento previsto en el sistema.

b) El almacenamiento de agua en la cisterna o tanque para combatir incendios debe ser por lo menos de 25 m<sup>3</sup>.

c) Los alimentadores deben calcularse para obtener el caudal que permita el funcionamiento simultáneo de dos mangueras, con una presión mínima de 45 m (0.441 MPa) en el punto de conexión de manguera más desfavorable. El diámetro mínimo será 100 mm (4")

d) La salida de los alimentadores deberá ser espaciados en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de las mangueras.

e) La longitud de la manguera será de 30m con un diámetro de 40 mm (1 1/2")

f) Antes de cada conexión para manguera se instalará una válvula de globo recta o de ángulo. La conexión para manguera será de rosca macho.

g) Los alimentadores deberán conectarse entre sí mediante una tubería cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro.

h) Al pie de cada alimentador, se instalará una purga con válvula de control.

i) Las bombas de agua contra incendio, deberán llevar control de arranque para funcionamiento automático.

j) La alimentación eléctrica a las bombas de agua contra incendio, deberá ser independiente, no controlada por el interruptor general del edificio, e interconectada al grupo electrógeno de emergencia del edificio, en caso de tenerlo.

k) Se instalarán «uniones siamesas» con rosca macho y válvula de retención en sitios accesibles de la fachada del edificio para la conexión de las mangueras que suministrarán el agua del exterior.

### 4.3. SISTEMA DE TUBERÍA Y DISPOSITIVOS PARA SER USADOS POR EL CUERPO DE BOMBEROS

Se instalarán sistemas de tuberías y dispositivos para ser usados por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad, en las plantas industriales, edificios de más de 50 m de altura y toda otra edificación que por sus características especiales, lo requiera. Tales sistemas deben cumplir con los siguientes requisitos:

a) Se instalarán «siameses inyección» con rosca macho y válvula de retención en sitio accesible de la fachada del edificio para la conexión de las mangueras que suministrarán el agua desde los hidrantes o carros bomba.

b) Se instalarán alimentadores espaciados en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de agua.

c) Los alimentadores deben calcularse para el caudal de dos salidas y una presión mínima de 45 m en el punto de conexión de mangueras más desfavorables.

d) El almacenamiento de agua en los tanques, para combatir incendios, debe ser por lo menos de 40 m<sup>3</sup> adecuándose al caudal y tamaño posible del incendio, según el Gráfico para Agua Contra Incendio de Sólidos (Lámina N° 3).

Cuando sea posible se permitirá el almacenamiento conjunto entre uno o más locales que en caso de siniestro puedan ser usados por los bomberos.

Las mangueras tendrán una longitud de hasta 60 m y 65 mm (2 1/2") de diámetro. Se considerará un caudal mínimo de 10 L/s y deberán alojarse en gabinetes adecuados en cada piso, preferentemente en los corredores de acceso a las escaleras.

e) Cuando el almacenamiento sea común para el agua para consumo y la reserva para el sistema contra incendios, deberá instalarse la salida del agua para consumo de manera tal que se reserve siempre el saldo de agua requerida para combatir el incendio.



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

f) Cada bocatoma para mangueras interiores, estará dotada de llave de compuerta o de ángulo. La conexión para dichas mangueras será de rosca macho con el diámetro correspondiente.

g) Los alimentadores deberán conectarse entre sí, mediante una tubería cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro. Al pie de cada alimentador se instalará una de purga con válvula de control.

**4.4. SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS**

Se instalarán sistemas de rociadores automáticos en los siguientes casos:

a) Edificaciones de más de dos pisos usadas para manufactura, almacenaje de materiales o mercadería combustible y con área superior a los 1000 m<sup>2</sup> de construcción.

b) Playas de estacionamiento cerradas y techadas de más de 18 m de altura y de área mayor a los 1000m<sup>2</sup> de construcción resistente al fuego, u 800 m<sup>2</sup> de construc-

ción incombustible con protección o 600m<sup>2</sup> de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada.

c) Talleres de reparación automotriz de mas de un piso o ubicados bajo pisos de otra ocupancia que exceda 1000 m<sup>2</sup> de construcción resistente al fuego, 800 m<sup>2</sup> de construcción incombustible con protección, 600 m<sup>2</sup> de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada.

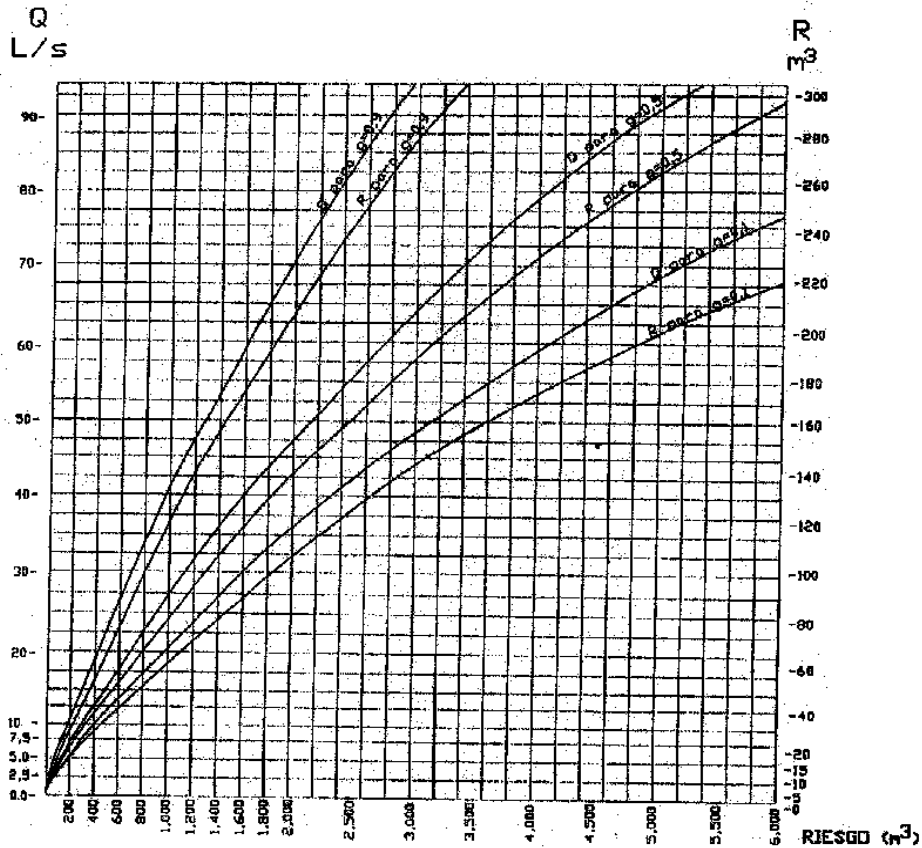
d) Talleres de reparación automotriz de una planta que exceda 1500 m<sup>2</sup> de construcción resistente al fuego, 1200 m<sup>2</sup> de construcción incombustible con protección, 900 m<sup>2</sup> de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada, o 600 m<sup>2</sup> de construcción combustible ordinaria.

**4.5. SISTEMAS DE DRENAJE**

Los sistemas de drenaje deberán considerar la evacuación del agua utilizada en el combate del incendio.

**LAMINA N°3**

**GRAFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS**



Q = CAUDAL DE AGUA EN L/S PARA EXTINGUIR EL FUEGO  
 R = VOLUMEN DE AGUA EN m<sup>3</sup> NECESARIOS PARA RESERVA  
 g = FACTOR DE APILAMIENTO.  
 0.2 = COMPACTO  
 0.3 = MEDIO  
 0.4 = POCO COMPACTO  
 RIESGO = VOLUMEN APARENTE DEL INCENDIO EN m<sup>3</sup>



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

321160

 **NORMAS LEGALES**

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

## 5. AGUA PARA RIEGO

### 5.1. DISPOSICIONES GENERALES

- a) Las instalaciones para riego podrán ser diseñadas formando parte del sistema de distribución de agua de la edificación, o en forma independiente del mismo.
- b) El riego de las áreas verdes correspondientes a la edificación podrá hacerse por inundación, con puntos de conexión para mangueras dotadas de sus correspondientes válvulas, por aspersión y por otros sistemas.
- c) En el diseño de las instalaciones de riego, con puntos de agua para mangueras, se adoptarán los valores según Tabla.

Diámetro manguera (mm)	Longitud máxima (m)	Área de riego m <sup>2</sup>	Caudal L/s
15 (1/2")	10	100	0,2
20 (3/4")	20	250	0,3
25 (1")	30	600	0,5

La distancia entre los puntos de conexión de manguera será de 1,4 de la longitud de la manguera.

d) En el diseño de instalaciones de riego con rociadores o aspersores fijos se adoptará lo siguiente:

- Diámetro mínimo de alimentación de cada rociador: 15 mm (1/2").
- Presión mínima en el punto de alimentación de cada rociador: 12 m (0,118 MPa).
- Gasto mínimo de cada rociador: 0,06 L/s.

e) En el diseño de instalaciones de riego con rociadores o aspersores rotatorios, se adoptará lo siguiente:

- Diámetro mínimo de alimentación de cada rociador: 20 mm (3/4")
- Presión mínima en el punto de alimentación de cada rociador: 20 m (0,196 MPa)
- Gasto mínimo de cada rociador: 0,10 L/s.

f) Las instalaciones de riego podrán ser operadas por secciones, mediante la adecuada instalación de válvulas.

g) Los sistemas de riego deberán estar provistos de dispositivos adecuados, para prevenir posibles conexiones cruzadas por efecto de la existencia de presiones negativas en la red de alimentación.

h) Las válvulas o grifos para conectar mangueras, deberán sobresalir no menos de 0,15 m sobre el nivel del piso.

## 6. DESAGÜE Y VENTILACIÓN

### 6.1. DISPOSICIONES GENERALES

a) El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.

b) Se deberá prever diferentes puntos de ventilación, distribuidos en tal forma que impida la formación de vacíos o alzas de presión, que pudieran hacer descargar las trampas.

c) Las edificaciones situadas donde exista un colector público de desagüe, deberán tener obligatoriamente conectadas sus instalaciones domiciliarias de desagüe a dicho colector. Esta conexión de desagüe a la red pública se realizará mediante caja de registro o buzón de dimensiones y de profundidad apropiadas, de acuerdo a lo especificado en esta Norma.

d) El diámetro del colector principal de desagües de una edificación, debe calcularse para las condiciones de máxima descarga.

e) Todo sistema de desagüe deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.

f) Para desagües provenientes de locales industriales u otros, cuyas características físicas y químicas difieran de los del tipo doméstico, deberán sujetarse estrictamente a lo que se establece en el Reglamento de Desagües Industriales vigente, aprobado por Decreto Supremo N° 28-60-S.A.P.L. del 29.11.60, antes de su descarga a la red pública.

g) Cuando las aguas residuales provenientes del edificio o parte de este, no puedan ser descargadas por grave-

dad a la red pública, deberá instalarse un sistema adecuado de elevación, para su descarga automática a dicha red.

### 6.2. RED DE COLECCIÓN

a) Los colectores se colocarán en tramos rectos.

b) Los colectores enterrados situados en el nivel inferior y paralelos a las cimentaciones, deberán estar ubicados, en forma tal, que el plano formado por el borde inferior de la cimentación y el colector, forme un ángulo de menos de 45° con la horizontal.

Cuando un colector enterrado cruce una tubería de agua deberá pasar por debajo de ella y la distancia vertical entre la parte inferior de la tubería de agua y la clave del colector, no será menor de 0,15 m.

c) Los empalmes entre colectores y los ramales de desagüe, se harán a un ángulo no mayor de 45°, salvo que se hagan en un buzón o caja de registro.

La pendiente de los colectores y de los ramales de desagüe interiores será uniforme y no menor de 1% para diámetros de 100 mm (4") y mayores; y no menor de 1,5% para diámetros de 75 mm (3") o inferiores.

Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada aparato.

El cálculo de los ramales, montantes y colectores de desagüe se determinará por el método de unidades de descarga.

Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular los ramales, montantes y colectores, siempre que sea debidamente fundamentado.

d) Al calcular el diámetro de los conductos de desagüe se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El diámetro mínimo que reciba la descarga de un inodoro será de 100 mm (4").

- El diámetro de una montante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en él descarguen.

- El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en él descarguen.

e) Cuando se requiera dar un cambio de dirección a una montante, los diámetros de la parte inclinada y del tramo inferior de la montante se calcularán de la siguiente manera:

- Si la parte inclinada forma un ángulo de 45° o más con la horizontal, se calculará como si fuera una montante.

- Si la parte inclinada forma un ángulo menor de 45° con la horizontal, se calculará tomando en cuenta el número de unidades de descarga que pasa por el tramo inclinado como si fuera un colector con pendiente de 4%

- Por debajo de la parte inclinada, la montante en ningún caso tendrá un diámetro menor que el tramo inclinado.

