



INGENIERÍA QUÍMICA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

DEPURACIÓN DE AGUAS NEGRAS EN  
PEQUEÑAS COMUNIDADES EN PROYECTOS  
DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO.

M<sup>a</sup> JOSÉ RODRÍGUEZ PASCUAL  
MARZO 2004



## **ÍNDICE:**

### **MEMORIA:**

<b>1. RESUMEN</b> .....	1
<b>2. ANTECEDENTES GENERALES</b> .....	3
2.1. Acceso Universal a Servicios Básicos: Saneamiento.....	3
2.2. Proyectos de Cooperación para el Desarrollo .....	6
2.2.1. ¿Qué es un Proyecto de Cooperación para el Desarrollo? .....	6
2.2.2. ¿Qué es Cooperación?.....	9
2.2.3. El carácter integral de los Proyectos de Cooperación.....	11
2.2.4. El factor tecnológico en los Proyectos de Cooperación.....	12
2.2.5. Tecnologías Apropriadas en Proyectos de Cooperación.....	13
2.3. Contexto del Proyecto .....	17
2.4. Localización geográfica del Proyecto .....	18
<b>3. OBJETIVOS Y VIABILIDAD</b> .....	23
3.1. Objetivo.....	23
3.2. Justificación .....	23
3.3. Viabilidad del proyecto .....	23
3.3.1. Viabilidad técnica .....	23
3.3.2. Viabilidad económica.....	24
3.3.3. Viabilidad legal .....	24

**PROCESO:**

<b>4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>25</b>
4.1. Selección del sistema de pretratamiento.....	26
4.2. Selección del sistema de tratamiento primario .....	28
4.3. Selección del sistema de tratamiento secundario .....	31
4.4. Selección del sistema de postratamiento .....	38
4.5. Selección del sistema de tratamiento de fangos .....	39
<b>5. BASES DE DISEÑO.....</b>	<b>43</b>
5.1. Datos de partida y requerimientos finales del proceso.....	43
5.2. Balances de materia .....	43
5.3. Dimensionado de separadores de grasa.....	44
5.4. Dimensionado de decantadores.....	44
5.5. Dimensionado del sistema de infiltración.....	45
5.6. Dimensionado del filtro verde.....	45
5.7. Dimensionado de las cámaras de compostaje.....	45
5.8. Dimensionado del sistema de lagunaje.....	46
5.9. Servicios generales.....	46
<b>6. DIAGRAMA DE BLOQUES .....</b>	<b>47</b>
6.1. Descripción general .....	47
<b>7. DIAGRAMA DE FLUJO.....</b>	<b>49</b>
7.1. Descripción detallada unidad 0100 (Tinki) .....	49
7.2. Descripción detallada unidad 0200 (Ccatca).....	50
7.3. Descripción detallada unidad 0300 (Andahuaylillas).....	52

<b>8. TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN (P&amp;I)</b> .....	<b>53</b>
8.1.Diagrama de tuberías e instrumentación .....	53
8.2.Designación de tuberías .....	54
8.2.1. Tipo de fluido.....	54
8.2.2. Material de las tuberías .....	54
8.2.3. Aislamiento de tuberías.....	55
8.3.Estrategia de control del proceso .....	55
8.4.Instrumentación .....	55
8.4.1. Medidores de nivel.....	56
8.4.2. Válvulas .....	56
<b>9. DISEÑO DE EQUIPOS</b> .....	<b>57</b>
9.1.Listas de equipos.....	57
9.1.1.Lista de separadores.....	58
9.1.2.Lista de tuberías unidad 0100.....	59
9.1.3.Lista de tuberías unidad 0200.....	60
9.1.4.Lista de tuberías unidad 0300.....	61
9.2.Hojas de especificaciones.....	63
9.2.1.Separador de grasas H-0101.....	64
9.2.2.Decantador H-0102.....	65
9.2.3.Línea 1 (unidad 0100).....	67
9.2.4.Línea 2 (unidad 0100).....	68
9.2.5.Línea 3 (unidad 0100).....	69
9.2.6.Línea 4 (unidad 0100).....	70
9.2.7.Línea 5 (unidad 0100).....	71
9.2.8.Línea 6 (unidad 0100).....	72
9.2.9.Línea 7 (unidad 0100).....	73
9.2.11.Decantador H-0202.....	74
9.2.12.Línea 1 (unidad 0200).....	76
9.2.13.Línea 2 (unidad 0200).....	77
9.2.14.Línea 3 (unidad 0200).....	78

9.2.15.Línea 4 (unidad 0200).....	79
9.2.16.Línea 5 (unidad 0200).....	80
9.2.17.Línea 6 (unidad 0200).....	81
9.2.18.Línea 7 (unidad 0200).....	82
9.2.19.Línea 8 (unidad 0200).....	83
9.2.20.Línea 9 (unidad 0200).....	84
9.2.21.Línea 10 (unidad 0200).....	85
9.2.22.Línea 11 (unidad 0200).....	86
9.2.23.Separador de grasas H-0301.....	87
9.2.24.Línea 1 (unidad 0300).....	88
9.2.25.Línea 2 (unidad 0300).....	89
9.2.26.Línea 3 (unidad 0300).....	90
9.2.27.Línea 4 (unidad 0300).....	91
9.2.28.Línea 5 (unidad 0300).....	92
9.2.29.Línea 6 (unidad 0300).....	93
9.2.30.Línea 7 (unidad 0300).....	94
9.2.10.Separador de grasas H-0201.....	95
10. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	97
OTROS APARTADOS:	
11. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	101
11.1.Balance .....	101
11.1.1.Capital fijo inmovilizado .....	101
11.1.2.Costes variables .....	102
11.1.3.Análisis de sensibilidad .....	105

12. SEGURIDAD.....	107
12.1. Identificación de riesgos en las instalaciones.....	107
12.1.1. Equipo eléctrico .....	107
12.1.2. Nivel de ruido.....	108
12.2. Medida de seguridad contra las fugas .....	108
12.3. Equipos de protección del personal .....	109
12.4. Equipos de seguridad.....	110
12.4.1. Elementos de seguridad pasiva.....	110
12.4.2. Mantenimiento y revisiones.....	111
13. IMPACTO AMBIENTAL .....	115
13.1. Estudio de efluentes .....	115
13.1.1. Residuos sólidos.....	115
13.1.2. Efluentes líquidos.....	116
13.2. Minimización de los efluentes .....	116
13.3. Tratamiento de los residuos .....	117
13.3.1. Líquidos .....	117
13.4. Impacto visual.....	117
14. SERVICIOS .....	119
14.1. Agua .....	119
14.2. Electricidad.....	119
15. LEGISLACIÓN Y NORMAS .....	121
15.1. Legislación relativa a seguridad e higiene.....	121
15.2. Legislación relativa a medioambiente.....	122
15.2.1. General.....	122
15.2.2. Aguas y efluentes.....	123

15.2.3.Residuos sólidos.....	124
15.3.Legislación relativa a infraestructuras y edificación.....	124
15.4.Legislación relativa a instalaciones mecánicas.....	125
15.4.1.Instalaciones de agua.....	125
15.5.Legislación relativa a instalaciones eléctricas.....	125
15.6.Instrucciones técnicas complementarias.....	126
16. SOSTENIBILIDAD.....	127
16.1.Sostenibilidad social.....	127
16.2.Sostenibilidad medioambiental.....	128
16.3.Sostenibilidad económica.....	129
16.4.Riesgos para la sostenibilidad.....	129
17. DISTRIBUCIÓN DE TAREAS.....	131
18. BIBLIOGRAFÍA .....	133
ANEXOS	
Anexo I. Cálculos justificativos.....	137
A.I.1. Balances de materia.....	137
A.I.2. Diseño de equipos unidad 0100.....	143
A.I.2.1. Separador de grasas H-0101 .....	143
A.I.2.2. Decantador H-0102 .....	144
A.I.2.3. Cámara de compostaje H-0103A/B.....	148
A.I.2.4. Sistema de infiltración en el terreno H-0104A/B .....	150
A.I.2.5. Cálculo de tuberías .....	151
A.I.2.6. Diseño de arquetas.....	156
A.I.3. Diseño de equipos unidad 0200.....	158
A.I.3.1.Separador de grasas H-0201.....	158
A.I.3.2.Decantador H-0202.....	160



A.I.3.3.Cámara de compostaje H-0203A/B.....	164
A.I.3.4.Filtro verde H-0204A/B.....	165
A.I.3.5.Cálculo de tuberías.....	168
A.I.3.6.Diseño de arquetas.....	174
A.I.4.Diseño de equipos unidad 0300.....	176
A.I.4.1.Separador de grasas H-0301.....	176
A.I.4.2.Laguna facultativa H-0302.....	178
A.I.4.3.Lagunas aerobias H-0303 y H-0304.....	181
A.I.4.4.Cálculo de tuberías.....	182
A.I.4.5.Diseño de arquetas.....	187
Anexo II. Cálculo servicios.....	191
A.II.1.Cálculo tuberías .....	191
A.II.2. Diseño terma solar .....	192
Anexo III. Coste de los equipos .....	197
A.III.1.Coste equipos unidad 0100.....	197
A.III.2.Coste equipos unidad 0200.....	202
A.III.3.Coste equipos unidad 0300.....	209
Anexo IV. Planos .....	215
A.IV.1.Diagramas de flujo	
A.IV.2.P&I	
A.IV.3.Planos constructivos	
A.IV.4.Diagramas de implantación	



## **1. RESUMEN**

El objetivo del Proyecto Fin de Carrera es el dimensionado de sistemas de depuración de aguas residuales domésticas para escuelas rurales en la provincia de Quispicanchi (Perú). Los sistemas de depuración deben basarse en tecnologías apropiadas, de modo que sean sostenibles social, económica y ambientalmente.

Las aguas residuales a tratar en estos sistemas de depuración tienen dos procedencias distintas: aguas residuales de la zona de cocinas y aguas residuales de la zona higiénico-sanitaria.

Las primeras son sometidas a un pretratamiento, consistente en una separación de grasas, antes de añadirse a las aguas sanitarias, para discurrir posteriormente, de forma conjunta, por el resto de etapas de depuración.

La siguiente fase es un tratamiento primario, consistente en una decantación, para conseguir la eliminación física de la materia orgánica e inorgánica en suspensión; la cual se separa en forma de fangos, que deben retirarse periódicamente y trasladarse a un sistema de compostaje, para su transformación en compost desodorizado, desactivado y desinfectado, reutilizable como abono.

Posteriormente, las aguas residuales, procedentes de la decantación, son trasladadas a un tratamiento secundario, para conseguir la eliminación biológica de materia orgánica y microorganismos patógenos.

En el proyecto se realiza una evaluación simplificada del impacto ambiental que concluye que el impacto sobre la naturaleza es muy leve, incluso en algunos aspectos resulta positivo.

Es importante el estudio de la seguridad de las instalaciones y adoptar las medidas necesarias para que el trabajo se realice sin riesgos. En este tipo de instalaciones los riesgos no son importantes. Se realiza un programa de

mantenimiento para asegurar que los equipos funcionen correctamente y evitar accidentes laborales.

Por último se lleva a cabo un análisis económico preliminar del proyecto que pone de manifiesto que la inversión inicial es pequeña y está cubierta por aportaciones públicas y de las ONGs implicadas en el proyecto.

Para comprobar la viabilidad económica se analizan los costes de mantenimiento, no incluidos en la inversión inicial, y que deben ser aportados en parte por los beneficiarios. Este análisis incluye un programa de desarrollo económico con el objetivo de mejorar el poder adquisitivo de las comunidades beneficiarias y evitar que las cuotas de mantenimiento supongan una carga para su economía.