- Los cambios de dirección por encima del más alto ramal horizontal de desagüe, no requieren aumento de diámetro.

f) Las montantes deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan su instalación, reparación, revisión o remoción.

g) Se permitirá utilizar un mismo ducto o espacio para la colocación de las tuberías de desagüe y agua, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.

h) Se permitirá el uso de colectores existentes para servir a nuevas construcciones, solamente cuando su inspección demuestre que estén en buenas condiciones y cumplan lo establecido en esta Norma.

i) Todo punto de contacto entre el sistema de desagüe y los ambientes (punto de colección abierto), deberá estar protegido por un sello de agua con una altura no inferior de 0,05 m, ni mayor de 0,10 m, contenido en un dispositivo apropiado (trampa o sifón).

j) Todo registro deberá ser del diámetro de la tubería a la que sirve. En caso de tuberías de diámetro mayor de 100 mm (4"), se instalará un registro de 100 mm (4") como mínimo.

Los registros se ubicarán en sitios fácilmente accesibles. Cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, los registros, deberán extenderse utilizando conexiones de 45°, hasta terminar a ras con la pared o piso acabado.



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

La distancia mínima entre la tangente del tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 0,10 m.

Se colocará registros por lo menos en:

- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.

- Cada 15 m en los conductos horizontales de desagüe

- Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue a una caja de registro o buzón distante no más de 10 m.

- Cada dos cambios de direcciones en los conductos horizontales de desagüe.

- En la parte superior de cada ramal de las trampas «U».

k) Se instalarán cajas de registro en las redes exteriores en todo cambio de dirección, pendiente, material o diámetro y cada 15 m de largo como máximo, entranos rectos.

Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a los diámetros de las tuberías y a su profundidad, según la tabla siguiente:

Dimensiones Interiores(m)	Diámetro Máximo(mm)	Profundidad Máxima(m)
0,25 x 0,50 (10" x 20")	100 (4")	0,60
0,30 x 0,60 (12" x 24")	150 (6")	0,80
0,45 x 0,60 (18" x 24")	150 (6")	1,00
0,60 x 0,60 (24" x 24")	200 (8")	1,20

Para profundidades mayores se deberá utilizar cámaras de inspección según NTE S.070 Redes de Aguas Residuales.

l) Cuando las aguas residuales contengan grasa, aceite, material inflamable, arena, tierra, yeso u otros sólidos o líquidos objetables que pudieran afectar el buen funcionamiento del sistema de evacuación del edificio u otro sistema público, será necesario la instalación de interceptores o separadores u otro sistema de tratamiento.

m) La capacidad, tipo, dimensiones y ubicación de los interceptores y separadores, estará de acuerdo con el uso respectivo.

n) Se instalarán separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, donde exista el peligro de introducir en el sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente para afectar el buen funcionamiento de éste.

o) Se instalarán separadores de aceite en el sistema de desagüe de estaciones de servicio, talleres de mecánica de vehículos motorizados y otros edificios, donde exista el peligro de introducir aceite y otros lubricantes al sistema a la red de aguas residuales, ya sea en forma accidental o voluntaria.

p) Se instalarán interceptores de arena, vidrio, pelos, hilos u otros sólidos en el sistema de desagüe de embotelladores, lavanderías y otros establecimientos sujetos a la descarga voluntaria o accidental de sólidos objetables.

q) Los interceptores y separadores deberán estar provistos de ventilación en forma similar a otros aparatos sanitarios. El tubo de ventilación tendrá un diámetro mínimo de 50mm (2")

Los interceptores se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionados y limpiados con facilidad. No se permitirá colocar encima o inmediato a ellos maquinarias o equipos que pudiera impedir su adecuado mantenimiento. La boca de inspección será de dimensiones adecuadas.

r) Los aparatos sanitarios, depósitos o partes del sistema de agua, con dispositivos que descarguen al sistema de desagüe de la edificación, lo harán en forma indirecta, a fin de evitar conexiones cruzadas o interferencias entre los sistemas de distribución de agua para consumo humano y de redes de aguas residuales.

La descarga de desagüe indirecto se hará de acuerdo con los siguientes requisitos:

- La tubería de descarga se llevará hasta una canaleta, caja, sumidero, embudo y otro dispositivo adecuado, provisto de sello de agua y su correspondiente ventilación.

- Deberá dejarse una brecha o interruptor de aire entre la salida de la tubería de descarga y el dispositivo receptor, el que no podrá ser menor de dos veces el diámetro de la tubería de descarga.

- Las canaletas, cajas, sumideros, embudos y otros dispositivos deberán instalarse en lugares bien ventilados

y de fácil acceso. Estos dispositivos estarán dotados de rejillas o tapas removibles cuando ello sea requerido para seguridad de las personas.

s) No se permitirá descargar los aparatos sanitarios dotados de descarga de desagüe indirecto en ningún otro aparato sanitario.

t) Los desagües provenientes de los siguientes equipos, deberán descargar en los conductos de desagüe en forma indirecta:

- Esterilizadores, recipientes y equipos similares de los laboratorios, hospitales y clínicas.

- Refrigeradoras comerciales, tuberías de rebose de tanques y similares, equipos provistos de válvula de alivio o seguridad.

- Todos aquellos que se considere inconvenientes en resguardo de la salud pública.

### 6.3. ALMACENAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El sistema de bombeo de aguas residuales, deberá cumplir con los siguientes requisitos.

a) Su capacidad no será mayor que el volumen equivalente a un ¼ de la dotación diaria, ni menor que el equivalente a 1/24 de la dotación diaria.

b) Deberá estar prevista de un sistema de ventilación que evite la acumulación de gases. Cuando ello no se logre, las instalaciones eléctricas del ambiente deberán ser a prueba de explosión.

c) Deberá estar dotada de una boca de inspección.

d) Cuando se proyecten cámara húmeda y cámara seca, se deberá proveer ventilación forzada para ambas cámaras. El sistema de ventilación deberá proveer como mínimo seis cambios de aire por hora bajo operación continua o un cambio en dos minutos bajo operación intermitente.

e) Deberá proveerse la eliminación de los desagües que se acumulen en la cámara seca.

### 6.4. ELEVACIÓN

El equipo de bombeo deberá instalarse en lugar de fácil acceso, ventilación e iluminación adecuada.

Los equipos de bombeo deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Que permita el paso de sólidos.

b) La capacidad total de bombeo deberá ser por lo menos el 150% del gasto máximo que recibe la cámara de bombeo.

c) El número mínimo de equipos será de dos, de funcionamiento alternado. La capacidad de cada uno será igual al gasto máximo.

d) El gasto se determinará utilizando el método de unidades de descarga u otro método aprobado.

e) La tubería de descarga estará dotada de una válvula de interrupción y una válvula de retención.

Los motores de los equipos de elevación deberán ser accionados por los niveles en la cámara de bombeo. Se proveerán además controles manuales y dispositivos de alarma para sobre nivel.

Cuando el suministro normal de energía no garantice un servicio continuo a los equipos de bombeo en hoteles, hospitales y similares, deberán proveerse fuentes de energía independientes.

### 6.5. VENTILACIÓN

a) El sistema de desagüe debe ser adecuadamente ventilado, de conformidad con los párrafos siguientes, a fin de mantener la presión atmosférica en todo momento y proteger el sello de agua de cada una de las unidades del sistema.

b) El sello de agua deberá ser protegido contra sifonaje, mediante el uso adecuado de ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en conjunto, ventilación húmeda o una combinación de estos métodos.

c) Los tubos de ventilación deberán tener una pendiente uniforme no menor de 1% en forma tal que el agua que pudiere condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o montante.

d) Los tramos horizontales de la tubería de ventilación deberán quedar a una altura no menor de 0,15 m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto al cual ventilarán.

e) La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, según siguiente Tabla

321162

**NORMAS LEGALES**

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

Diámetro del conducto de desagüe del aparato sanitario (mm)	Distancia máxima entre el sello y el tubo de ventilación (m)
40 (1 ½")	1,10
50 (2")	1,50
75 (3")	1,80
100 (4")	3,00

Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación.

f) Toda montante de desagüe deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro. En el caso de que termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura no menor de 1,80 m. Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inaccesible, la montante será prolongada por encima de éste, 0,15 m como mínimo.

En caso de que la distancia entre la boca de una montante y una ventana, puerta u otra entrada de aire al edificio sea menor de 3 m horizontalmente, el extremo superior de la montante deberá quedar como mínimo a 0,60 m, por encima de la entrada del aire.

La unión entre la montante y la cubierta del techo o terraza deberá ser a prueba de filtraciones.

g) La tubería principal de ventilación se instalará vertical, sin quiebres en lo posible y sin disminuir su diámetro.

h) El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado mediante un tubo auxiliar de ventilación a la montante de aguas residuales, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo.

El extremo superior del tubo de ventilación se podrá conectar a la montante principal, a una altura no menor de 0,15 m por encima de la línea de reboso del aparato sanitario más alto.

i) En los edificios de gran altura se requerirá conectar la montante al tubo principal de ventilación por medio de tubos auxiliares de ventilación, a intervalos de 5 pisos, contados a partir del último piso hacia abajo.

j) El diámetro del tubo auxiliar de ventilación a que se refiere el numeral anterior, será igual al del tubo principal de ventilación. Las conexiones a éste y la montante de aguas residuales deberán hacerse por medio de accesorio tipo «Y» en la forma siguiente:

- Las conexiones a la montante de aguas residuales se harán por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente.

- Las conexiones al tubo de ventilación principal se harán a no menos de 1,0 m por encima del piso correspondiente.

k) El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total, el diámetro de la montante correspondiente y el total de unidades de descarga ventilada, según siguiente Tabla.

**DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL**

Diámetro de la montante, (mm)	Unidades de descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal			
		2"	3"	4"	6"
		50(mm)	75(mm)	100(mm)	150(mm)
Longitud Máxima del Tubo en metros					
50 (2")	12	60,0	-	-	-
50 (2")	20	45,0	-	-	-
65 (2½")	10	-	-	-	-
75 (3")	10	30,0	180,0	-	-
75 (3")	30	18,0	150,0	-	-
75 (3")	60	15,0	120,0	-	-
100 (4")	100	11,0	78,0	300,0	-
100 (4")	200	9,0	75,0	270,0	-
100 (4")	500	6,0	54,0	210,0	-
203 (8")	600	-	-	15,0	150,0
203 (8")	1400	-	-	12,0	120,0
203 (8")	2200	-	-	9,0	105,0
203 (8")	3600	-	-	8,0	75,0
203 (8")	3600	-	-	8,0	75,0
254 (10")	1000	-	-	-	38,0
254 (10")	2500	-	-	-	30,0
254 (10")	3800	-	-	-	24,0
254 (10")	5600	-	-	-	18,0

l) Cuando una montante tenga en su recorrido un cambio de dirección de 45° o más con la vertical, será necesario ventilar los tramos de la montante que queden por encima y por debajo de dicho cambio. Estos tramos podrán ventilarse separadamente según lo especificado en el inciso i) del presente artículo, o bien se podrá ventilar por medio de tubos auxiliares de ventilación, uno para el tramo superior inmediatamente antes del cambio y otro para el tramo inferior. Cuando el cambio de dirección de la montante sea menor de 45° con la vertical, no se requerirá la ventilación auxiliar.

m) Para la ventilación individual de aparatos sanitarios, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y no menor de 50 mm (2") Cuando la ventilación individual va conectada a un ramal horizontal común de ventilación, su diámetro y longitud se determinarán según siguiente Tabla.

**DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES**

**TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACIÓN.**

Diámetro de ramal horizontal de desagüe (mm)	Número máximo unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación		
		50 mm	75 mm	100 mm
		2"	3"	4"
Máxima longitud del tubo de ventilación (m)				
50 (2")	12	12,0	-	-
50 (2")	20	9,0	-	-
75 (3")	10	6,0	30,0	-
75 (3")	30	-	30,0	-
75 (3")	60	-	24,0	-
100 (4")	100	2,1	15,0	60,0
100 (4")	200	1,8	15,0	54,0
100 (4")	500	-	10,8	42,0

n) Se permitirá utilizar un tubo común de ventilación para servir dos aparatos sanitarios, en los casos que se señalan a continuación, siempre que el diámetro del tubo de ventilación y la distancia máxima cumplan con lo establecido en el inciso e) del presente artículo.

- Dos aparatos sanitarios tales como lavatorios, lavaderos de cocina o de ropa instaladas en el mismo piso y conectados al ramal de desagüe a un mismo nivel.

- Dos aparatos sanitarios ubicados en el mismo piso, pero conectados a la montante o ramal vertical de desagüe a diferentes niveles, siempre que el diámetro de dicho ramal o montante sea de un tamaño mayor que el requerido por el aparato superior y no menor que el requerido por el aparato inferior.

o) La prolongación de la montante o tubería de desagüe por encima del último ramal, podrá servir como único medio de ventilación para lavatorios y lavaderos siempre que cumpla con las distancias máximas establecidas en el inciso e) del presente artículo.

p) Para el caso de ventilación común, para mas de dos aparatos podrá usarse la ventilación en circuito, siempre que cumpla los requisitos establecidos en el presente artículo.

q) El diámetro del tubo de ventilación en circuito se calculará en función de su longitud y sobre la base del diámetro del ramal horizontal de desagüe, según la Tabla del inciso m).

Dicho diámetro no podrá ser menor que la mitad del diámetro del ramal horizontal de desagüe correspondiente y en ningún caso menor de 50 mm (2").

r) Es obligatorio instalar tubos auxiliares de ventilación en los siguientes casos:

- En la ventilación de la montante.

- En la ventilación en circuito.

- En todos aquellos otros casos en que sea necesario asegurar el buen funcionamiento del sistema.

- El diámetro mínimo del tubo auxiliar de ventilación será la mitad del diámetro del ramal de desagüe a que está conectado.

s) Aquellos aparatos sanitarios que no pueden ser ventilados de acuerdo a las distancias máximas establecidos



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

El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

**NORMAS LEGALES**

**321163**

en el inciso e) del presente artículo, tales como lavaderos y otros similares, deberán descargar en forma indirecta a un sumidero de piso, caja u otro dispositivo apropiadamente ventilado.

**6.6. SISTEMA DE ELIMINACIÓN SANITARIA DE EX-CRETA**

**a) Letrina sanitaria**

Podrá utilizarse letrinas sanitarias en las habilitaciones urbanas que no cuenten con sistemas de eliminación de excretas con arrastre de agua (sistemas de alcantarillado), siempre que cumpla con los requisitos establecidos en las normas correspondientes:

**7. AGUA DE LLUVIA**

**7.1. RECOLECCIÓN**

a) Cuando no exista un sistema de alcantarillado pluvial y la red de aguas residuales no haya sido diseñada para recibir aguas de lluvias, no se permitirá descargar este tipo de aguas a la red de aguas residuales. Estas deberán disponerse al sistema de drenaje o áreas verdes existentes.

b) Los receptores de agua de lluvia estarán provistos de rejillas de protección contra el arrastre de hojas, papeles, basura y similares. El área total libre de las rejillas, será por lo menos dos veces el área del conducto de elevación.

c) Los diámetros de las montantes y los ramales de colectores para aguas de lluvia estarán en función del área servida y de la intensidad de la lluvia.

d) Los diámetros de las canaletas semicirculares se calcularán tomando en cuenta el área servida, intensidad de lluvia y pendiente de la canaleta.

e) La influencia que puedan tener las aguas de lluvias en las cimentaciones deberán preverse realizando las obras de drenaje necesarias.

f) La capacidad de las bombas de las cámaras de bombeo se calculará teniendo en cuenta la máxima intensidad de lluvia registrada, de los últimos años.

**7.2. ALMACENAMIENTO Y ELEVACIÓN**

El volumen de almacenamiento estará de acuerdo a la intensidad y frecuencia de lluvias. El sistema de elevación deberá considerar lo señalado en los artículos 22 y 23 de la presente Norma.

**ANEXOS**

**ANEXO N° 1**

**UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO)**

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	1,5	1,5	-
Inodoro	Con tanque.	3	3	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	6	6	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	3	3	-
Bidé		1	0,75	0,75
Lavatorio		1	0,75	0,75
Lavadero		3	2	2
Ducha		2	1,5	1,5
Tina		2	1,5	1,5
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por m)	3	3	-

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

**ANEXO N° 2**

**UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO)**

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	2,5	2,5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	-
Bebedero	Simple.	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

(\*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada salida.

**ANEXO N° 3**

**GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER**

N° de unidades	Gasto Probable Tanque	Válvula	N° de unidades	Gasto Probable Tanque	Válvula	N° de unidades	Gasto Probable
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91



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

**321164**  **NORMAS LEGALES** El Peruano  
domingo 11 de junio de 2006

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

NOTA: Los gastos están dados en L/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

**ANEXO N° 4**

**ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES EN METROS**

Diámetro de la tubería	Pulg.	½"	¾"	1"	1 ¼" a 2"	2 ½" a 4"	Mayor a 4"
Acero.	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	
Cobre.	1,80	2,40	2,40	3,00	3,60	4,00	
PVC y similares.	1,50	2,00	2,00	2,50	3,00	3,50	

**ANEXO N° 5**

**DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN EN FUNCIÓN DEL GASTO DE BOMBEO**

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0,50	20 (¾")
Hasta 1,00	25 (1")
Hasta 1,60	32 (1 ¼")
Hasta 3,00	40 (1 ½")
Hasta 5,00	50 (2")
Hasta 8,00	65 (2 ½")
Hasta 15,00	75 (3")
Hasta 25,00	100 (4")

**ANEXO N° 6**

**UNIDADES DE DESCARGA**

Tipos de aparatos	Diámetro mínimo de la trampa(mm)	Unidades de descarga
Inodoro (con tanque).	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida).	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática).	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida).	75 (3")	4
Bidé.	40 (1 ½")	3
Lavatorio.	32 - 40 (1 ¼" - 1 ½")	1 - 2
Lavadero de cocina.	50 (2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios.	50 (2")	3
Lavadero de ropa.	40 (1 ½")	2
Ducha privada.	50 (2")	2
Ducha pública.	50 (2")	3
Tina.	40 - 50 (1 ½" - 2")	2 - 3

Tipos de aparatos	Diámetro mínimo de la trampa(mm)	Unidades de descarga
Urinario de pared.	40 (1 ½")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática.	75 (3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida.	75 (3")	4
Urinario corrido.	75 (3")	4
Bebederio.	25 (1")	1 - 2
Sumidero	50 (2")	2

**ANEXO N° 7**

**UNIDADES DE DESCARGA PARA APARATOS NO ESPECIFICADOS**

Diámetro de la tubería de descarga del aparato (mm)	Unidades de descarga correspondientes
32 o menor (1 ¼" o menor)	1
40 (1 ½")	2
50 (2")	3
65 (2 ½")	4
75 (3")	5
100 (4")	5

Para los casos de aparatos con descarga continua se calculará a razón de una unidad por cada 0,03 L/s de gasto.

**ANEXO N° 8**

**NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS CONDUCTOS HORIZONTALES DE DESAGÜE Y A LAS MONTANTES**

Diámetro del tubo(mm)	Cualquier horizontal de desagüe (*)	Montantes de 3 pisos de altura	Montantes de más de 3 pisos	
			Total en la montante	Total por Piso
32 (1 ¼")	1	2	2	1
40 (1 ½")	3	4	8	2
50 (2")	6	10	24	6
65 (2 ½")	12	20	42	9
75 (3")	20	30	60	16
100 (4")	160	240	500	90
125 (5")	360	540	1100	200
150 (6")	620	960	1900	350
200 (8")	1400	2200	3600	600
250 (10")	2500	3800	5660	1000
300 (12")	3900	6000	8400	1500
375 (15")	7000	-	-	-

(\*) No se incluye los ramales del colector del edificio.

**ANEXO N° 9**

**NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS COLECTORES DEL EDIFICIO**

Diámetro del tubo(mm)	Pendiente		
	1%	2%	4%
50 (2")	-	21	26
65 (2 ½")	-	24	31
75 (3")	20	27	36
100 (4")	180	216	250
125 (5")	390	480	575
150 (6")	700	840	1000
200 (8")	1600	1920	2300
250 (10")	2900	3500	4200
300 (12")	4600	5600	6700
375 (15")	8300	10000	12000



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

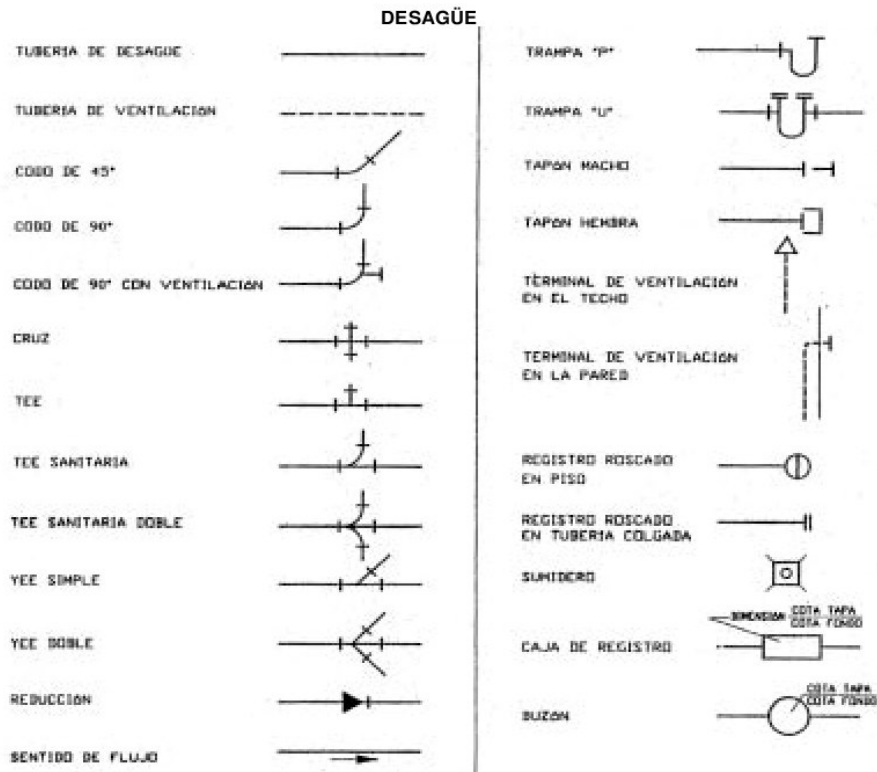


ANEXO 10  
SIMBOLOGÍA  
SÍMBOLOS GRÁFICOS

MEDIDOR DE AGUA		TAPON HEMBRA	
TUBERIA DE AGUA FRIA		UNIÓN UNIVERSAL	
TUBERIA DE AGUA CALIENTE		UNIÓN CON BRIDAS	
TUBERIA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE		UNIÓN FLEXIBLE	
TUBERIA DE AGUA CONTRA INCENDIO		UNIÓN O CONEXIÓN SIAMESA	
CRUCE DE TUBERIAS SIN CONEXIÓN		REDUCCIÓN	
CRUZ		VALVULA DE PASO (MACHO)	
CODO DE 90°		VALVULA DE COMPUERTA	
CODO DE 45°		VALVULA DE GLOBO	
CODO DE 90° SUBE		VALVULA DE RETENCIÓN (CHECK)	
CODO DE 90° BAJA		VALVULA DE FLOTADOR	
TEE		VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	
TEE CON SUBIDA		GABINETE CONTRA INCENDIO	
TEE CON BAJADA		GRIFO DE RIEGO	
TAPON MACHO		ASPERSOR DE RIEGO	
		VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN	
		VALVULA DE BUNDO	

Los símbolos gráficos, no incluidos en la Lámina N°1, deben indicarse en los planos del proyecto

**SÍMBOLOS GRÁFICOS**



Los símbolos gráficos, no incluidos en la lámina N°2, deben indicarse en los planos del proyecto

**ANEXO 11**

**DEFINICIONES**

- **Alimentación (tubería de).**- Tubería comprendida entre el medidor y la válvula de flotador en el depósito de almacenamiento, o el inicio de la red de distribución, en el caso de no existir depósito.
- **Alimentador.**- Tubería que abastece a los ramales.
- **Agua servida o desagüe.**- Agua que carece de potabilidad, proveniente del uso doméstico, industrial o similar.
- **Baño público.**- Establecimiento para el servicio de higiene personal.
- **Cisterna.**- Depósito de almacenamiento ubicado en la parte baja de una edificación.
- **Colector.**- Tubería horizontal de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales o montantes.
- **Conexión cruzada.**- Conexión física entre dos sistemas de tuberías, uno de los cuales contiene agua potable y el otro agua de calidad desconocida, donde el agua puede fluir de un sistema a otro.
- **Diámetro nominal.**- Medida que corresponde al diámetro exterior, mínimo de una tubería.
- **Gabinete contra incendio.**- Salida del sistema contra incendio, que consta de manguera, válvula y pitón.
- **Hidrante.**- Grifo contra incendio.
- **Impulsión (tubería).**- Tubería de descarga del equipo de bombeo.
- **Instalación exterior.**- Conjunto de elementos que conforman los sistemas de abastecimiento y distribución de agua, evacuación de desagües e instalaciones sanitarias especiales, ubicadas fuera de la edificación y que no pertenecen al sistema público.
- **Instalación interior.**- Conjunto de elementos que conforman los sistemas de abastecimiento y distribución de agua, evacuación de desagües, su ventilación, e instalaciones sanitarias especiales, ubicados dentro de la edificación.
- **Montante.**- Tubería vertical de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales.

- **Ramal de agua.**- Tubería comprendida entre el alimentador y la salida a los servicios.
- **Ramal de desagüe.**- Tubería comprendida entre la salida del servicio y el montante o colector.
- **Red de distribución.**- Sistema de tuberías compuestas por alimentadores y ramales.
- **Servicio sanitario.**- Ambiente que alberga uno o más aparatos sanitarios.
- **Sifonaje.**- Es la rotura o pérdida del sello hidráulico de la trampa (sifón), de un aparato sanitario, como resultado de la pérdida de agua contenida en ella.
- **Succión (tubería de).**- Tubería de ingreso al equipo de bombeo.
- **Tanque elevado.**- Depósito de almacenamiento de agua que da servicio por gravedad.