## **2. ANTECEDENTES GENERALES**

### **2.1 ACCESO UNIVERSAL A SERVICIOS BÁSICOS: SANEAMIENTO<sup>[1]</sup>**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido como uno de los derechos fundamentales de todo ser humano “el disfrute del grado máximo de salud posible”.

Considera la salud como un estado completo de bienestar físico, mental y social, y fija el nivel de salud por el grado de armonía que exista entre el hombre y el medio que sirve de escenario a su vida.

La contaminación de las aguas es uno de los factores importantes que rompe la armonía entre el hombre y su medio tanto a corto, como a medio y largo plazo; por lo que la prevención y lucha contra ella constituye en la actualidad una necesidad de importancia prioritaria.

Sin embargo, según estimaciones de la propia Organización Mundial de la Salud plasmadas en el *Informe sobre la Evaluación del Abastecimiento y Saneamiento en 2000* existe una situación preocupante a escala mundial en relación con el acceso al agua potable y al saneamiento; las conclusiones más relevantes de este Informe son:

La cobertura a nivel mundial del abastecimiento de agua es de un 82 %, siendo el 94 % la correspondiente a las áreas urbanas y 71 % en las rurales. Por su parte, la cobertura del saneamiento alcanza el 60 %, siendo el 86 % en las zonas urbanas y de tan solo el 30 % en las rurales.

Las coberturas anteriores tienen una variación espacial importante, de forma que mientras que en América del Norte y Europa están por encima del 96 % en abastecimiento y 92 % en saneamiento, en el conjunto de África, Asia, América Latina y el Caribe, los valores anteriores bajan al 91 % y 80 %, respectivamente.

A pesar de esto, a principios del año 2000, la sexta parte de la población mundial – 1 100 millones de personas -, carecían de acceso a un abastecimiento

de agua potable, mientras que dos quintas partes – 2 400 millones de personas -, no disponían de un sistema de saneamiento.

La mayoría de estas personas viven en Asia y África, de tal forma que más de la mitad de la población asiática carece de sistemas de saneamiento adecuados y dos de cada cinco africanos no dispone de la posibilidad de acceder a agua potable.

Los servicios rurales están muy retrasados con respecto a los urbanos: la cobertura de saneamiento en el medio rural no llega a la mitad de la de las zonas urbanas, aunque en torno al 80 % de las personas que carecen de saneamiento – 2 000 millones de personas -, habitan en zonas rurales.

Las figuras siguientes (Fig.2.1 y 2.2), tomadas del citado Informe de la OMS, reflejan la variación espacial en el mundo de la cobertura del abastecimiento y saneamiento; se puede comprobar que la situación con respecto al saneamiento es peor que la del abastecimiento, especialmente en Asia y África.

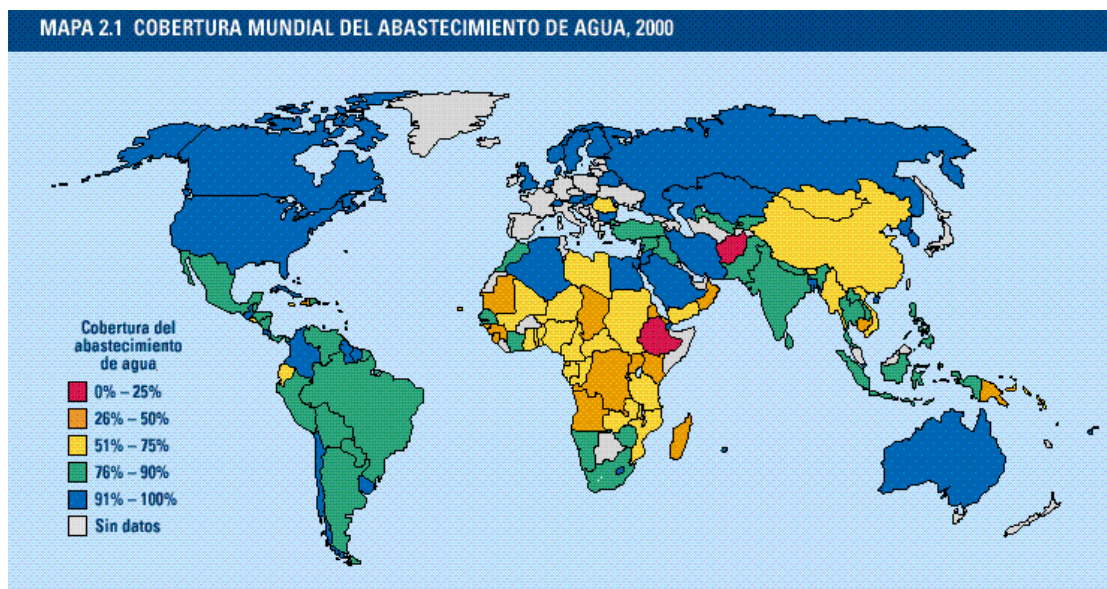


Figura 2.1: Cobertura mundial del abastecimiento en el año 2000.

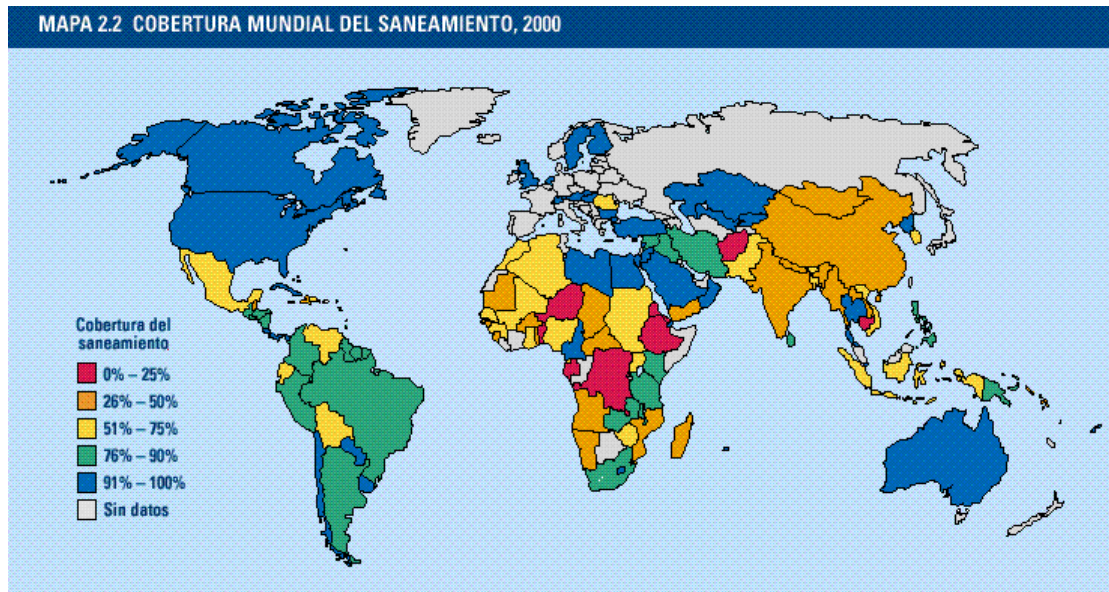


Figura 2.2: Cobertura mundial del Saneamiento en el año 2000.

Las deficiencias en el abastecimiento y saneamiento tienen consecuencias directas con la salud de las personas, de tal forma que se puede asegurar que una mejora en estos sistemas redonda inmediatamente en la calidad de vida de las personas; el mero hecho de poder lavarse las manos con agua y jabón puede reducir a la tercera parte la transmisión de enfermedades intestinales.

En los países en vías de desarrollo, la diarrea es una de las causas más importantes de mortandad infantil. Cada año mueren en el mundo más de 2 millones de personas, de los cuales el 90 % son niños; muchas de estas muertes están motivadas por la presencia de una sola bacteria, denominada *Shigella*, que causa disentería y diarreas. Sin embargo, estos efectos pueden ser controlados y reducidos drásticamente hasta la cuarta parte mediante una higiene apropiada, la disponibilidad de agua potable y un saneamiento adecuado.

Cerca de 300 millones de seres padecen la malaria y, tan solo en el África subsahariana, ocasiona más de un millón de muertes al año, la mayoría de niños menores de cinco años. En torno a los 200 millones de personas están infectados por esquistosomiasis, aunque según la OMS, la disponibilidad de sistemas de saneamiento y abastecimiento conseguirían reducirla en un 77 %. También es reseñable el hecho de que unos 6 millones de personas padecen ceguera debido al tracoma, siendo unos 500 millones en el mundo los que están expuestos a esta

enfermedad que se podría reducir a la cuarta parte sin más que disponiendo de agua potable.

Conscientes de esta realidad, los organismos internacionales con competencia en el agua, reunidos en 2000 en La Haya con motivo del Segundo Foro Mundial sobre el Agua, asumieron unos objetivos indicativos a medio plazo, destinados a resolver la problemática planteada; en concreto se aceptó reducir a la mitad, antes de 2015, la proporción de personas sin acceso a sistemas de abastecimiento y saneamiento y proveer a toda la población mundial de abastecimiento y saneamiento antes de 2025.

## **2.2 PROYECTOS DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO<sup>[2]</sup>**

### **2.2.1 ¿Qué es un Proyecto de Cooperación para el Desarrollo?**

De manera precisa, la agencia de cooperación alemana (GTZ) propone la siguiente definición:

"Se entiende por proyecto (de desarrollo) una tarea innovadora que tiene un objetivo definido, debiendo ser efectuada en un cierto periodo, en una zona geográfica delimitada y para un grupo de beneficiarios; solucionando de esta manera problemas específicos o mejorando una situación(...) La tarea fundamental es capacitar a las personas e instituciones participantes para que ellas puedan continuar las labores de forma independiente y resolver por sí mismas los problemas que surjan después de concluir la fase de apoyo externo".

Los Proyectos se diferencian de acciones de otro tipo cuyo fin es el Desarrollo (como medidas macroeconómicas, préstamos o créditos, etc.) en su aspecto localizado y concreto; y en el conocimiento previo de los *beneficiarios* directos de la acción, las comunidades en las que se desarrollan las acciones y, en definitiva, todos los actores que intervienen en la concepción, diseño y ejecución



de la acción o acciones. Realmente al referirse a "beneficiarios" se debe considerar también como tales a las sociedades tradicionalmente consideradas como "donantes".

En los Proyectos de Cooperación, y esta es la primera gran diferencia respecto a los proyectos que se ejecutan en el entorno de los países industrializados tal y como los entienden los técnicos del Norte, el *objeto* del Proyecto *no son las realizaciones materiales en sí mismas*. Los ingenieros y profesionales de la ciencia y tecnología están acostumbrados a que el fin de los proyectos que se realizan "aquí" sea la materialización de una serie de instalaciones, infraestructuras, edificaciones, etc. Por ello, toda la actividad proyectual desde su inicio está orientada por y para el *objeto* del proyecto. En los Proyectos de Cooperación, por contra, las "realizaciones materiales permanentes" (obras, infraestructuras, etc.) no son el fin del proyecto. *El fin del Proyecto es la consecución de una serie de objetivos que lleven al objetivo general de paliar una falta de desarrollo o promover el mismo*. Por ello, todo el ciclo del Proyecto de Cooperación para el Desarrollo *está orientado por Objetivos* y para la consecución de los mismos. Ha de abandonarse, pues, desde el principio, la idea de que los Proyectos de Cooperación consisten en la ejecución de una serie de obras o de infraestructuras sin más, y es necesario concebir éstas como medios que se utilizan en algunos casos para contribuir a la consecución de los objetivos preestablecidos.

La primera consideración importante que debe hacerse al plantear el objetivo general de los Proyectos de Cooperación es que "Desarrollo" no es un término unívoco. No existe un consenso al respecto y los puntos de vista acerca de "a dónde queremos llegar" han ido variando en los últimos años.

Desde 1987, tras la elaboración del Informe Brundtland, se introduce un concepto clave para la concepción actual del Desarrollo: el carácter de *Sostenibilidad* que ha de tener el mismo. Este Desarrollo ha de ser Sostenible en dos aspectos. En primer lugar, el Desarrollo ha de ser un proceso que *no deteriore el medio ambiente*. En segundo lugar, ha de ser tal que garantice la regeneración de los recursos consumidos de manera que *no ponga en peligro la subsistencia de*

*generaciones futuras*. Fundamentalmente tras la Cumbre de Río (1992), la conciencia de que el Crecimiento y el Desarrollo tiene unos límites marcados por las posibilidades del Planeta, se encuentra plenamente asumida incluso por los Gobernantes del mundo industrializado (aunque en cuanto a medidas concretas para conseguir esa Sostenibilidad no se haya alcanzado apenas).

Por otro lado, *esta visión obliga a abandonar el paradigma de la sociedad industrializada como modelo de desarrollo al que tender*, al quedar claro que es imposible que este modelo de desarrollo (con el consumo energético, de materias primas y recursos naturales que conlleva) se extienda de manera generalizada a todo el Mundo. Debe estarse muy atento, pues, a la hora de diseñar y realizar Proyectos de Cooperación de no exportar inconscientemente este modelo de desarrollo occidental.

Así pues, el Desarrollo que se trata de promover *tendrá por objetivo favorecer el desarrollo humano (educación, salud, promoción efectiva de la mujer, medio ambiente...), superar desigualdades y erradicar situaciones de pobreza, disminución de las dinámicas de dependencia de los pueblos, asegurar y ampliar los derechos humanos y consolidar la paz*. Este proceso de Desarrollo no puede imponer limitaciones al desarrollo de otras culturas, y *debe basarse en la participación ciudadana y contribuir a aumentar el papel de la sociedad civil y los procesos participativos de ésta*.

Y, por supuesto, este proceso de Desarrollo que se pretende iniciar, promover, apoyar o potenciar en los Proyectos de Cooperación debe ser, como principio ineludible, *sostenible*, porque este proceso ha de preservar el entorno (medio ambiente), así como garantizar la regeneración de los recursos consumidos de manera que no se ponga en peligro la supervivencia del planeta ni la subsistencia de generaciones futuras. A pesar de que los Proyectos de Cooperación sean acciones puntuales, no puede por ello dejar de pensarse en la sostenibilidad de lo que se hace, pues con los Proyectos de Cooperación se pretende además *buscar y ofrecer alternativas de desarrollo* y, por tanto, debe intentarse que los procesos que se inicien o apoyen sean generalizables a todo el Mundo.

### 2.2.2 ¿Qué es Cooperación?

Para enmarcar los principios que han de regir la *manera* de plantear y llevar a cabo los Proyectos de Cooperación es necesario reflexionar y clarificar qué se entiende por Cooperación.

Según la Real Academia Española, Cooperar significa “Obrar juntamente con otro u otros para un mismo fin”. Significa, pues, realizar todas las tareas, desde el inicio del Proyecto, “codo con codo” y de igual a igual entre las comunidades participantes y sus interlocutores.

La Cooperación debe ser concebida como un *intercambio* basado en la *Solidaridad*, con el consiguiente *beneficio mutuo: cultural, medioambiental y humano*. La propia definición de la Real Academia Española resalta que este obrar en conjunto supone perseguir la consecución de un mismo fin. Este matiz refleja perfectamente la visión de que el desarrollo no es algo que debe preocupar únicamente a las comunidades más desfavorecidas o en situación más precaria: el desarrollo (fin común) atañe por igual a ambas comunidades, pues la situación de ambas es interdependiente.

Hay que *rechazar* por lo tanto *cualquier enfoque paternalista*, cualquier enfoque que parta de una posición de superioridad o de una concepción, muy extendida por otro lado, según la cual “nosotros que lo sabemos todo, vamos a enseñar a los que no saben nada a ser como nosotros”. Es muy importante asumir este planteamiento de intercambio de igual a igual. Los enfoques paternalistas no solo responden a planteamientos inaceptablemente etnocentristas; son además una insultante falta de respeto, y han dado lugar, por otro lado, a fracasos estrepitosos en acciones de cooperación e incluso a impactos verdaderamente negativos.

Fruto de todo lo dicho, en las acciones de Cooperación *las comunidades beneficiarias deben ser los protagonistas de su propio Desarrollo: tienen que participar activamente en las acciones de cooperación*. Han de solicitar en primer

lugar la colaboración, y su implicación en el desarrollo del proyecto ha de ser total. Este punto se ha revelado como fundamental para garantizar el éxito a largo plazo del proyecto; son múltiples las experiencias en proyectos de cooperación que han fracasado por no haber sido asumidos como algo propio por parte de los beneficiarios. Es muy habitual que los Proyectos de Cooperación respondan en realidad a las necesidades de las organizaciones de apoyo, y que los protagonistas reales de las acciones sean los miembros de estas organizaciones (en el caso de envíos de voluntarios de Norte es muy habitual).

Por y para todo ello, es fundamental colaborar con ONGs y grupos de base locales, mucho mejor conocedores de su realidad, problemas, potencialidades y perspectivas que las ONGDs del Norte. De lo contrario es muy habitual asumir implícitamente una actitud paternalista en los Proyectos de Cooperación. Partir de su realidad y sus problemas supone a veces un verdadero esfuerzo a las organizaciones del Norte. Los diagnósticos realizados por sus técnicos, aún estando metodológicamente bien realizados, chocan a veces con las prioridades identificadas y demandadas por los propios beneficiarios. ¿Qué hacer entonces? *La actitud de cooperar significa no imponer las soluciones o diagnósticos realizados.*

Esta actitud *supone establecer un diálogo mutuo* donde las sugerencias de las organizaciones de apoyo del Norte se ofrecen como alternativas. Ciertamente es que esta visión “desde fuera” tiene la virtud a veces de objetivar las visiones subjetivas de los protagonistas principales. No obstante, deben primar siempre las demandas de los beneficiarios. Es la única manera de garantizar la sustentabilidad del proyecto.

Por otro lado, es estrictamente necesario respetar y valorar la cultura de los pueblos, teniéndola en todo momento presente en las acciones de cooperación. En este sentido es fundamental estudiar los posibles impactos negativos sobre los aspectos socioculturales que puede tener cualquier acción de cooperación. Una de las raíces de las dinámicas de “no desarrollo” es precisamente la pérdida de la identidad cultural de las comunidades como consecuencia de la explotación sostenida durante generaciones y generaciones. *“Lo primero que los pueblos requieren para desarrollarse es creer en sí mismos, en la potencialidad de su*

*propio ser, de su propia cultura*”, en palabras de Hugo Fernández (CIPCA, Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, de Bolivia). Así pues, un Proyecto de Cooperación ha de promover o potenciar un proceso de desarrollo “*a partir de “ y “con” la cultura de los pueblos. . Solo así tendrá posibilidades de generarse y autosostenerse un proceso de desarrollo verdaderamente endógeno.*

### **2.2.3 El carácter integral de los Proyectos de Cooperación para el Desarrollo**

La primera cuestión que es necesario clarificar es que el concepto de integralidad no debe referirse únicamente a la actuación en varios ámbitos. Ha de contemplarse la integralidad fundamentalmente en la concepción del proyecto; desde este punto de vista, un proyecto integral puede no partir de una concepción integral de la realidad, y un proyecto temático puede partir de una concepción integral de la realidad.

Cuando se pretende incidir sobre una realidad es fundamental considerar que la realidad constituye en sí misma un sistema complejo.

Si se entiende por *Sistema* “aquel conjunto de elementos interrelacionados entre sí que coexisten dentro de un entorno”, se puede afirmar que los Proyectos de Cooperación para el Desarrollo tratan de incidir sobre una realidad que es, en sí misma, un sistema de gran complejidad. El número de elementos que conforman esta realidad es muy elevado (considerando como elementos interrelacionados todos los actores sociales y colectivos que lo conforman; las administraciones locales o la presencia del estado sobre el terreno; los agentes y elementos del ámbito productivo: microempresas, mercados, subsectores... ; el ámbito de la educación y de la salud; las infraestructuras y el entorno medioambiental; problemáticas locales y potencialidades...). Estos elementos *endógenos* se ven fuertemente afectados por los elementos del entorno (*exógenos*) en el que coexisten (administración y políticas estatales, estructuras y coyunturas macroeconómicas, comercio internacional, climatología...).

Por ello, cuando se trabaja en la identificación de potenciales proyectos de desarrollo, es fundamental considerar esta perspectiva sistemática, independientemente de que en último término el proyecto sea una actuación puntual y limitada. Es muy habitual en la práctica de la concepción de Proyectos de Cooperación partir directamente de una actuación puntual (una capacitación, una ejecución de infraestructura, una asesoría...). Aún en estos casos, el punto de partida debe ser el análisis y diagnóstico de la realidad considerándola como un “todo” donde las relaciones entre los diferentes elementos que la componen son múltiples y complejas. Será esta la única manera de enmarcar las actuaciones, por puntuales que sean, con un sentido lógico en cuanto a la pretensión de fomentar un proceso de desarrollo y alejarse del peligro de ser acciones meramente asistenciales.

#### **2.2.4 El factor tecnológico en los Proyectos de Cooperación para el Desarrollo**

Fundamentalmente, tras la era de optimismo respecto a la tecnología y la confianza depositada en la misma como solución a los problemas de la humanidad tras la guerra de Vietnam, el debate sobre la repercusión de la utilización de la alta tecnología como contrario a los sistemas democráticos (la gran mayoría de la población no puede participar en las decisiones de qué tecnologías se emplean y cuándo), se volvió más intenso.

Las decisiones en este ámbito se toman, de hecho, de “arriba a abajo”. Ni el sistema político y económico mundial ni los sistemas políticos locales han servido a las mayorías, impidiéndoles el acceso a información acerca de las decisiones sobre la tecnología y no permitiéndoles una participación en tales decisiones. Este problema es especialmente palpable en el caso de las comunidades más empobrecidas. Los nexos de unión entre los pocos ingenieros, ejecutivos de grandes y medianas empresas y políticos que toman las decisiones son extremadamente débiles.

Las iniciativas de diversos grupos y pensadores acerca de una tecnología a pequeña escala y descentralizada, no contaminante y que utilice los recursos del lugar (tecnologías blandas), preocupados por promover alternativas tecnológicas y políticas de desarrollo basadas en un punto de vista diferente han sido tradicionalmente tachadas de retrógradas y antiprogresistas. Hoy, estos mismos grupos han llegado a la conclusión de que el problema no tiene una solución exclusivamente tecnológica: la solución consiste en procesos conexos e interrelacionados con el desarrollo (educación, descentralización, reformas agrarias, estrategias agrícolas e industriales apropiadas, etc.).

### **2.2.5 Tecnologías Apropriadas en Proyectos de Cooperación para el Desarrollo**

En el marco general descrito anteriormente, se inscribe el concepto de Tecnología Apropiada. Este concepto surge en la década de los 60, en el ámbito de los proyectos de desarrollo en el Tercer Mundo, como respuesta a los grandes fracasos e impactos producidos por la implementación de soluciones tecnológicas occidentales en las comunidades del mismo.