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

## Anexo n.º 6. SNIP 10 – Parámetros de evaluación

Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública  
Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01  
Anexo Modificado por RD 003-2014-EF/63.01  
Anexo SNIP 10

Para el cálculo del precio social de los combustibles, se aplicará una corrección al precio de mercado, incluyendo impuestos, de 0.66.

### 3.5. PRECIO SOCIAL DE LA MANO DE OBRA NO CALIFICADA

Se entiende por mano de obra no calificada a aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución no requiere de estudios ni experiencia previa, por ejemplo: jornaleros, cargadores, personas sin oficio definido, entre otros.

El precio social de la mano de obra no calificada resulta de aplicar un factor de corrección o de ajuste (ver cuadro) al salario bruto o costo para el empleador de la mano de obra (costo privado).

#### Factores de corrección o de ajuste

Región Geográfica	Urbano	Rural
Lima Metropolitana	0.86	-
Resto Costa	0.68	0.57
Sierra	0.60	0.41
Selva	0.63	0.49

## IV. TASA SOCIAL DE DESCUENTO

La Tasa Social de Descuento (TSD) representa el costo en que incurre la sociedad cuando el sector público extrae recursos de la economía para financiar sus proyectos.

Se utiliza para transformar a valor actual los flujos futuros de beneficios y costos de un proyecto en particular. La utilización de una única tasa de descuento permite la comparación del valor actual neto de los proyectos de inversión pública.

La Tasa Social de Descuento Nominal se define como la TSD ajustada por la inflación.

### Tasa Social de Descuento General

La Tasa Social de Descuento General es equivalente a 9 %.

Si la evaluación del proyecto se realiza a precios reales o constantes se debe utilizar la Tasa Social de Descuento General. Si la evaluación se realiza a precios nominales o corrientes se debe utilizar la Tasa Social de Descuento Nominal.

### Tasa Social de Descuento Específica para PIP de servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero

Para PIP de servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero la Tasa Social de Descuento será 4%. Dicha tasa será la única que se aplicará para ese tipo de PIP, cuya cadena funcional programática es la siguiente:

Función 17: Ambiente

División funcional 054: Desarrollo Estratégico, conservación y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural

Grupo funcional 0121: Gestión del cambio climático

## **Anexo n.º 7. Validación**

## Informe del Validador Experto

Validado por:

Nombres y Apellidos	Percy Enrique Álvarez Villar
Tipo de Validador	Externo
Profesión	Ingeniero Civil
Grado Académico	Licenciado Diplomado en Contrataciones del Estado
Experiencia laboral	23 años
DNI	08237797
N° de colegiatura	CIP 52210

Datos personales:

Trabajo actual	Consultoría PEAV
Cargo que desempeña	Gerente General
Área de especialización	Contrataciones con el Estado
Número de teléfono de contacto	999603619
Correo electrónico de contacto	peav2006@hotmail.com

**PERCY ENRIQUE ALVAREZ VILLAR**

**INGENIERO CIVIL**

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 52210

Percy. E. Alvarez Villar

DNI N° 08237797

## Informe del Validador Experto

Validado por:

Nombres y Apellidos	José Ricardo Ruiz Celis
Tipo de Validador	Externo
Profesión	Ingeniero Civil
Grado Académico	Licenciado
Experiencia laboral	12 años
DNI	07229605
N° de colegiatura	CIP 134375

Datos personales:

Trabajo actual	Sisacon SRL
Cargo que desempeña	Gerente de Proyectos
Área de especialización	Costos y presupuestos
Número de teléfono de contacto	999603619
Correo electrónico de contacto	Bsisacon_5@hotmail.com



RUIZ CELIS JOSÉ RICARDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 134375

José Ricardo Ruiz Celis

DNI N° 07229605

## Informe del Validador Experto

Validado por:

Nombres y Apellidos	Luis A. Amaya Panta
Tipo de Validador	Externo
Profesión	Ingeniero Sanitario
Grado Académico	Licenciado
Experiencia laboral	15 años
DNI	08691769
N° de colegiatura	CIP 112470

Datos personales:

Trabajo actual	Independiente
Cargo que desempeña	Gerente de Proyectos
Área de especialización	Ejecución de Obras
Número de teléfono de contacto	975077414
Correo electrónico de contacto	Luis_ap11@hotmail.com



**LUIS ALBERTO  
AMAYA PANTA  
INGENIERO SANITARIO  
Reg. CIR. N° 112470**

Luis Amaya Panta,

DNI N° 08691769

## Informe del Validador Experto

Validado por:

Nombres y Apellidos	Ronald Villanueva Maguiña
Tipo de Validador	Externo
Profesión	Ingeniero Civil
Grado Académico	Magister
Experiencia laboral	10 años
DNI	41114176
N° de colegiatura	CIP 102930

Datos personales:

Trabajo actual	Municipalidad de Comas
Cargo que desempeña	Sub Gerente de Obras Públicas
Área de especialización	Gerencia de Proyectos
Número de teléfono de contacto	990465339
Correo electrónico de contacto	Villanueva.re@gmail.com



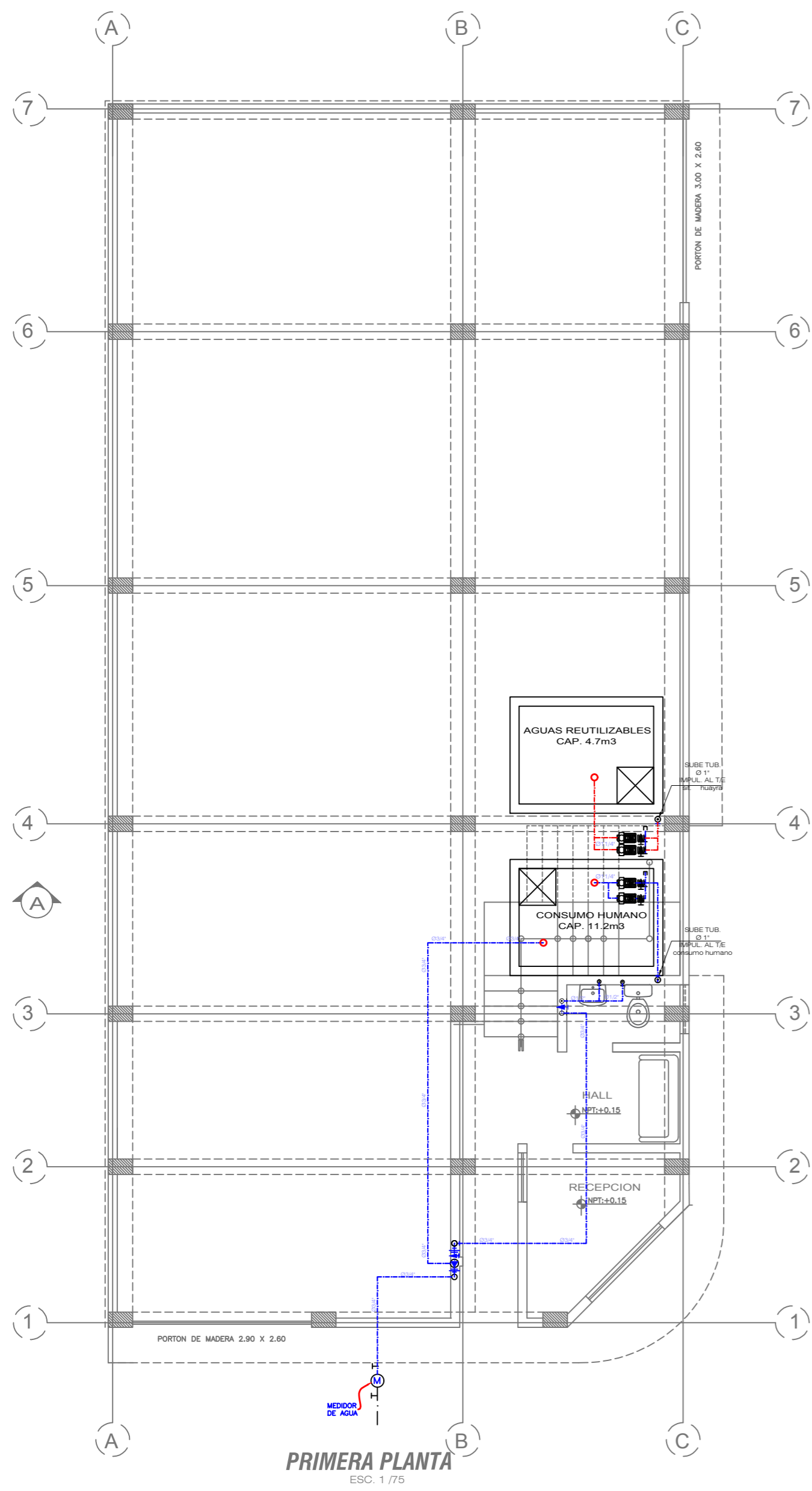
**RONALD ESTEBAN VILLANUEVA MAGUIÑA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 102930**