Esta preocupación por encontrar medios de solucionar necesidades de manera que respeten las tradiciones locales (técnicas y culturales), que puedan ser sostenidas y mantenidas por las comunidades, que fomenten los potenciales endógenos de las mismas en vez de mutilarlos (empleando las propias capacidades y apoyando la asunción como propios del proceso de desarrollo), que respeten el medio ambiente y la regeneración natural de los recursos, y que incorporen la participación de los propios beneficiarios en la decisión de aplicar una u otra tecnología, es la que supone la génesis y desarrollo de las Tecnologías Apropiadas (tanto conceptualmente como de tecnologías apropiadas concretas).

La Tecnología Apropriada es un concepto, pues amplio, cuya definición es compleja por la gran cantidad de elementos que encierra. Entre las diversas propuestas se destacan las siguientes:

- *“(...)Es aquella que utiliza principalmente los recursos naturales de un país o región en desarrollo, adaptándose a las disponibilidades de capital y energía y a características de mano de obra tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Esto significa que en cada área geográfica habrá que actuar de una manera diferenciada y que las soluciones para cada una de ellas serán difícilmente extrapolables sin un conocimiento profundo de la nueva situación”.*
- *“Lo que la Tecnología Apropriada representa es un intento de encontrar un tipo de progreso o industrialización en relación a los requerimientos de una determinada comunidad: de encontrar unos balances entre la producción grande y a pequeña escala”.*

Estas definiciones destacan claramente una de las causas fundamentales de los fracasos e impactos negativos: el considerar que soluciones tecnológicas válidas en un entorno lo serán en cualquiera. En el extremo, pueden llegar a implantarse directamente las soluciones tecnológicas empleadas en los países industrializados, apropiadas (en su caso) para los mismos, pero muy lejos de serlo en las comunidades del Sur. Pero, además, las soluciones apropiadas para una determinada comunidad del Sur pueden (y gran parte de los casos así es) no serlo para otras comunidades incluso del mismo país o región.

Así pues, para que una tecnología sea apropiada *debe estar necesariamente referida a una comunidad concreta. No se puede decir que, en general, una tecnología es apropiada, pues la apropiación hace referencia a una comunidad y a un entorno determinado.* No obstante, puesto que algunas tecnologías son apropiadas para muchos casos, suele referirse a ellas de una manera genérica como “tecnología apropiada”.



Una tendencia generalizada es identificar las Tecnologías Apropriadas con tecnologías simples y con utilización intensiva de mano de obra, así como con las tecnologías autóctonas tradicionales, y no siempre es así. Una idealización abusiva de las tecnologías tradicionales es tan poco conveniente como la exportación de tecnologías externas. Una tecnología puede ser apropiada y ser endógena o exógena, tradicional o moderna. Un ejemplo claro lo constituyen algunas fuentes de energía alternativas como la solar fotovoltaica. La aplicación de esta tecnología puede ser extremadamente inapropiada en unos casos y totalmente apropiada en otros, siendo además tecnología punta. Lo que sí es evidente es que la potenciación de las tecnologías de bases más tradicionales tiene mayores garantías de sostenibilidad y apropiación, así como mayor efecto sinérgico en el desarrollo de los recursos (humanos, materiales y culturales). A menudo, la solución más óptima es la que combina técnicas y recursos tradicionales con técnicas y tecnologías modernas (tecnologías intermedias). Hay que prestar especial atención en estos casos a la capacitación y formación de los usuarios en el funcionamiento, mantenimiento e implantación de estas tecnologías.

Un aspecto fundamental para considerar las tecnologías apropiadas es el carácter de promoción de un desarrollo sostenible además de endógeno. Desde este punto de vista, las Tecnologías Apropriadas deben incorporar necesariamente en componente medioambiental. Teniendo en cuenta este componente, hay muchas tecnologías tradicionales que no pueden ser consideradas como apropiadas porque su impacto ambiental o consumo de recursos por encima de la capacidad de regeneración del medio es elevado. Ahora bien, no puede olvidarse que una tecnología, por muy sostenible y apropiada que parezca, no lo será si no produce un aumento de los ingresos de los beneficiarios (en el caso productivo) o una mejora notoria de su situación (en otros casos, como el de infraestructuras o energético).

Así pues, dada una necesidad no cubierta o cubierta deficientemente en una determinada comunidad y para cuya satisfacción es necesario el uso o introducción de una tecnología, habrá que buscar entre el espacio de posibles soluciones tecnológicas aquella que contemple todos los elementos mencionados:

dimensión medioambiental y sociocultural (comunitaria). Sólo así podrá considerarse apropiada.

Recogiendo todos los aspectos tratados anteriormente, a continuación se recogen los principales elementos o dimensiones que deben recoger una tecnología para ser considerada como apropiada:

Una Tecnología Apropiada debe ser:

- Una tecnología planeada, desarrollada o escogida por los usuarios locales para satisfacer sus necesidades inmediatas y a medio y largo plazo para aumentar su producción, productividad o bienestar.
- Una tecnología que no genera (o al menos no aumenta) dependencias externas de materias primas, energía, repuestos, conocimientos ni subvenciones.
- Una tecnología que integra los conocimientos y los recursos sociales, económicos y tecnológicos de los usuarios; que potencia el empleo de recursos locales (materias primas, mano de obra, creatividad, sabiduría tradicional).
- Una tecnología que puede promover y reforzar el papel de las organizaciones locales para que puedan tomar más control en la opción tecnológica y en su gestión.
- Una tecnología que funcionará de manera fiable (realizará las funciones para las que fue pensada o diseñada).
- Una tecnología que los habitantes y las organizaciones locales podrán mantener, gestionar, seguir y proporcionar, sin intervenciones externas.
- Una tecnología compatible y respetuosa con las tradiciones, gustos y cultura de los usuarios.
- Una tecnología que evita las grandes inversiones de capital.

## **2.3 CONTEXTO DEL PROYECTO<sup>[3]</sup>**

Este proyecto de fin de carrera se engloba dentro del Proyecto de Cooperación para el Desarrollo titulado: “*Mejora del Saneamiento Básico con Perspectiva de Género en Escuelas Rurales*”, que se llevará a cabo en la provincia de Quispicanchi, departamento de Cuzco, en Perú, con la participación de las ONGs : Fe y Alegría Perú, Prosalus e Ingeniería Sin Fronteras.

Un objetivo específico de este Proyecto de Cooperación es mejorar las infraestructuras en saneamiento básico en escuelas rurales para mejorar el acceso y permanencia de las niñas en la escuela primaria, adecuando esta a la realidad de su condición de mujer.

Para ello se prevé la construcción de módulos sanitarios con diferenciación de género, en las escuelas que no dispongan de ellos y, en aquellas que cuenten con saneamiento, la mejora y adecuación del mismo, teniendo en cuenta la diferenciación de género.

El cuidado del medio ambiente es otro aspecto importante de este Proyecto de Cooperación, para lo cual se dotará a las escuelas rurales de sistemas adecuados de depuración de aguas residuales.

En el año 1.996 las estadísticas señalaban que, en las escuelas rurales de esta zona, solamente en 1º y 2º grados existía un equilibrio práctico en la relación de matrículas de niños y niñas. A partir de ahí la brecha se iba abriendo en estas proporciones: 56% y 44% en tercer grado, hasta llegar en sexto grado a la diferencia de un 84% de niños y un 16% de niñas en la matrícula anual.

En el año 2.002 se mantiene el equilibrio en los dos primeros grados. Casi se ha cerrado en 3º y 4º grados, con una matrícula de 53% y 47% respectivamente, y se ha logrado un avance notable en quinto grado (56% y 44%) y sexto grado, que ya tiene un 61% y 39% respectivamente. El problema pues ha mejorado pero todavía tiene un largo camino que recorrer.

La razón del desequilibrio que todavía existe en la permanencia de las niñas en las escuelas, especialmente en los último grados se debe, entre otras causas, a la falta de adecuación de la escuela a la realidad de su condición de mujer. La mayoría de las escuelas no cuentan con servicios higiénicos adecuados, tienen por lo mucho alguna letrina consistente en muchos casos en un solo ambiente para toda la escuela y sin desagüe adecuado, por lo que se suelen convertir en nuevos y peores centros de infección y de contaminación de enfermedades.

Hay que notar además, que dentro del problema al que se quiere atacar, no hay servicios higiénicos que contemplen la diversidad de género.

## **2.4 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO<sup>[4]</sup>**

Quispicanchi es una de las veintitrés provincias de la región Inca, al sur del Perú. Provincia oriental del departamento de Cusco, está ubicada entre 13°05'57" y 13°56'57" de latitud sur y entre 70°23' y 71°49'46" de longitud oeste, y por su extensión (7862.6 Km<sup>2</sup>) es la segunda provincia del departamento.



Fig. 2.3. Mapa situación Perú.



Fig.2.4. Mapa situación departamento de Cuzco.



Fig.2.5. Mapa situación provincia Quispicanchi.

Aparentemente, la extensión de la provincia y su transversalidad presentan una oferta ambiental ventajosa, que permite satisfacer las necesidades de su población. No obstante, el análisis de los indicadores económicos muestra que la provincia pertenece a un estrato de pobreza muy crítica.

Ext.Territorial	Km <sup>2</sup>	%	Hab.	%
<b>Perú</b>	1285215.60	100.00	22639443	100.00
<b>Región Inka</b>	172741.06	13.44	1284490	5.67
<b>Región Inka</b>	172741.06	100.00	1284990	100.00
<b>Cusco</b>	71891.97	41.62	1028763	80.09
<b>Cusco</b>	71891.97	100.00	1028763	100.00
<b>Quispicanchi</b>	7862.60	10.94	75853	7.37

Tabla 2.1. Datos Geopolíticos de Quispicanchi. 1993.

	Ingreso Mensual <sup>+</sup>	Analfabetismo (%)	Agua Potable (%)	Mortalidad Infantil <sup>++</sup>	Población Rural (%)
<b>Quispicanchi</b>	45.11	52.15	27.94	170.50	71.55
<b>Prom.Estrato Social</b>	50.63	54.36	19.43	145.41	78.73
<b>Promedio Nacional</b>	100.00	19.17	64.29	87.10	34.97

<sup>+</sup>Respecto del promedio nacional.

<sup>++</sup>Mortalidad infantil: Número de muertes de menores de 5 años por cada mil habitantes.

Tabla 2.2. La pobreza en la provincia de Quispicanchi en 1993.

Se puede dividir la provincia en 3 Zonas Altitudinales o “Pisos Ecológicos”, con microclimas y características topográficas diversas. Cada uno de estos “Pisos” significan igualmente unidades culturales, socioeconómicas y alimentarias propias.

- La zona más baja está constituida por estrechos valles interandinos con suelos de relativa profundidad y topografía variada (8 a 20% de pendiente). Las precipitaciones arrojan un promedio de 450 mm por año, siendo el promedio

de temperatura de 12.5 °C; la zona se denomina “piso ecológico Quechua”, con una amplitud de rango altitudinal de 3098 a 3500 m.s.n.m.

Esta zona se caracteriza por los cultivos mayoritarios de maíz: y el sistema cultural, económico y de alimentación derivados de ello.

- Una zona intermedia, con suelos someros o poco profundos de pendiente pronunciada (25 a más de 70% de pendiente), precipitaciones similares a la anterior aunque de mayor frecuencia, y temperaturas promedio de 10 a 12 grados. Esta zona se denomina “piso ecológico Suni”, y se caracteriza por una producción de cereales y pequeños bosques, en su mayoría de eucaliptos. Produce también algo de maíz y patata.
  
- El tercer piso ecológico se denomina “zona de Puna”, con temperaturas promedio cercanas a los 10 grados, precipitaciones entre los 350 a 700 mm, y se define el clima como árido, semi húmedo y húmedo. La topografía es llana, de lomadas y extensas planicies de suelos profundos y superficiales, con una vegetación de pastos significativos.  
La producción principal en las zonas limítrofes con la zona “Suni” es la patata. Igualmente, en las zonas más altas es significativa la importancia de la producción pecuaria de alpacas y ovejas.

Se ha elegido una comunidad perteneciente a cada uno de los tres “Pisos Ecológicos” para estudiar las tecnologías más apropiadas ,en cuanto a la depuración de aguas residuales, que se pueden aplicar en cada zona.

Para el estudio de la “zona de Puna” se ha elegido la comunidad de Tinki, en la cuenca del río Mapacho, más concretamente en la subcuenca del Tinkimayo, situada en la zona centro de la provincia de Quispicanchi.

Tinki<sup>[3]</sup> es una comunidad rural de 567 habitantes, localizada a 4100 metros sobre el nivel del mar. Las principales actividades productivas que desarrolla su población son la agricultura y la ganadería, ambas de subsistencia. Los servicios con los que cuenta la comunidad son: carretera afirmada estacionaria que comunica con Urcos (capital de la provincia), red eléctrica con

servicio continuo, transporte público escaso con camión o autobús, agua entubada procedente de un manantial de alta montaña (no potable) y letrinas comunitarias.

No disponen de recogida de basuras ni alcantarillado, lo que provoca la aparición de enfermedades infecciosas; tampoco disponen de teléfono.

La escuela del pueblo acoge a 306 alumnos, está construida a 80 metros de un río relativamente caudaloso, tanto en la época de lluvias como en la estación seca y no cuenta con servicios higiénicos.

Para el estudio de la “zona Suni”, la comunidad elegida ha sido Ccatca, situada también en la cuenca del río Mapacho, en la subcuenca del Ccatcamayo.

Ccatca<sup>[4]</sup> está situada a 3700 metros sobre el nivel del mar. Las principales actividades productivas de su población (562 habitantes) son la agricultura y ganadería de subsistencia, y el comercio.

Los servicios con los que cuenta la comunidad son: carretera afirmada, red eléctrica de servicio continuo, transporte público con camión o autobús, agua entubada no potable, letrinas comunitarias, alcantarillado, teléfono público y puesto médico. No disponen de recogida de basuras.

La escuela del pueblo cuenta con 338 alumnos, está situada relativamente cerca de un río estacionalmente seco y dispone de servicios higiénicos, aunque estos no se encuentran en muy buenas condiciones.

Para el estudio de la “zona Quechua” se ha elegido la comunidad de Andahuaylillas, situada en la cuenca del Vilcanota, subcuenca del Manccomayo. Esta comunidad se encuentra a 3100 metros sobre el nivel del mar y cuenta con una población de 2137 habitantes, dedicados en su mayoría a la agricultura y ganadería de subsistencia, y al comercio.

Los servicios con los que cuenta la comunidad son: carretera asfaltada, red eléctrica de servicio continuo, transporte público, agua potable, letrinas, alcantarillado, teléfono público y puesto médico. No tienen recogida de basuras.

La escuela del pueblo acoge 780 alumnos, se encuentra a cierta distancia de un río estacionalmente muy seco y dispone de servicios higiénicos adecuados, pero no cuenta con un sistema de depuración de aguas residuales, las cuales se vierten directamente al río.



### **3. OBJETIVOS Y VIABILIDAD.**

#### **3.1 OBJETIVO**

El objetivo del Proyecto Fin de Carrera es el dimensionado de sistemas de depuración de aguas residuales domésticas para escuelas rurales en la provincia de Quispicanchi (Perú). Los sistemas de depuración deben basarse en tecnologías apropiadas, de modo que sean sostenibles social, económica y ambientalmente.

#### **3.2 JUSTIFICACIÓN**

Hay varios motivos que favorecen la promoción del Proyecto, entre los que destacan:

- Mejora en los niveles de salud de los beneficiarios, ya que la ausencia de saneamiento adecuado en las escuelas rurales de la zona considerada provoca la aparición de enfermedades infecciosas.
- Promoción de una cultura de cuidado al medioambiente. En las comunidades beneficiarias no existe tradición en cuanto a la gestión de residuos. El proyecto tiene una componente importante de sensibilización sobre este tema.
- Avance en la introducción y permanencia de las niñas en la escuela rural, al desarrollarse infraestructuras que tienen en cuenta la diferenciación de género.

#### **3.3 VIABILIDAD**

##### **3.3.1 Viabilidad técnica**

Algunas de las tecnologías de bajo coste consideradas (infiltración, filtro verde) no tienen una aplicación muy extendida. Sin embargo se han publicado numerosos estudios sobre ellas por parte de universidades, centros científicos, organismos internacionales, etc. Lo cual demuestra su viabilidad técnica.

Los demás sistemas seleccionados son utilizados frecuentemente en unidades de depuración de aguas residuales domésticas, por lo que su viabilidad técnica está suficientemente comprobada.

### **3.3.2 Viabilidad económica**

La viabilidad económica de la planta queda patente tras un análisis económico previo. Los costes de inversión inicial no son elevados y quedan cubiertos por aportaciones de dinero público y privado (procedente de las ONGs que intervienen en el proyecto).

Para que las instalaciones sean sostenibles económicamente hay que tener en cuenta los costes de mantenimiento, que deben ser cubiertos por las autoridades locales y por los beneficiarios, ya que no se incluyen en la inversión inicial. El diseño de los sistemas según tecnologías de bajo coste implica que estos son de mantenimiento sencillo y barato.

En el proyecto se incluye un programa de desarrollo económico con el objetivo de mejorar el poder adquisitivo de las comunidades beneficiarias y evitar que las cuotas de mantenimiento de los sistemas supongan una carga para su economía.

### **3.3.3 Viabilidad legal**

No se han encontrado impedimentos legales que impidan la realización del proyecto por lo que se considera viable desde el punto de vista legislativo.

No obstante el proceso debe someterse a una serie de disposiciones legales aplicables a las instalaciones, tanto en el diseño como en la construcción y operación. En el apartado de legislación y normas del presente proyecto aparecen dichas normativas.

## 4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Las aguas residuales de origen doméstico o aguas negras son aquellas que transportan contaminantes de los siguientes tipos: materia orgánica, inorgánica y microorganismos. La finalidad del tratamiento de aguas residuales es la eliminación de estos contaminantes y se lleva a cabo mediante<sup>[1]</sup>:

- separación de cuerpos sólidos y materias orgánicas.
- mineralización o estabilización de los desechos putrescibles y su posterior separación.
- eliminación o reducción de agentes patógenos.

A groso modo pueden diferenciarse cuatro fases en la depuración de las aguas residuales.

La primera o *pretratamiento* consiste en la eliminación mecánica de sólidos de gran tamaño, cuerpos flotantes, arenas y grasas.

La segunda o *tratamiento primario* consiste en la separación física de limos y arcillas en suspensión, materia orgánica en suspensión y microorganismos.

La tercera fase o *tratamiento secundario* consiste en la eliminación biológica de materias en suspensión y materia orgánica más finas y microorganismos.

La cuarta fase o *postratamiento* consiste en la eliminación de microorganismos patógenos.

Debido a las características de la zona analizada: aislamiento, pobreza, carencia de servicios básicos, ... se buscarán sistemas que cumplan los siguientes objetivos<sup>[2]</sup>:

- Garantía de no contaminar los recursos hidráulicos.
- Funcionamiento lo más natural posible.
- Evitar automatismos o sofisticaciones, que pudieran requerir mano de obra más cualificada, o fuertes dependencias de empresas exteriores.
- Exigencia de mano de obra reducida.

- Bajo consumo energético y máxima independencia de fuentes energéticas exteriores.
- El sistema debe ser adecuado a los requerimientos medioambientales, teniendo en cuenta de forma importante las condiciones de vertido.

Con estos objetivos se justifica la necesidad de observar los procesos de autodepuración de la naturaleza para constituir sistemas lo más naturales posibles, optimizando los procesos para obtener los mismos resultados que la naturaleza, pero en menos espacio y menos tiempo. Así surgen las denominadas “tecnologías de bajo coste”, buscando copiar los fenómenos naturales y sus procesos, reduciendo al máximo la acción del hombre y evitando consumos energéticos no naturales.

#### **4.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PRETRATAMIENTO**

Para la eliminación de los elementos gruesos como primera fase de depuración se proponen los siguientes dispositivos<sup>[3]</sup>:

- *Rejillas*

Para separación de trapos, cuerdas, plásticos, trozos de madera, etc., se utilizan rejillas metálicas gruesas con abertura entre barras de 20 mm. Las rejillas se colocan, en general, formando un plano inclinado de 70°, con las barras orientadas según la dirección de la corriente. Los materiales retenidos se separan manualmente.

- *Separadores de Grasas*

Consisten en arquetas alargadas con sección en forma de artesa y un área superficial importante en relación con la sección de conducción. La salida del agua es por la parte inferior de la arqueta, estando situado el conducto de salida por debajo del nivel de la superficie libre del agua en la arqueta. Las grasas se retiran periódicamente.

- *Areneros*

Consisten en arquetas en las que la conducción se ensancha a fin de disminuir la velocidad del agua y el fondo se sitúa por debajo del nivel de la conducción, a fin de retener la arena. Se dimensionan de forma que el agua la atraviese con una velocidad ligeramente inferior a 0.2 m/s para que se deposite la arena pero no la materia orgánica en suspensión. De esta forma las arenas retenidas son relativamente limpias, sin malos olores. La arena se retira periódicamente.

La alternativa elegida, para las tres comunidades estudiadas en el proyecto, es el Separador de Grasas, ya que los sistemas de desagüe considerados son separativos, no se incluyen las aguas procedentes de escurrería, por lo que no se esperan grandes cantidades de arena ni elementos gruesos, y sí grasas procedentes, sobre todo, de las cocinas de las escuelas rurales.

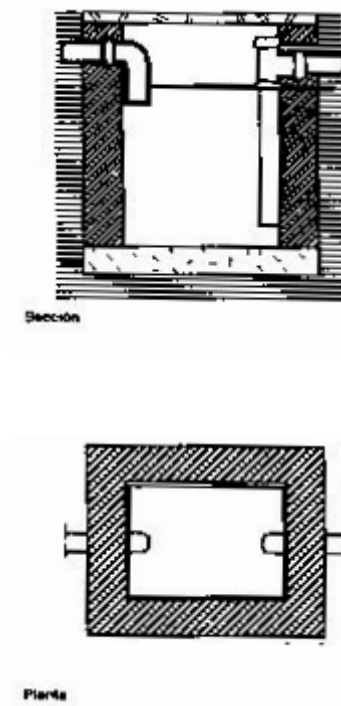


Figura 4.1. Cámara de Grasas.

## **4.2. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO**

Las alternativas consideradas para la segunda fase de depuración son<sup>[3]</sup>:

### *- Fosa Séptica*

Consiste en una cámara cerrada, de forma generalmente rectangular, que puede estar dividida en varios compartimentos, mediante tabiques verticales. Por un extremo entran las aguas brutas y por otro salen las aguas tratadas. Va provista de un conducto de ventilación para salida al exterior de los gases producidos por la fermentación.

Los fenómenos que se desarrollan en una fosa séptica son de tipo físico y biológico, por lo que se podría considerar también como un elemento de tratamiento secundario.

El fenómeno físico más importante que se produce es una decantación, que permite separar del líquido una parte de las materias que transporta. Los compuestos ligeros flotan y se acumulan en la superficie para formar una capa. Los más pesados sedimentan y forman un depósito en la parte inferior de la fosa. El principal fenómeno biológico es una fermentación, la cual disminuye la cantidad de lodos, que en su mayor parte son compuestos orgánicos naturales de origen vegetal o animal. Este fenómeno se debe a los microorganismos presentes en las aguas residuales, sobre todo bacterias, hongos y protozoos. Los procesos biológicos producidos son muy complejos. Los fermentos segregados por las bacterias, atacan los compuestos orgánicos y los transforman en compuestos más simples, solubles en agua.