.....  
Ronald Villanueva Maguiña

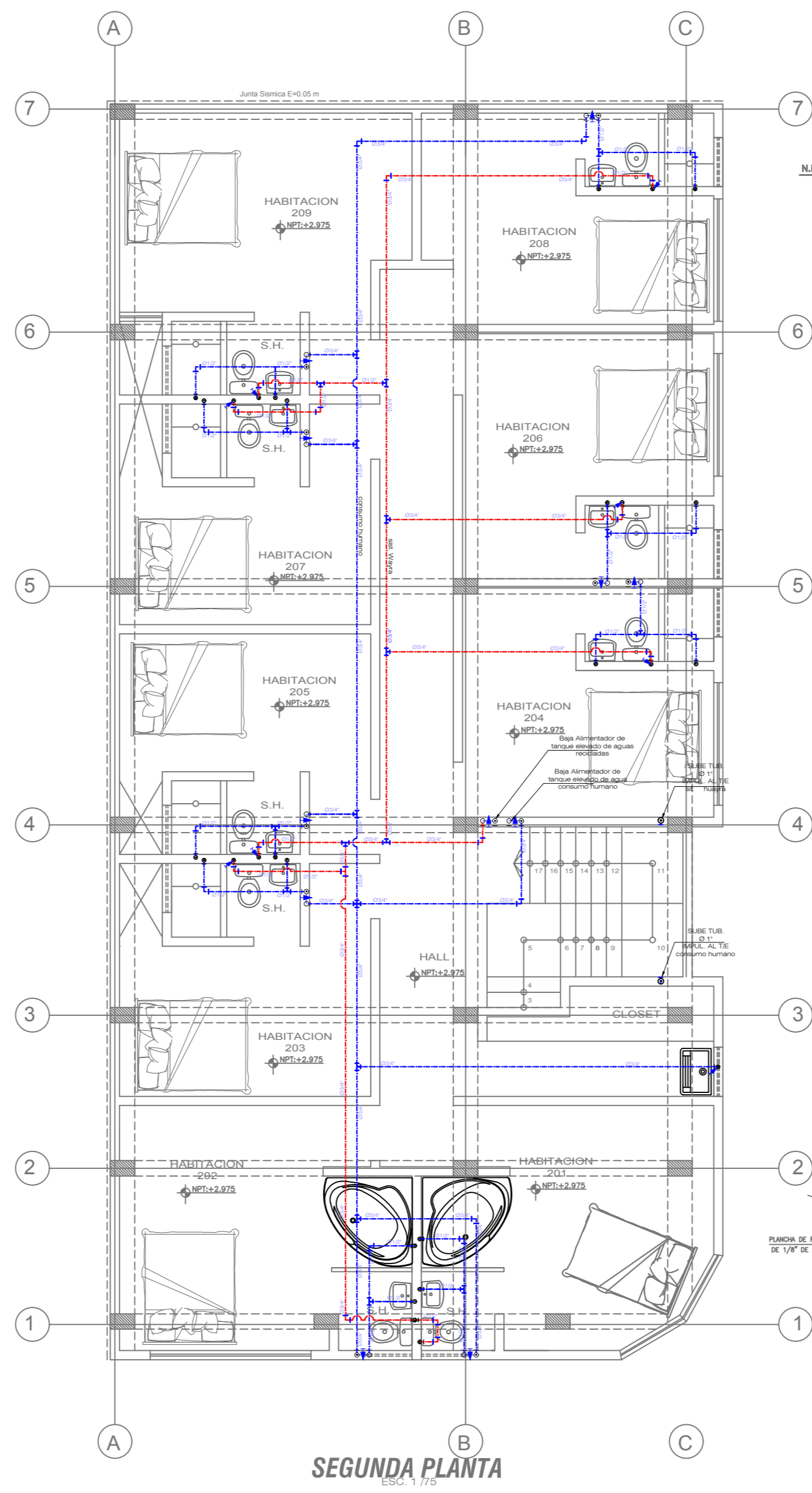
DNI N° 41114176



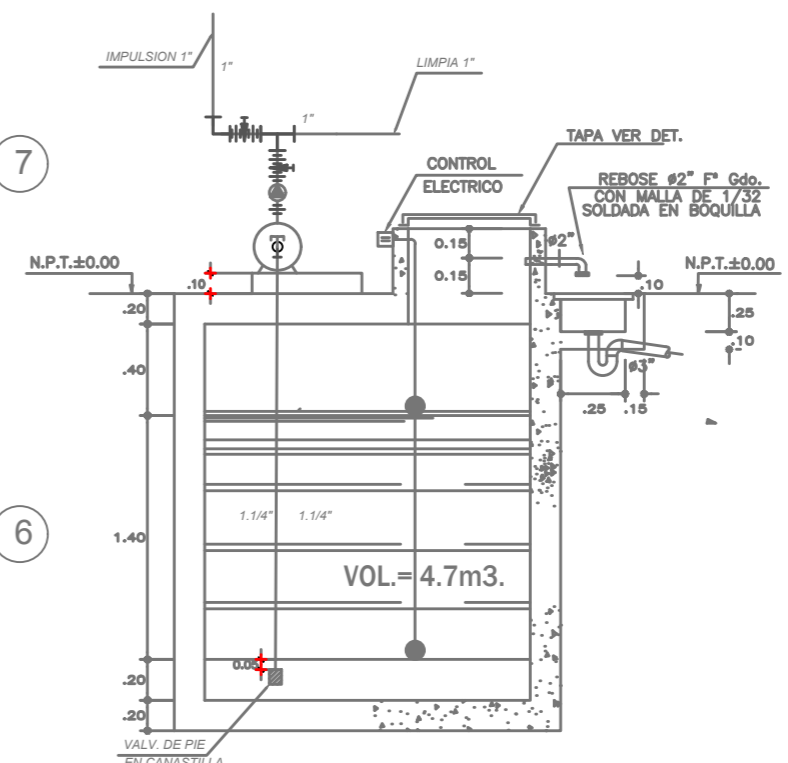
## **Anexo n.º 8. Planos**



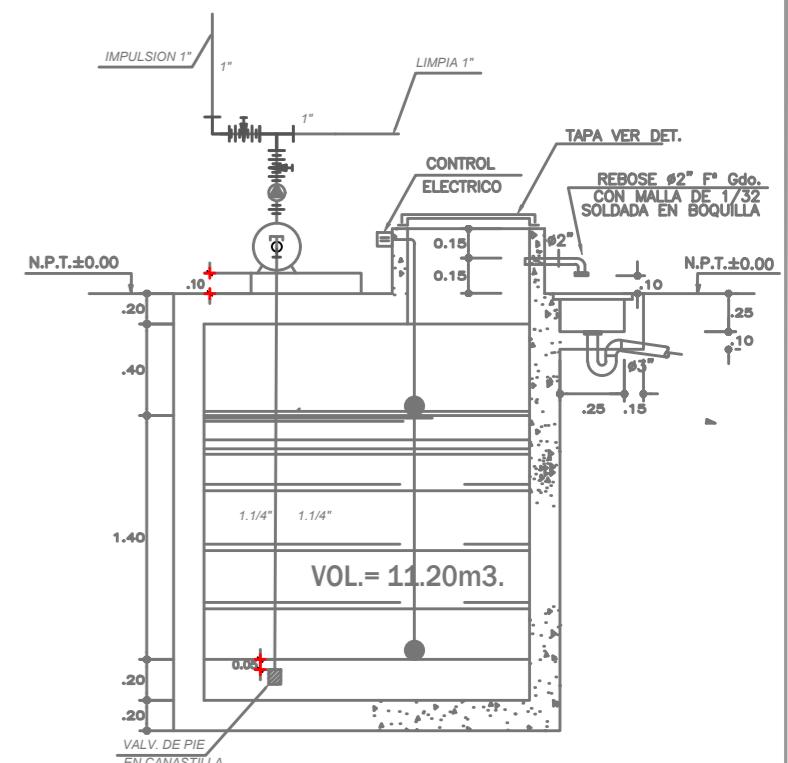
**PRIMERA PLANTA**  
ESC. 1/75



**SEGUNDA PLANTA**  
ESC. 1/75



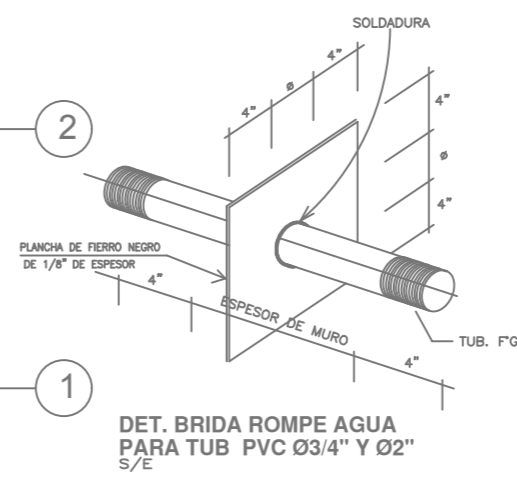
**CORTE A - A**  
**CISTERNA AGUAS REUTILIZABLES**  
ESC. 1 : 25



**CORTE A - A**  
**CISTERNA CONSUMO HUMANO**  
ESC. 1 : 25

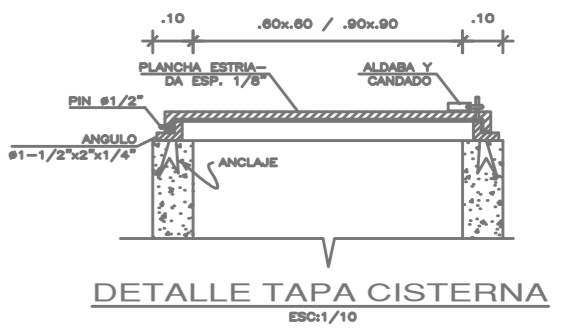
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA FRIA
	TUBERIA DE AGUA CALIENTE
	MEDIDOR DE AGUA EN CAJA DE 30x50 cm.
	VALVULA CHECK.
	TEE
	TEE RECTA CON SUBIDA / BAJADA
	UNION UNIVERSAL
	CODO DE 90° SUBE / BAJA
	VALVULA COMPUERTA VERTICAL/HORIZONTAL
	CODO DE 90°

- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- AGUA
- LAS TUBERIAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRIA SERAN DE PLASTICO PVC-SAP CLASE 10, CON UNIONES A PRESION BUENA CALIDAD.
  - LOS ACCESORIOS FINALES DE SALIDA DE A.F. Y A.C. EN LOS APARATOS SANITARIOS SERAN DE FIERRO GALVANIZADO, ROSCADO TIPO PESADO, CON ADAPTADORES UNION-ROSCA DE PVC Y PROTEGIDAS CON DOBLE CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVA.
  - EN VALVULAS: SERAN DEL TIPO CIERRE RAPIDO, DEL TIPO ESFERICO, PARA UNA PRESION DE TRABAJO DE 125 Lb/pu2 Y SE INSTALARAN EN NICHOS EN LA PARED.
  - PRUEBAS:  
ANTES DE CUBRIRSE LAS TUBERIAS SE HARAN LO SIGUIENTE:  
EN LAS TUBERIAS PARA AGUA LA PRUEBA CONSISTIRA EN EL LLENADO DEL TRAMO POR EL PUNTO MAS BAJA, DRENANDO EL AIRE POR EL PUNTO MAS ELEVADO CON BOMBA MANUAL.  
SE LLEVARA LA PRESION A 100 Lb/pu2 CERRANDO LA LLAVE DE PRUEBA DEBIENDO MANTENERSE LA PRESION DURANTE 30 MINUTOS SIN PRESENTAR FUGAS.  
LAS VALVULAS Y APARATOS SANITARIOS SERAN PROBADOS POR UNO POR UNA, DEBIENDO OBSERVARSE SU FUNCIONAMIENTO SATISFACTORIO ESPECIALMENTE EN EL CIERRE COMPLETO SEA MANUAL O AUTOMATICO.



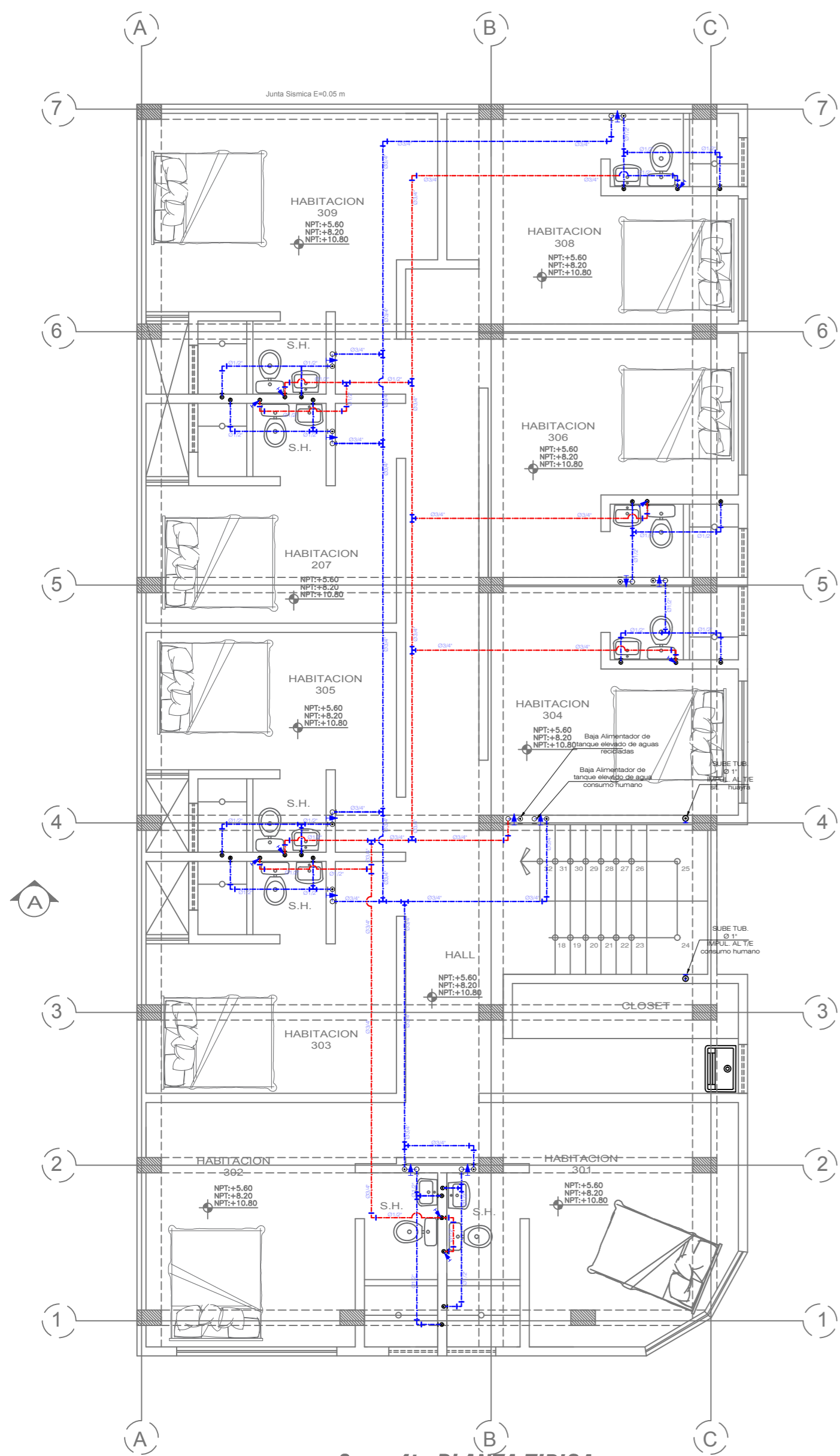
**DET. BRIDA ROMPE AGUA**  
**PARA TUB PVC Ø3/4\"/>**

CARACT. DE LAS ELECTROBOMBAS	
FUNC. ALTERNADO	
UNIDADES	1
CAUDAL ( Q )	1.00 L/PIS
H.D.T.	12.00 Mts.
POTENCIA APROX.	3/4 HP
TUBERIA DE SUCCION	1 1/4\"/>
TUBERIA DE IMPULSION	1\"/>