Cuando el caudal de entrada del afluente a la fosa es débil, la separación de las materias en suspensión se desarrolla en buenas condiciones. Por el contrario, cuando el caudal de llegada a la fosa es importante, el depósito de lodos puede ser movido y permanecer en suspensión y el líquido que sale de la fosa puede estar relativamente cargado. Estos riesgos serán más limitados con la utilización de una fosa séptica de dos compartimentos o tres.

Los rendimientos de depuración de este sistema son:

Rendimiento eliminación DBO<sub>5</sub> = 35%

Rendimiento eliminación SST = 60%

- *Tanque de decantación-digestión*

Está formado por tres cámaras bien diferenciadas:

Cámara de Grasas; dispuesta de tal forma que pueda recoger las materias más ligeras que lleva el agua residual.

Cámara de Decantación; ocupa la parte superior del tanque y está diseñada de tal forma que, las materias caen a la cámara de digestión a través de unas aberturas.

Cámara de Digestión; recibe los sólidos sedimentables presentes en el agua residual y se encuentra situada en la parte más baja del tanque. En ella la materia orgánica es fermentada por un proceso de digestión anaerobia, debido a los microorganismos presentes en el agua residual, logrando una cierta mineralización.

Los rendimientos de depuración de este sistema son similares a los de la fosa séptica, pero es poco utilizado debido a los malos olores que pueden producirse.

- *Tanque de Decantación Primaria.*<sup>[4]</sup>

El objetivo fundamental de la decantación primaria es la eliminación de los sólidos sedimentables. La mayor parte de las sustancias en suspensión en las aguas residuales no pueden retenerse, por razón de su tamaño o densidad, en las rejillas, desarenadores y cámaras de grasas, ni tampoco pueden separarse por flotación por ser más pesadas que el agua.

La reducción de la velocidad de corriente por debajo de un determinado valor (en función de la eficacia deseada en la decantación), es el fundamento de la eliminación de un 60% de las materias en suspensión del influente. Al depositarse estas partículas de fango, arrastran en su caída una cierta cantidad de bacterias, con lo que se alcanza también en este tipo de tratamiento una reducción de la DBO<sub>5</sub> y una cierta depuración biológica.

Sirven como decantadores todos los depósitos que sean atravesados con velocidad suficientemente lenta y de forma adecuada por el agua a depurar. La exigencia, sin embargo, de separar fácil y rápidamente las partículas sedimentadas de las aguas clarificadas ha conducido a ciertas formas especiales.

Los elementos fundamentales de todo decantador son:

Entrada del afluente; deben proyectarse de forma que la corriente de alimentación se difunda homogéneamente por todo el tanque desde el primer momento.

Vertedero de salida; su nivelación es muy importante para el funcionamiento correcto de la clarificación y, por otro lado, para no provocar el levantamiento de los fangos sedimentados.

Características geométricas; las relaciones entre ellas deben ser las adecuadas para la sedimentación de los tipos de partículas previstas. Su forma puede ser rectangular, cuadrada o circular.

La alternativa seleccionada, para Tinki y Ccatca, es el tanque de Decantación Primaria; en este sistema prácticamente no tiene lugar fermentación de la materia orgánica, con lo cual no desprende gases y es más seguro en cuanto a su explotación y mantenimiento. Se prefiere obtener un rendimiento de eliminación de DBO<sub>5</sub> menor a cambio de un mayor grado de seguridad, ya que la explotación y mantenimiento del sistema se llevarán a cabo por personal no cualificado.

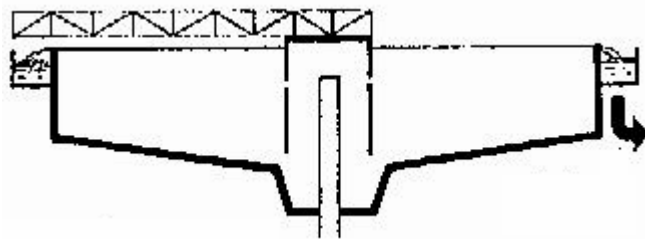


Figura 4.2. Tanque de Decantación Primaria

En el caso de Andahuaylillas, al tratarse de una instalación para una población mucho mayor que las otras dos, se selecciona un sistema totalmente distinto, que se explica en el apartado siguiente.

### **4.3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO**



Las aguas residuales, a la salida del tratamiento primario, contienen una cierta carga orgánica y sólidos en suspensión, por ello se conducirán a una fase de depuración biológica complementaria.

Las alternativas consideradas para esta fase de depuración son:

- *Lecho Bacteriano*<sup>[4]</sup>

Es un sistema de depuración biológica de aguas residuales en el que la oxidación se produce al hacer circular, a través de un medio poroso, aire y agua residual. La circulación del aire se realiza de forma natural o forzada, generalmente a contracorriente del agua.

La materia orgánica y sustancias contaminantes del agua son degradadas en una película biológica compuesta por microorganismos, que se desarrollan alrededor de los elementos constitutivos de la masa porosa que son el material soporte de la película. Esta película no debe tener más de 3 mm de espesor ya que no se puede asegurar la acción del oxígeno en espesores mayores. La película se forma por adherencia de los microorganismos al material soporte y a las partículas orgánicas.

La película biológica está constituida principalmente por bacterias autótrofas (fondo) y heterótrofas (superficie), hongos (*Fusarium*), algas verdes y protozoos. También se encuentran en el interior del lecho animales más evolucionados como gusanos, larvas de insectos, caracoles y limacos.

Siguiendo las características de “tecnologías de bajo coste”, consideradas en este proyecto, el lecho será de baja carga y consiste en un depósito lleno de árido, de un tamaño entre 3 y 8 mm. Las aguas deben distribuirse de manera uniforme por toda la superficie, y la ventilación se realiza por convección natural.

Los rendimientos de depuración de este sistema son altos, cercanos al 90%, tanto en eliminación de DBO<sub>5</sub>, como en SST, DQO, nitrógeno amoniacal y microorganismos patógenos (Coliformes Fecales).

- *Infiltración en el terreno*<sup>[5]</sup>

La infiltración directa sobre el terreno de aguas residuales es una alternativa viable a los métodos convencionales de depuración, especialmente eficaz en el caso de pequeños núcleos de población cuyos vertidos no presentan componente industrial y, por tanto, son biodegradables. El principal factor limitante en este tipo de instalaciones de tratamiento y depuración son las características físico-químicas del suelo que ha de actuar como lecho filtrante, pues este ha de cumplir unas condiciones mínimas de permeabilidad y capacidad de depuración.

Los mecanismos principales que tienen lugar en estos sistemas son<sup>[6]</sup>:

Filtración superficial; las materias en suspensión quedan retenidas en el macizo filtrante y, con ellas, una parte de la contaminación orgánica.

Oxidación; el medio granular constituye un reactor biológico, un soporte de gran superficie específica, sobre la cual se fijan y se desarrollan las bacterias aerobias responsables de la oxidación de la contaminación disuelta (DQO, nitrógeno orgánico y amoniacal).

La aireación está asegurada por una convección a partir del desplazamiento de las láminas de agua, en el caso de alimentación superficial, y una difusión del oxígeno desde la superficie de los filtros y las chimeneas de aireación, hacia el espacio poroso, en el caso de alimentación subterránea.

La oxidación de la materia orgánica se acompaña por un desarrollo bacteriano, que debe ser regulado con el fin de evitar el atasco biológico interno del macizo filtrante, y el desprendimiento episódico de la biomasa, que son inevitables cuando las cargas aplicadas son importantes. La autorregulación de la biomasa se obtiene gracias a la implantación de varios macizos independientes alimentados en alternancia. Durante las fases de “ayuno” (o de no alimentación), el desarrollo de las bacterias en situación de “ayuno” se reduce al máximo por depredación, desecación,... Estas fases de reposo no deben ser demasiado largas, con el fin de que los procesos depuratorios puedan reanudarse rápidamente, desde la nueva fase de alimentación. La gestión controlada del desarrollo bacteriano evita la colocación de una obra específica de separación del agua y el lodo.

El dispositivo de alimentación de las unidades de infiltración debe asegurar una distribución uniforme del influente (con el fin de utilizar toda la superficie disponible) y la homogeneidad de las cargas hidráulicas unitarias. Si la alimentación se hace mediante aportaciones secuenciales, se produce una difusión

de aire entre dos sueltas, que permite mantener una concentración importante de oxígeno en el filtro.

El macizo filtrante está constituido generalmente por arena, que puede ser añadida o arena de dunas in situ. También puede ser el propio suelo in situ, si su granulometría es adecuada. Esta debe cumplir con algunas características precisas con el fin de establecer un compromiso entre el riesgo de atasco (granulometría demasiado fina) y el paso demasiado rápido (granulometría demasiado gruesa).

Los rendimientos de depuración para este tipo de sistemas son algo superiores a los del lecho bacteriano, sobre todo en la eliminación de DBO<sub>5</sub> y DQO (95%) y en cuanto al nitrógeno orgánico (60%).

Existen distintos sistemas de infiltración en el terreno<sup>[3]</sup>:

Zanjas Filtrantes; consisten en una arqueta de reparto provista de un sistema de compuertas que permite repartir el efluente a una serie de pozos de registro, de los que salen las zanjas filtrantes, una por pozo. Las zanjas están rellenas de un árido permeable que aloja en su interior una conducción dotada de juntas abiertas, a veces se emplea un tubo perforado, para favorecer la salida del efluente al terreno.

Pozos Filtrantes; consisten en una arqueta de reparto provista de un sistema de compuertas que permite repartir el efluente a una serie de pozos filtrantes. Estos pozos se hacen de obra y van rellenos de un árido permeable. Tienen permeables el fondo y las paredes en su parte inferior.

Filtros de Arena; consisten en una arqueta de reparto provista de un sistema de compuertas que permite repartir el efluente a una serie de pozos de registro. De cada uno de estos pozos sale un colector que conduce las aguas a unas zanjas rellenas de árido permeable que rodean la conducción, que está dotada de juntas abiertas, o bien es un tubo perforado, a fin de favorecer la salida del efluente al terreno.

Se colocan lechos de arena por debajo de las zanjas anteriores y por los espacios entre ellas, a fin de favorecer el efecto drenante.

Inmediatamente debajo de esta capa de arena, otras zanjas rellenas de árido y con conducciones perforadas están dispuestas perpendicularmente a las anteriores. Su

misión es recoger las aguas y, mediante un colector que une las conducciones, proceder a su vertido, reutilización o llevarlas a otra fase de depuración.

En las regiones en las que el nivel de las aguas subterráneas permanece constantemente próximo a la superficie del suelo, o donde la naturaleza del subsuelo (por ejemplo, los terrenos rocosos) es desfavorable para la construcción de los sistemas de evacuación hasta ahora descritos, se puede recurrir a los filtros de arena descubiertos<sup>[7]</sup>. En este sistema la alimentación se realiza directamente en la superficie del filtro.

- *Filtro Verde.*<sup>[8]</sup>

Es una instalación natural de depuración constituida por una superficie de terreno, en la que las aguas residuales son vertidas durante todo el año, consiguiéndose la depuración de los influentes a la vez que se favorece el crecimiento de especies vegetales.

La depuración de los influentes se basa en gran medida en acciones físicas (filtración), biológicas (degradación de la materia orgánica por microorganismos) y químicas (intercambio iónico entre el suelo y el agua y extracción de elementos químicos por la masa vegetal).

La especie vegetal a implantar deberá tener una importante capacidad de asimilación de nutrientes, rápido crecimiento, gran consumo de agua por transpiración, tolerancia a los suelos húmedos, escasa sensibilidad a los componentes del agua residual y unas exigencias mínimas de explotación. En base a estos requisitos, la especie más utilizada suele ser el álamo

El proceso se basa en que el suelo es en realidad un soporte de sales, aire, agua, microorganismos y las propias raíces de las plantas cuya acción conjunta provoca de una manera natural la depuración de los efluentes contaminados, a través de acciones físicas, químicas y biológicas, aprovechando a su vez el estado de saturación en que se encuentra el terreno para propiciar el desarrollo de plantas.

Acciones físicas:

La principal de estas acciones es la filtración, mediante la cual los sólidos en suspensión, presentes en el agua residual, quedan retenidos en los primeros centímetros del suelo.

La capacidad de infiltración depende de la granulometría y de la textura del suelo. Así, en un terreno arcilloso, de granulometría fina, la filtración será efectiva pero excesivamente lenta, mientras que en otro arenoso, altamente fisurado, ocurrirá lo contrario, alta velocidad de paso pero escasa retención particular. Es pues conveniente disponer de terrenos de permeabilidad media y textura franca, huyendo de suelos arcillosos y arenosos, con alto contenido en gravas o fisurados.

#### Acciones químicas:

En estas acciones juega un papel muy destacado la capacidad de intercambio iónico que tenga el suelo, así como el pH y las condiciones de aireación/encharcamiento que afectan a los procesos de óxido/reducción.

Las aguas residuales urbanas contienen calcio, nitrógeno, fósforo, magnesio, sodio, potasio y diversas sales como cloruros, sulfatos, etc.

Parte de estos elementos son asimilados por la vegetación para su propia nutrición, mientras que otros quedan libres y se incorporan al terreno.

Según las reacciones producidas pueden ocurrir fenómenos de fijación al suelo o de percolación, siendo arrastrados hasta los acuíferos.

#### Acciones biológicas:

La materia orgánica contenida en los influentes sufre un contacto con las bacterias aerobias presentes, también hay que tener en cuenta las actividades radiculares de las plantas establecidas en el filtro verde.

Las raíces de las plantas actúan como bombas aspirantes que extraen de la solución del suelo el agua y las sales minerales para su desarrollo. Parte de esta agua y estas sales procederán de los aportes de aguas residuales.

Las acciones de las bacterias se deben principalmente a hongos, algas y protozoos. Dichos microorganismos intervienen en la descomposición de la materia orgánica aportada por el agua residual, así como en el reciclaje de los elementos nutritivos.

Por otra parte, la conversión de un terreno en filtro verde, originará unas condiciones ambientales típicas, que darán origen a una biocenosis, en la que se establecerán, entre otras condiciones de “competición y antagonismo”.

Como consecuencia de estas interacciones se logra una elevada tasa de eliminación de los organismos patógenos aportados por el agua residual.

Con esta tecnología de depuración, el agua depurada no es reutilizable de forma inmediata, sino que se infiltra en el terreno y se incorpora a los acuíferos.

Los rendimientos de depuración de este sistema son bastante altos: 95% en eliminación de DBO<sub>5</sub>, DQO y SST; 88% en eliminación de nitrógeno total y 99% en eliminación de patógenos.

- *Lagunaje.*<sup>[9]</sup>

Es un sistema formado por varias balsas estancas dispuestas en serie y que basa la depuración del agua residual en la fotosíntesis. La capa de agua superior está expuesta a la luz, lo que permite la existencia de algas que producen el oxígeno necesario para el desarrollo y conservación de las bacterias aerobias, encargadas de la descomposición de la materia orgánica. El dióxido de carbono formado por las bacterias, así como sales minerales contenidas en las aguas residuales, permiten a las algas multiplicarse.

De este modo, hay una proliferación de dos poblaciones interdependientes: las bacterias y las algas, también llamadas microfitas. Este ciclo se automantiene siempre y cuando el sistema reciba energía solar y materia orgánica.

En el fondo de la balsa, donde la luz no penetra, se encuentran las bacterias anaerobias que degradan los sedimentos procedentes de la decantación de la materia orgánica. Se produce a ese nivel una liberación de dióxido de carbono y de metano.

La instalación de tres lagunas es frecuente: la primera permite la reducción de la carga contaminante carbonada, la segunda permite la reducción del nitrógeno y la tercera afina el tratamiento y reduce patógenos, por las especiales condiciones de iluminación, oxigenación y estrés nutritivo que sufren en su interior.

Tanto la segunda como la tercera laguna tienen una profundidad menor que la primera, llevándose a cabo en ellas el mismo proceso que en las capas superiores de la primera.

Los rendimientos de depuración de este sistema son altos: 90% en eliminación de DBO<sub>5</sub> y DQO; 95% en eliminación de SST; 70% en eliminación de nitrógeno total y 99% en eliminación de patógenos.

La alternativa elegida para Tinki ha sido infiltración sobre el terreno, con alimentación subterránea (tipo zanja), pero considerando el propio suelo in situ como macizo filtrante. Para mejorar la aireación se dispondrán chimeneas, homogéneamente repartidas, por toda la superficie de infiltración.

Se ha elegido esta alternativa por no necesitar elementos añadidos, como medio filtrante (áridos o arena); y la alimentación es subterránea para evitar malos olores, insectos, congelación del agua debido a heladas...; también por razones estéticas, que podrían dificultar la aceptación social de un sistema con alimentación superficial, y por seguridad, ya que la instalación se encuentra en las proximidades de una escuela.

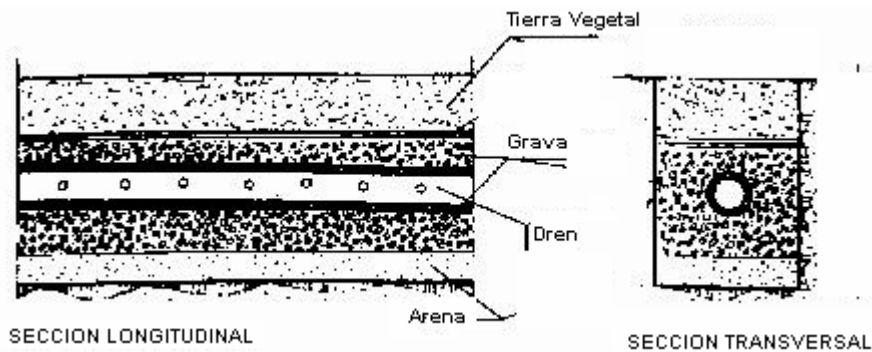


Fig. 4.3. Zanjas Filtrantes.

Para Ccatca se ha seleccionado el Filtro Verde debido a la existencia en la zona de bosques y suelo con vocación forestal. También se han considerado las posibilidades de explotación maderera de los árboles que componen el sistema, lo que permitirá mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad.

Otro factor positivo es el ambiental, ya que se contribuye a la repoblación forestal de la zona y al enriquecimiento del suelo. Se ha escogido como cultivo el álamo, en vez de eucaliptos o pinos (más abundantes en la zona) debido a que estos últimos favorecen la erosión y el desgaste del terreno.

Por último, para Andahuaylillas, se ha seleccionado un sistema de lagunaje. Debido al gran número de alumnos de la escuela en esta comunidad, no es factible técnica ni económicamente la adopción de un lecho bacteriano, mientras que se necesitaría un complejo sistema de tuberías en el caso de elegir infiltración en el terreno. Al no tener constancia de que existan bosques o terreno forestal en la zona, la opción del filtro verde también se ha descartado.

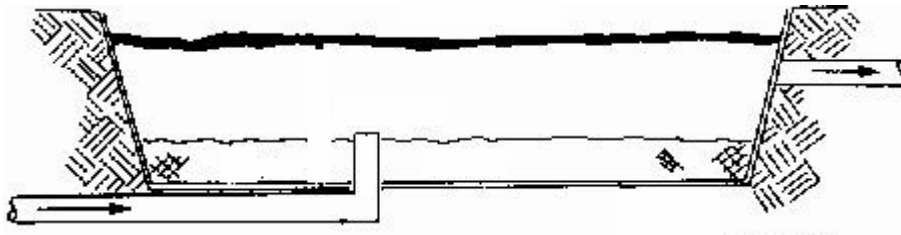


Fig. 4.4. Lagunaje.

#### **4.4. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE POSTRATAMIENTO**

En esta fase se produce la eliminación de microorganismos patógenos. La disponibilidad de nutrientes orgánicos, aparte de determinados factores ambientales, condiciona la supervivencia de los microorganismos. Así pues, para obtener una reducción máxima de éstos, habrá que proyectar las instalaciones de depuración con el objetivo de eliminar en todo lo posible la materia orgánica y prever un tiempo suficiente para que los propios microorganismos queden destruidos<sup>[1]</sup>.

En los sistemas analizados en el apartado anterior se consiguen eliminaciones de patógenos elevadas, por este motivo no se contempla diseñar una instalación de posttratamiento. Las alternativas elegidas en la fase de depuración secundaria ofrecen un rendimiento suficientemente elevado para cumplir con la legislación vigente sobre vertido de aguas residuales a cauces.



#### **4.5. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE FANGOS**

En los procesos de depuración de aguas residuales, las aguas se han visto desprovistas de los sólidos en suspensión. En el tratamiento primario, se produce por fenómenos meramente físicos una separación de parte de los sólidos debido a su densidad. Es preciso pensar en un tratamiento de fangos, que se denomina *digestión*, tanto para el aprovechamiento de los lodos como para su eliminación. En el proceso de digestión se pretende disminuir las materias volátiles, mineralizar la materia orgánica y concentrar los lodos.

La digestión de lodos puede ser anaerobia o aerobia:

- *Digestión anaerobia*<sup>[4]</sup>

En este tipo de digestión de fangos, la descomposición de la materia orgánica por las bacterias se produce en ausencia de aire. El oxígeno necesario para su desarrollo lo obtienen del propio alimento.

En la digestión anaerobia, los materiales de descomposición pasan por varios procesos: licuefacción, gasificación y mineralización, obteniéndose un producto final inerte con liberación de gases.

Durante la gasificación, estos productos se convierten en gases, cuyos principales componentes son el metano y el dióxido de carbono. Finalmente, la materia orgánica soluble es también descompuesta.

- *Digestión aerobia o compostaje*<sup>[10]</sup>

En este proceso de descomposición aerobia, la materia fresca se degrada bajo la acción de la flora microbiana, convirtiendo las sustancias iniciales en un compost desodorizado, desactivado y desinfectado.

Las condiciones que normalmente se estiman para un buen proceso son:

Degradación correcta de los nutrientes, lo cual conlleva una oxidación que produce materia orgánica inerte, dióxido de carbono y agua.

Para que se produzca esta degradación habrá que favorecer la existencia de oxígeno (condiciones aerobias), el desalojo del dióxido de carbono y el drenaje del agua o la extracción del vapor. Por otro lado, conforme los sólidos sean menos voluminosos (mayor superficie específica), el contacto con la flora microbiana y

el aire será mayor. Si no se cumplieren estas premisas, se impediría la correcta degradación, apareciendo condiciones anaerobias que potenciarían la aparición de insectos y olores sépticos. El exceso de fluidos deberá estar controlado, en tanto su aumento reduciría la superficie específica de contacto entre materia y aire.

Con respecto al pH, éste determina la supervivencia de los microorganismos, pues se necesitaría de una reacción alcalina para el funcionamiento del proceso.

La proporción existente entre carbono y nitrógeno (C/N) deberá estar comprendida entre 20 y 30 para que se cumplan las condiciones idóneas. Esta relación indica la capacidad mineralizadora del nitrógeno. Los microorganismos presentes en la degradación de la materia orgánica necesitan carbono para obtener energía, y nitrógeno para la síntesis de sus propias proteínas.