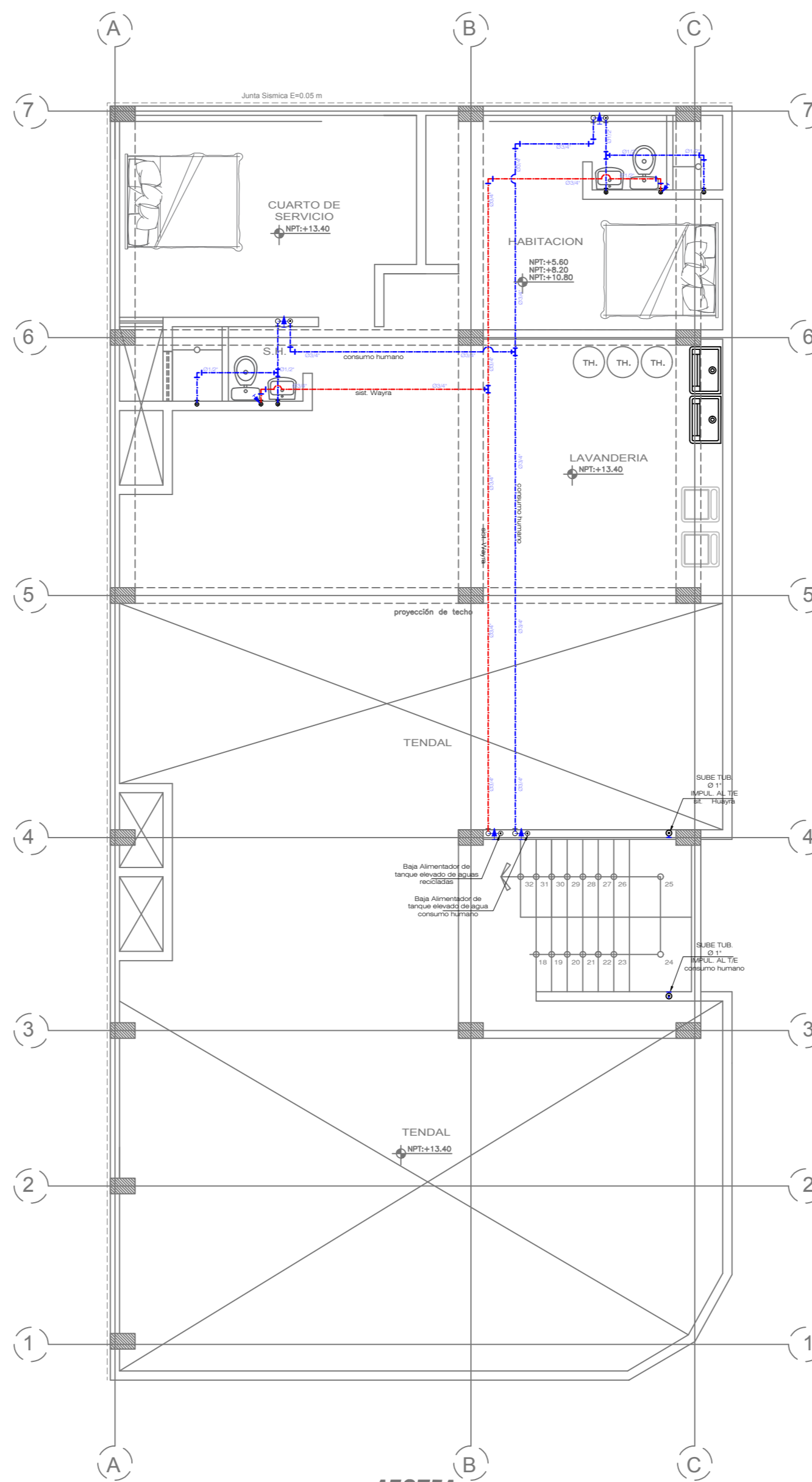


**DETALLE TAPA CISTERNA**  
ESC.1/10

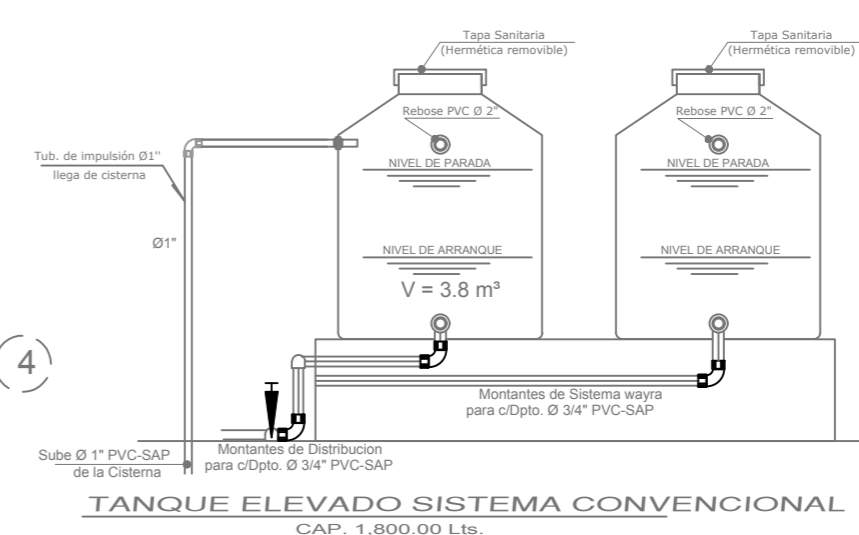
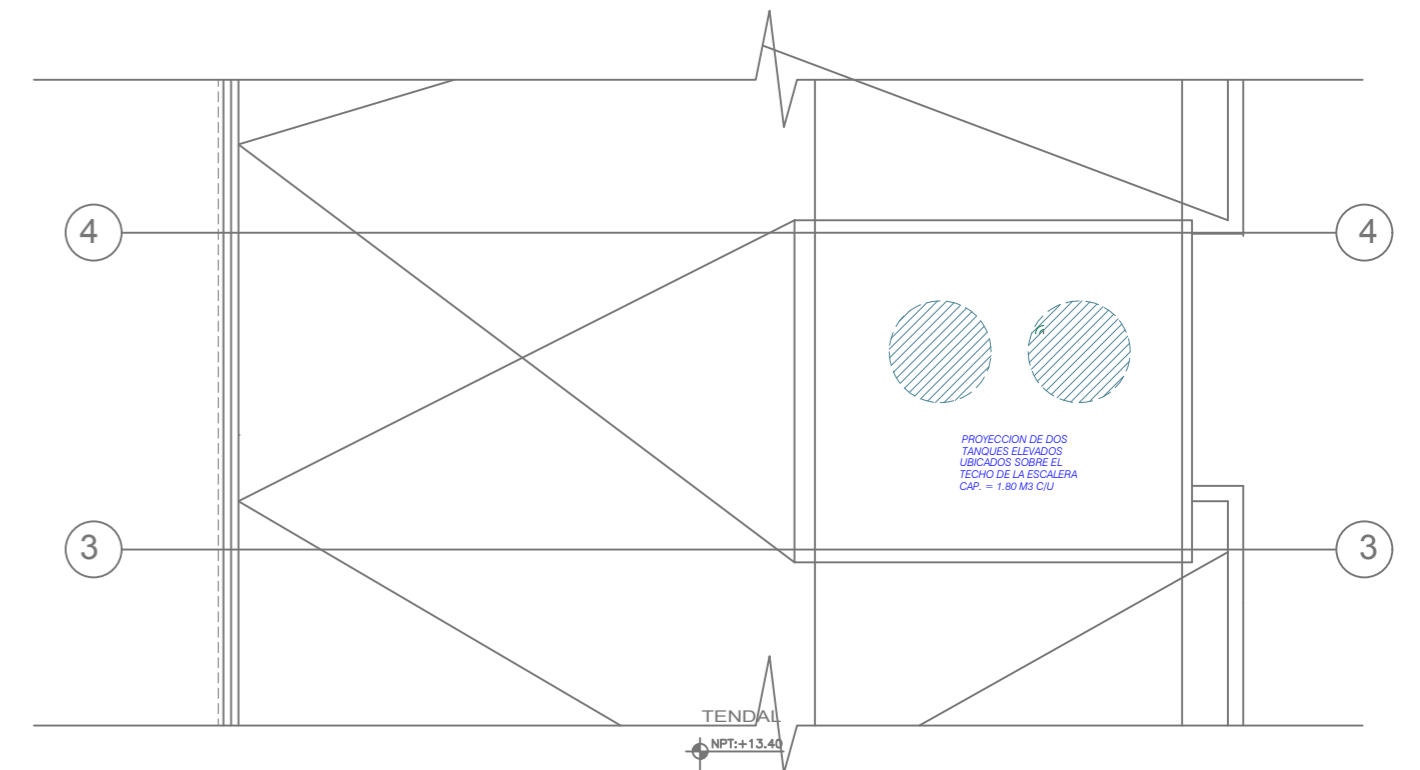
PROYECTA: <b>Sisacón</b> SRL 481-1502	DPTO: Lima PROY: Lima DISTRITO: S.M.P. DISEÑO: GAH REV: REL	LAMINA: <b>IS-03</b>
PROPIETARIOS: EDGAR ANTONIO TAFUR LOPEZ	UBICACION: ESQUINA DE JR. WASHINGTON CON JR. SECADA DISTRITO.- CALLAO	PROFESIONAL: ING. LUIS A. AMAYA PANTA CIP: 112470
PLANO: INSTALACIONES SANITARIAS - AGUA	PROYECTO: HOSPEDAJE	ESCALA: 1/50 FECHA: ENERO 2019



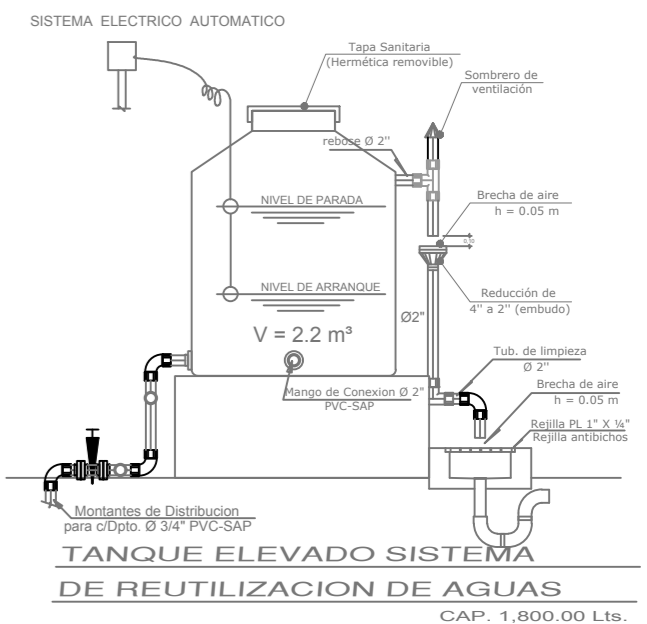
**3ra y 4ta PLANTA TIPICA**  
ESC. 1 / 75



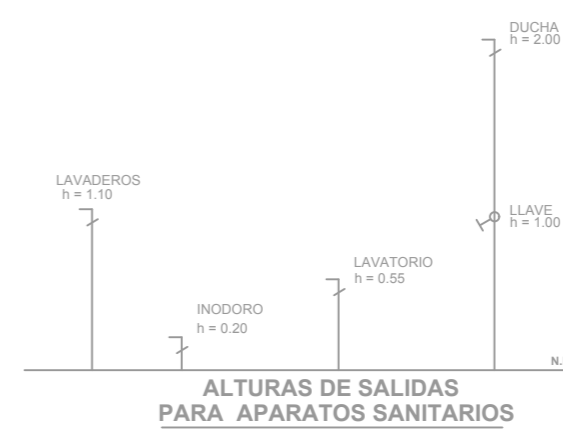
**AZOTEA**  
ESC. 1 / 75



**TANQUE ELEVADO SISTEMA CONVENCIONAL**  
CAP. 1,800.00 Lts.

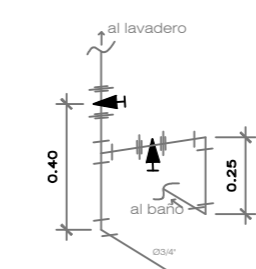


**TANQUE ELEVADO SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS**  
CAP. 1,800.00 Lts.



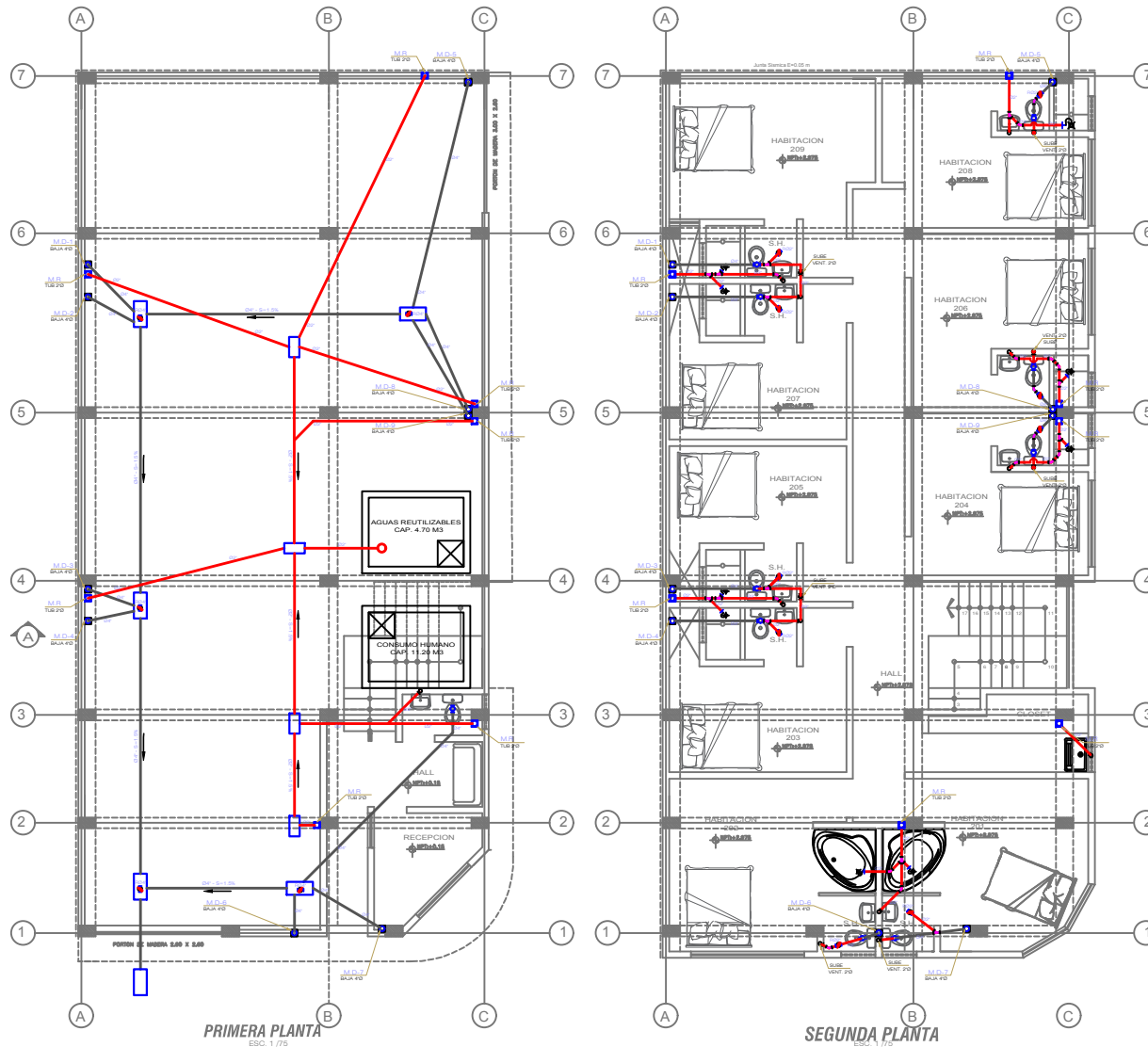
**ALTURAS DE SALIDAS PARA APARATOS SANITARIOS**

ALTURA DE APARATOS SANITARIOS	
o Lavatorios	= 0.55 s.p.t
o W.C.	= 0.20 s.p.t
o Duchas	= 2.00 s.p.t
o Lavaplatos	= 1.10 s.p.t
o Lavaderos	= 1.10 s.p.t



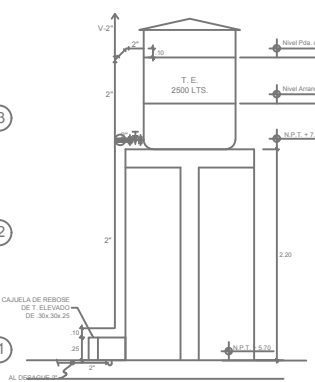
**DETALLE # 2 ESC. SE**  
INST. DE TUBERIAS

<b>PROYECTA:</b> <b>Sisacon</b> SRL 481-1502	<b>DPTO:</b> Lima <b>PROV:</b> Lima <b>DISTRITO:</b> S.M.P <b>DESIGNO:</b> GAH <b>REV:</b> REL	<b>LAMINA:</b> <b>IS-04</b>
<b>PROPIETARIOS:</b> EDGAR ANTONIO TAFUR LOPEZ	<b>UBICACION:</b> ESQUINA DE JR. WASHINGTON CON JR. SECADA DISTRITO.- CALLAO	<b>PROFESIONAL:</b> ING. LUIS A. AMAYA PANTA CIP: 112470
<b>PLANO:</b> INSTALACIONES SANITARIAS - AGUA	<b>PROYECTO:</b> HOSPEDAJE	<b>ESCALA:</b> 1/50 <b>FECHA:</b> ENERO 2019

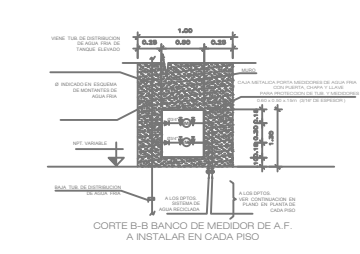
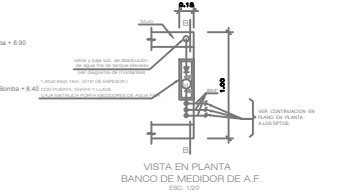
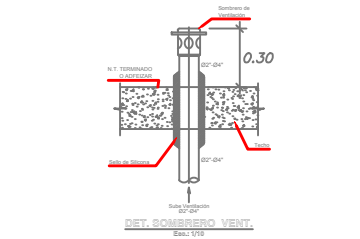
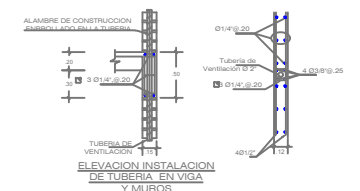


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	CAJA DE REGISTRO
M.R	MONTANTE DE AGUA REICLADA
[Symbol]	TUBERIA DE AGUA REICLADA
[Symbol]	TUBERIA DE DESAGUE PVC
[Symbol]	TUBERIA DE VENTILACION PVC
[Symbol]	COOD 45°
[Symbol]	Y-Y SIMPLE
[Symbol]	TRAMPA 7"
[Symbol]	REGISTRO ROSCADO
[Symbol]	COOD QUE SUBE
[Symbol]	COOD QUE BAJA
[Symbol]	SUMIDERO
[Symbol]	PENDIENTE MINIMA DE DESAGUE

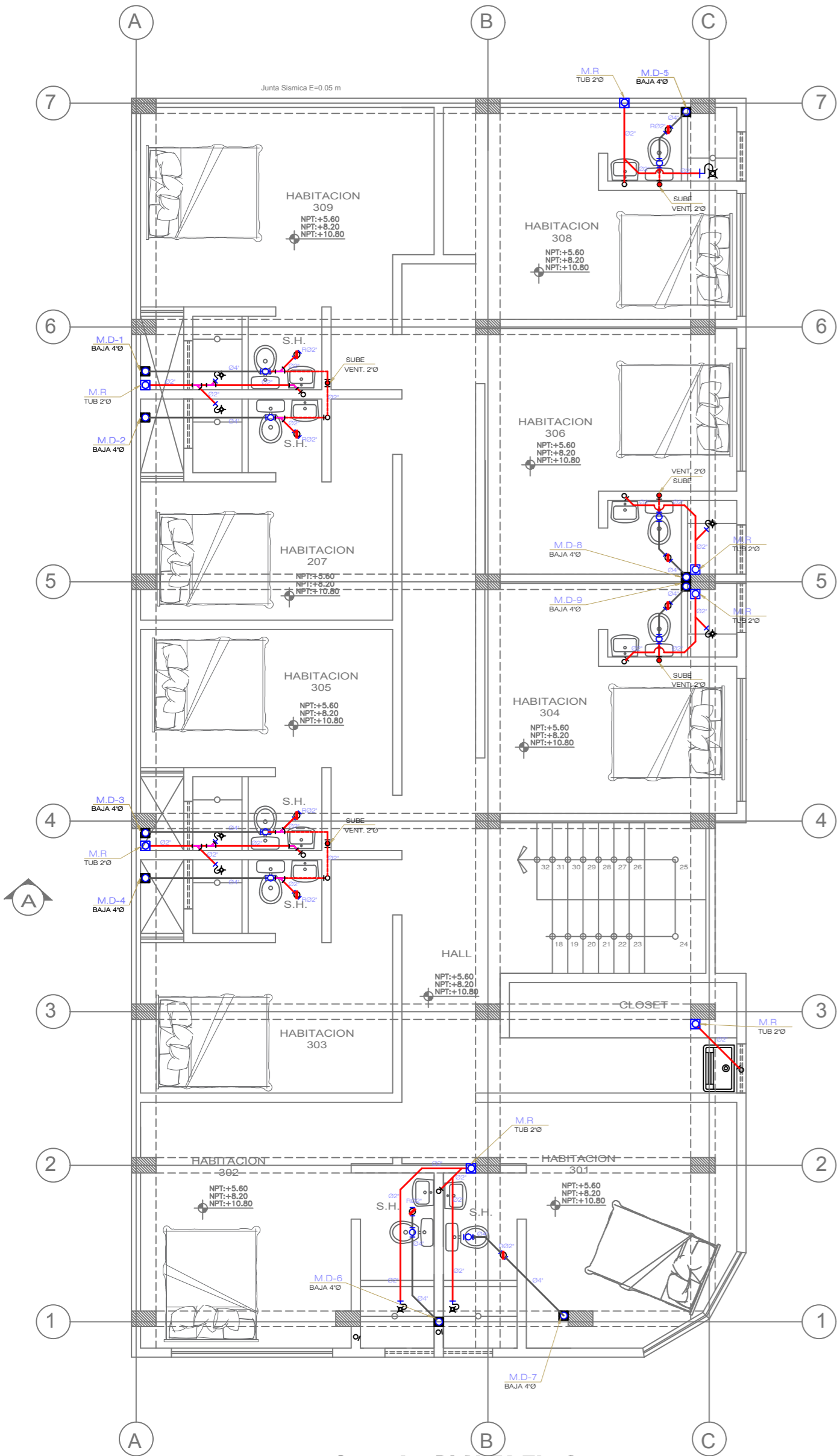
- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- DESAGUE**
1. LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA DESAGUE Y VENTILACION SERAN DE PLASTICO PESADO PVC-SAL FABRICADAS DE ACUERDO A NORMAS PERUANAS (INTECH) 390.003 NOV. 1985, CON UNIONES SELLADAS CON PEGAMENTO DEL MISMO FABRICANTE. LA PENDIENTE SERA DE 1% SALVO INDICACION.
  2. LA VENTILACION TERMINARA EN SOMBRERO DE VENTILACION A 1.30 S.N.T.
  3. LAS CAJAS DE REGISTRO SERAN DE ALBAÑERIA, ENLUCIDOS INTEGRALMENTE CON MORTERO 1:1 CON MARCO Y TAPA DE P.F. STANDARD.
  4. LOS REGISTROS SERAN DE BRONCE, CON TAPA ROSCADA INSTALADOS ALIAS DEL PISO ACABADO.
  5. LAS PRUEBAS DE LAS TUBERIAS DE DESAGUE CONSISTIRAN EN LLENAR DE AGUA LAS TUBERIAS, DESPUES DE HABER TAPONADO LAS SALIDAS BAJAS, DEBENDO PERMANECER LLENAS SIN PRESENTAR FUGAS POR LO MENOS 24 HORAS.



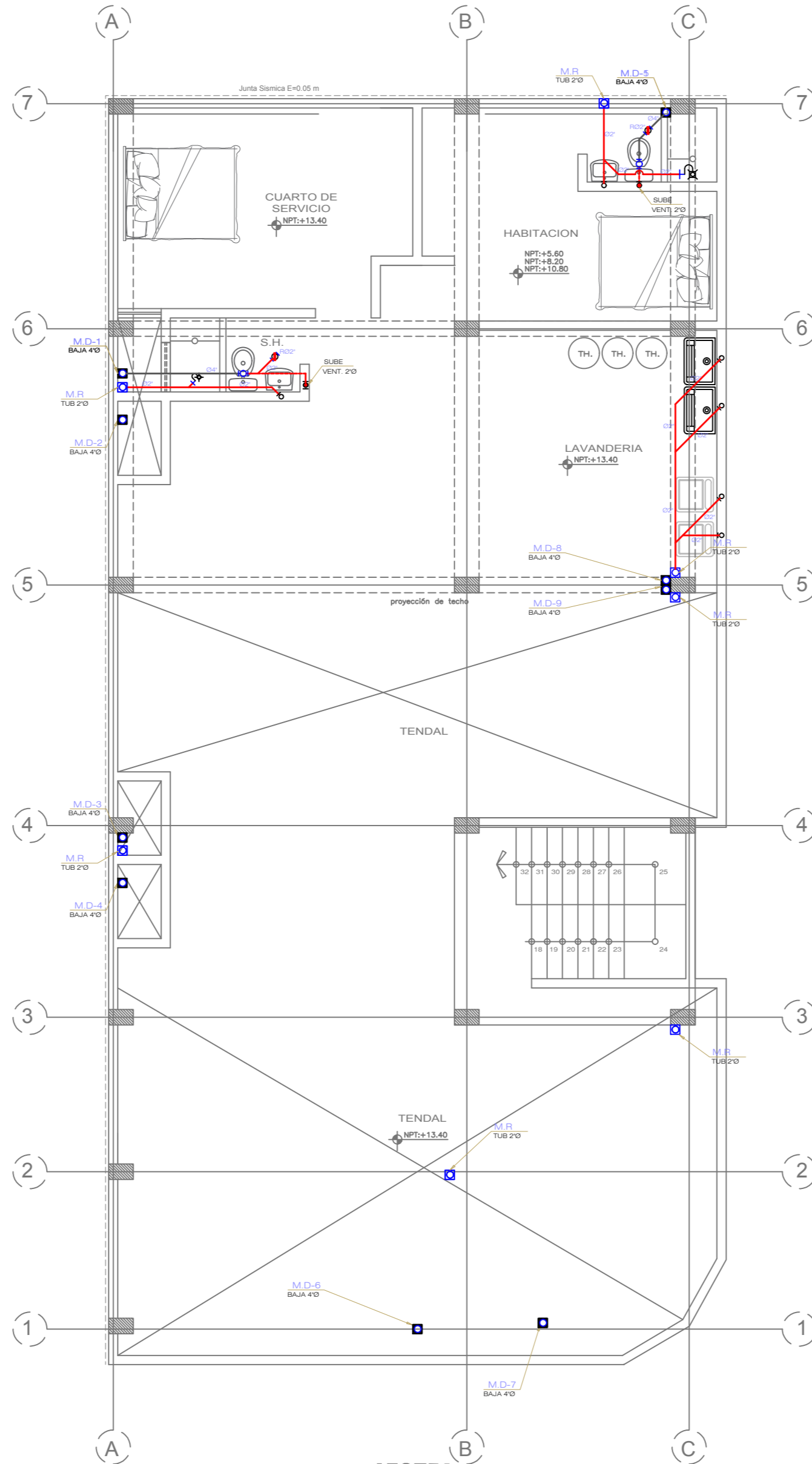
DET. T. ELEVADO 1,800LTS. (DESAGUE)  
ESC. 1/25



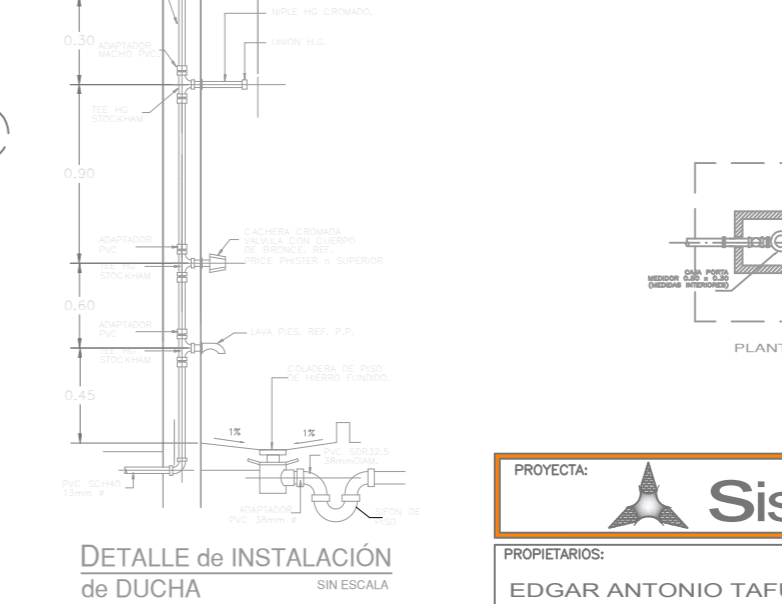
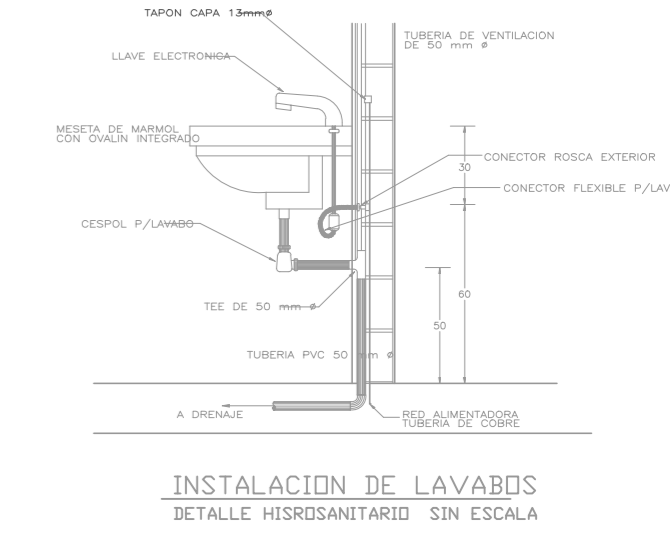
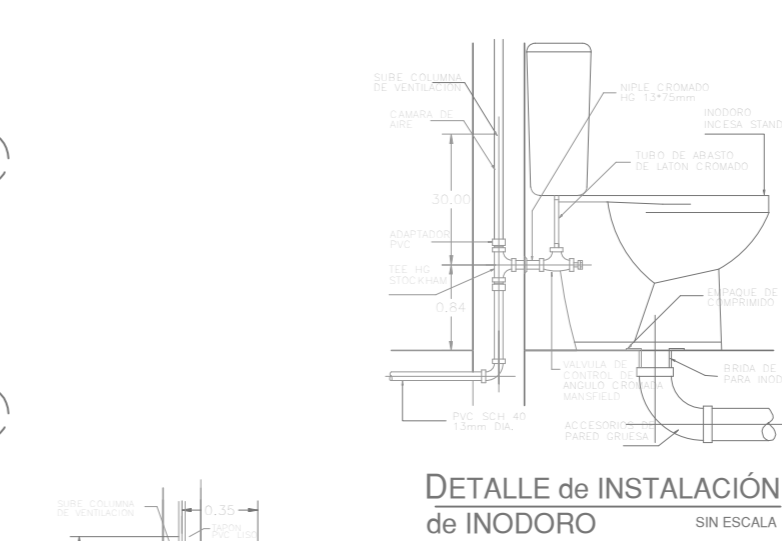
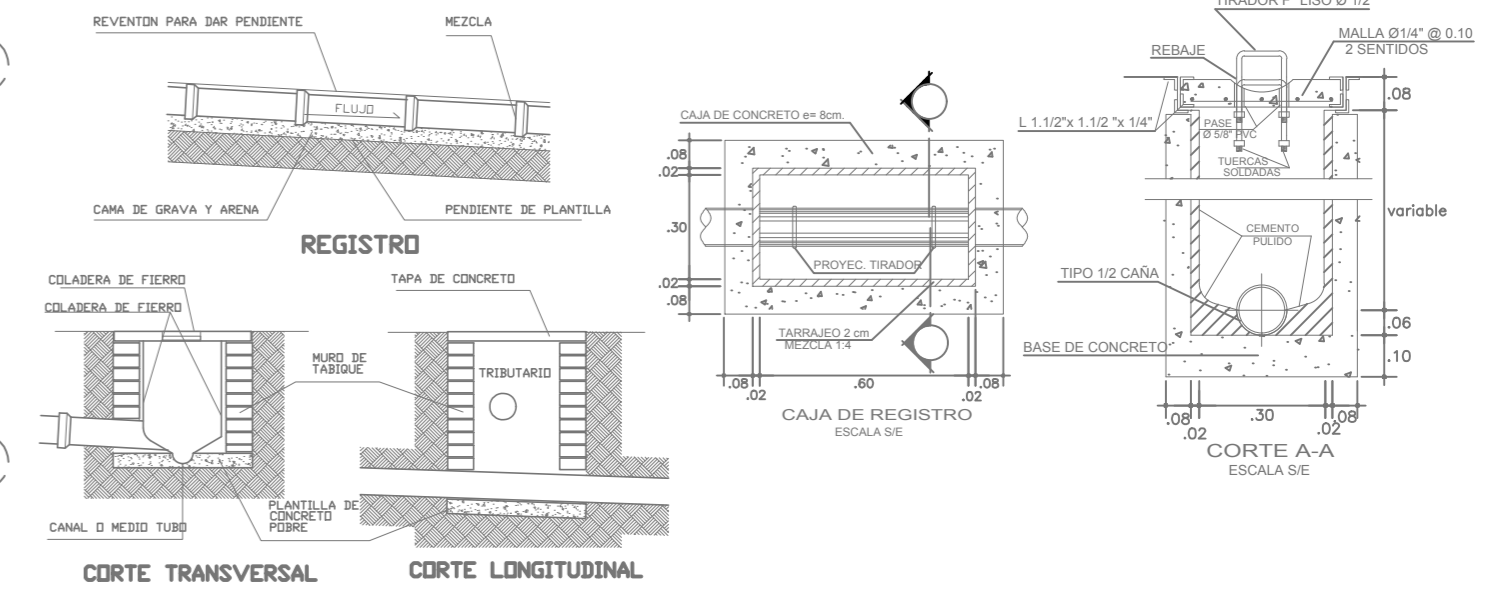
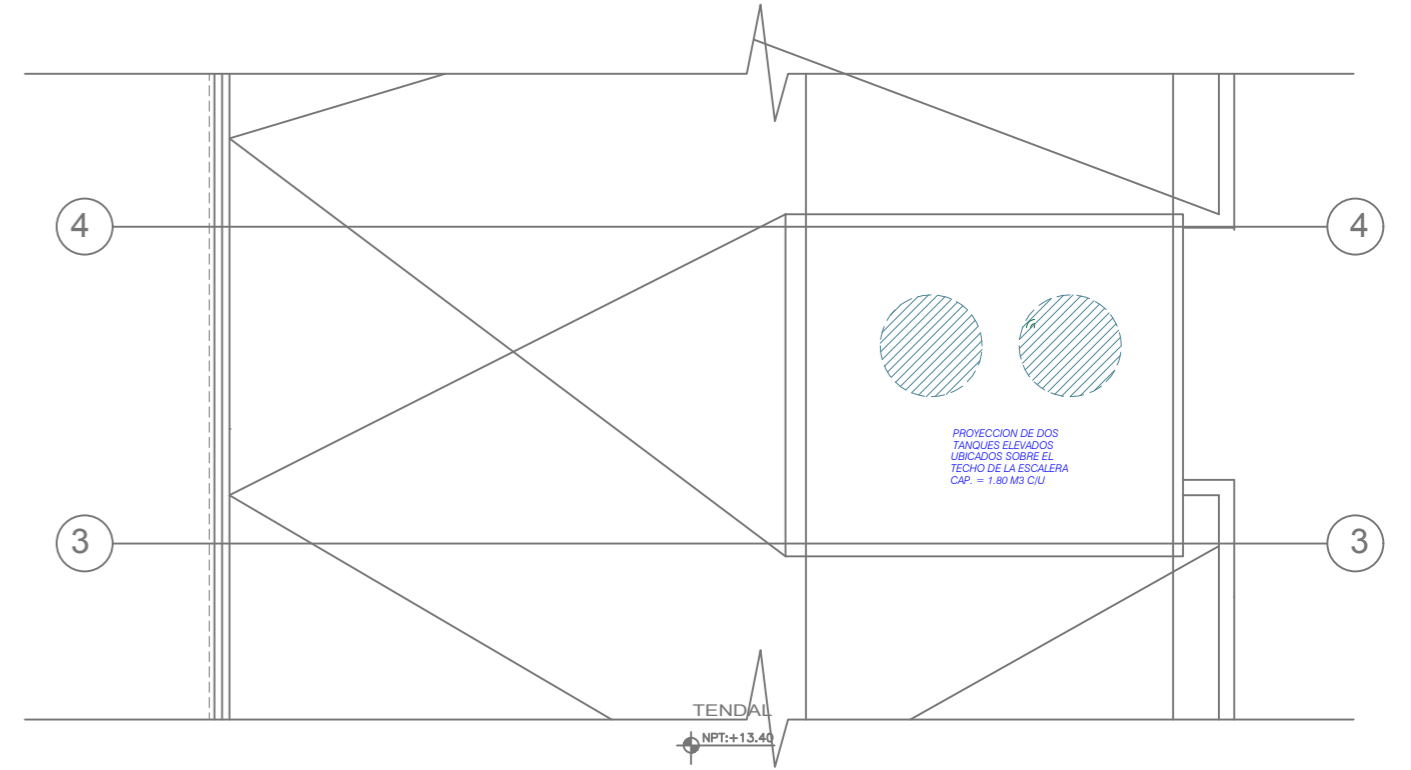
<b>PROYECTA</b> <b>Sisacon</b> SRL 481-1502	<b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019	<b>PROYECTA</b> 481-1502	<b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019	<b>PROYECTA</b> 481-1502
<b>PROPIETARIO</b> EDGAR ANTONIO TAFUR LOPEZ	<b>UBICACION</b> ESCUELA DE J.L. WASHINGTON CON J.L. SEDANO DISTRITO - CALLAO	<b>PROFESIONAL</b> ING. LUIS A. AMAYA PANTA CIP: 112470	<b>PROYECTA</b> 481-1502	<b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019
<b>PLANO</b> INSTALACIONES SANITARIAS - DESAGUE	<b>PROYECTA</b> HOSPEDAJE	<b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019	<b>PROYECTA</b> 481-1502	<b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019 <b>PROY. PARA</b> 01/01/2019



**3ra y 4ta PLANTA TIPICA**  
ESC. 1/75



**AZOTEA**  
ESC. 1/75



<b>PROYECTA:</b> <b>Sisacon SRL</b> 481-1502		<b>DPTO:</b> Lima <b>PROV:</b> Lima <b>DISTRITO:</b> S.M.P. <b>DESIGNO:</b> GAH <b>REV:</b> REL	<b>LAMINA:</b> <b>IS-02</b>
<b>PROPIETARIOS:</b> EDGAR ANTONIO TAFUR LOPEZ		<b>UBICACION:</b> ESQUINA DE JR. WASHINGTON CON JR. SECADA DISTRITO.- CALLAO	
<b>PLANO:</b> INSTALACIONES SANITARIAS - DESAGUE		<b>PROYECTO:</b> HOSPEDAJE	
<b>ESCALA:</b> 1/50		<b>FECHA:</b> ENERO 2019	
<b>PROFESIONAL:</b> ING. LUIS A. AMAYA PANTA CIP: 112470			