Otra de las circunstancias significativas en el proceso de producción de compost es la relativa a la seguridad higiénico-sanitaria. Es indiscutible que el producto final deberá estar totalmente libre de cualquier microorganismo previsiblemente patógeno.

En el proceso de compostaje, los microorganismos patógenos son inactivados por varias causas: adsorción, desecación, radiación, predación, competencia por los nutrientes con los microorganismos no patógenos y exposición a otras condiciones adversas.

Considerando aquellos microorganismos comúnmente utilizados como parámetros de contaminación (coliformes fecales), los tiempos de supervivencia en heces y lodos, en función de la temperatura (factor importante en la perduración microbiana patógena, pues se encuentran activos en gradientes de temperatura más bajos que los organismos degradadores) y en condiciones húmedas, varían entre los 5 y 20 días para climas templados (20-30°C) y 30-100 días en climas moderados (10-15°C).

Antes de proceder a la eliminación o a la estabilización de los fangos que se han separado del agua residual, es conveniente, y frecuentemente rentable, proceder a la eliminación del agua de los lodos purgados en los decantadores. Con esto se obtiene una reducción del volumen de fango a transportar o a tratar, con el consiguiente ahorro de volumen en los equipos de tratamiento de fangos.

La tendencia en pequeñas depuradoras, buscando el bajo coste, irá a la eliminación natural del agua, que se puede realizar en *tanques espesadores*, donde

el fango se separa del agua por gravedad, y en *eras de secado*, consistentes en balsas con lecho granular y fondo drenado, donde el agua se separa por gravedad y evaporación<sup>[4]</sup>.

La alternativa elegida para Tinki y Ccatca es el compostaje. Se ha desechado la digestión anaerobia por los problemas de seguridad, en su explotación y mantenimiento, que pueden surgir debido a los gases que se generan en este sistema (metano y dióxido de carbono). Debido a la complejidad de los sistemas de aprovechamiento de dichos gases, no se contempla esa posibilidad en este proyecto. Otra razón para no elegir la digestión anaerobia es que el clima frío de la zona en la que se pretende ubicar la instalación dificultaría la acción de las bacterias que actúan en dicho proceso.

El sistema de compostaje a instalar está formado por dos cámaras ventiladas, en las que se verterán los fangos y otras sustancias que mejorarán el proceso, como: cal, residuos orgánicos procedentes de las cocinas, restos vegetales, arena,... que ayudarán a la desecación de los lodos, aumentarán su relación C/N y su pH, impedirán olores y la proliferación de insectos.

La eliminación del agua se realizará mediante la adición de estas sustancias y construyendo el fondo de las cámaras con un sistema de drenaje, similar a las *eras de secado*, evitando así la utilización de un equipo específico para esta función.

El tiempo de utilización de cada cámara será de 3 meses, para asegurar la estabilización y desinfección de los lodos; tras este periodo se retirará el compost producido para su reuso como abono.

En el caso de Andahuaylillas, la producción de fango se realiza sobre todo en la primera laguna, debido a decantación física de la materia orgánica e inorgánica, pero el tiempo de residencia de estos fangos en el sistema es lo suficientemente elevado para proceder a su reutilización de forma directa, sin necesidad de tratamiento.

## **5. BASES DE DISEÑO**

### **5.1 DATOS DE PARTIDA Y REQUERIMIENTOS FINALES DEL PROCESO**

La alimentación de las tres instalaciones consideradas está formada por dos corrientes de aguas residuales distintas, una procedente de la zona de cocinas (aguas grises) y otra de la zona higiénico-sanitaria (aguas negras). En cuanto a las exigencias finales del proceso, se quiere conseguir la depuración de esas aguas residuales, de forma que se cumpla con la normativa legal sobre vertidos de Perú ( Decreto Supremo N° 007-83-A sobre el reglamento de la Ley General de Aguas de 1970), y se evite la contaminación del medio ambiente de la zona.

Debido a que la legislación de aguas de Perú sólo contempla límites de vertido si el cauce receptor se encuentra en una zona natural protegida, o si dicho cauce tiene usos de abastecimiento de agua potable, riego de vegetales,... características que no se dan en este caso, se ha tomado como referencia la directiva europea 91/271 del 21 de mayo de 1991 sobre aguas residuales urbanas. Esta directiva exige unos niveles mínimos de depuración de 70-90%, para el caso de la DBO<sub>5</sub>, 75% para la DQO y 70% para la SST, en pequeños núcleos de alta montaña.

Las instalaciones trabajarán de forma continua durante 11 meses al año, aprovechando el periodo de vacaciones para realizar las labores de mantenimiento que exijan la parada del sistema.

### **5.2 BALANCES DE MATERIA**

En cuanto a los balances de materia, se toman como punto de partida las corrientes de alimentación, de composición y caudal distintos, y se realizan

balances a cada una de las operaciones unitarias, teniendo en cuenta que son balances sencillos puesto que solamente se producen reacciones biológicas en las fases secundarias de depuración y en el tratamiento de fangos. Los balances se calculan mediante rendimientos experimentales.

No se han calculado balances de energía, ya que los únicos puntos de las instalaciones en los que se podrían considerar son aquellos en los que tienen lugar reacciones biológicas, y el intercambio de calor en ellos es muy pequeño.

Los balances de materia se presentan más detalladamente en el Anexo I.

### **5.3 DIMENSIONADO DE SEPARADORES DE GRASAS**

La superficie de los separadores de grasas se ha calculado teniendo en cuenta una velocidad de flotación de las partículas de grasa de 3 mm/s, valor típico tomado de la bibliografía.

Para calcular el volumen, se considera un tiempo de residencia de 5 minutos, suficiente para conseguir una adecuada separación de la grasa. Este dato también se ha tomado de la bibliografía.

### **5.4 DIMENSIONADO DE DECANTADORES**

Para el cálculo de la superficie de los decantadores se ha tenido en cuenta una velocidad de sedimentación de las partículas de materia orgánica presentes en el agua residual de 0.54 m/h, valor típico tomado de la bibliografía.

Para el volumen del tanque, se ha considerado un tiempo de residencia de 2.76 horas, valor calculado según la temperatura del agua, y suficiente para obtener un rendimiento del 60% en la separación de la materia orgánica.

## **5.5 DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE INFILTRACIÓN**

Para el cálculo de la superficie del sistema se ha tomado una carga hidráulica de 193 m/año, según las características de permeabilidad de este. Para evitar una sobrecarga del suelo, que reduciría el rendimiento de depuración del sistema, se ha supuesto una permeabilidad menor de la real y se ha dividido el sistema en dos balsas, que son alimentadas siguiendo un ciclo de riego y secado de 4 días.

## **5.6 DIMENSIONADO DEL FILTRO VERDE**

Para el cálculo de la superficie del sistema se ha tenido en cuenta una carga hidráulica de 0.05 m/semana y una carga orgánica de 10 g DBO<sub>5</sub> / m<sup>2</sup> /d, según valores tomados de la bibliografía. En una segunda fase de cálculo, se han considerado también factores climáticos como la temperatura y las precipitaciones en distintas épocas del año, además del tipo de planta elegido.

Para evitar una sobrecarga del suelo, que reduciría el rendimiento de depuración del sistema, se ha dividido el sistema en dos parcelas, que son alimentadas siguiendo un ciclo de riego y secado de 4 días.

## **5.7 DIMENSIONADO DE LAS CÁMARAS DE COMPOSTAJE**

Para el cálculo de las dimensiones de la cámara de compostaje, se ha tomado un tiempo de residencia de los fangos de decantación de 100 días, valor tomado de la bibliografía y suficiente para obtener un compost desinfectado y reutilizable como abono.

## **5.8 DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE LAGUNAJE**

Para el cálculo de la superficie de la primera laguna se han considerado factores climáticos como temperaturas, precipitaciones y radiación solar, en distintas épocas del año.

En el caso de la segunda y tercera lagunas, se ha tenido en cuenta un tiempo de residencia típico, de dos días para cada laguna, tomado de la bibliografía.

## **5.9 SERVICIOS GENERALES**

El único servicio considerado es agua para la limpieza de los equipos y la higiene del personal encargado de la explotación y el mantenimiento de las instalaciones.

## 6. DIAGRAMA DE BLOQUES

El diagrama de bloques de los sistemas de depuración de aguas negras considerados se presenta a continuación:

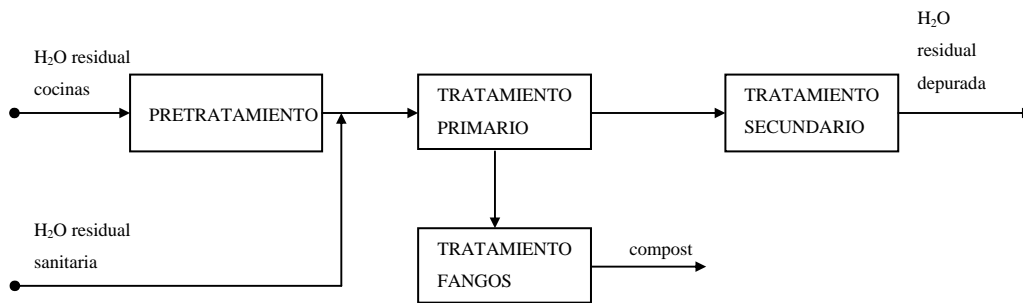


Figura 6.1. Diagrama de bloques.

### 6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Las aguas residuales a tratar en estos sistemas de depuración tienen dos procedencias distintas: aguas residuales de la zona de cocinas y aguas residuales de la zona higiénico-sanitaria.

Las primeras son sometidas a un pretratamiento, consistente en una separación de grasas, antes de añadirse a las aguas sanitarias, para discurrir posteriormente, de forma conjunta, por el resto de etapas de depuración.

La siguiente fase es un tratamiento primario, consistente en una decantación, para conseguir la eliminación física de la materia orgánica e inorgánica en suspensión; la cual se separa en forma de fangos, que deben retirarse periódicamente y trasladarse a un sistema de compostaje, para su transformación en compost desodorizado, desactivado y desinfectado, reutilizable como abono.



En la instalación de Andahuaylillas, este tratamiento de fangos está integrado en el sistema de decantación.

Posteriormente, las aguas residuales, procedentes de la decantación, son trasladadas a un tratamiento secundario, para conseguir la eliminación biológica de materia orgánica y microorganismos patógenos.

Por último, el efluente depurado es vertido a un cauce o al terreno.

## **7. DIAGRAMA DE FLUJO**

Los diagramas de flujo de las tres instalaciones se muestran en el anexo A.IV. La descripción de los mismos se detalla a continuación.

### **7.1 DESCRIPCIÓN DETALLADA UNIDAD 0100 (TINKI)**

El agua residual a depurar se introduce en el sistema en forma de dos corrientes, de características y procedencia distintas. La corriente **1**, de 0.078 m<sup>3</sup>/h, procedente de las cocinas de la escuela, es trasladada a la cámara H-0101, donde las grasas se separan por flotación. Dicha cámara está dimensionada para un tiempo de residencia de 5 minutos, y las grasas acumuladas en la superficie del agua (corriente **10**) son retiradas periódicamente y trasladadas a la cámara de compostaje H-0103 A/B.

La corriente **3**, de 0.44 m<sup>3</sup>/h, procedente de la zona higiénico-sanitaria, se une a la corriente **2** en una arqueta de registro, de la que parte la corriente **4**, de 0.52 m<sup>3</sup>/h, que es conducida al tanque de decantación primaria H-0102. En dicho tanque, dimensionado para un tiempo de residencia de 2.76 h, se produce la separación física de la materia en suspensión, generándose una corriente de fangos (**8**), de 3.12\*10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/h, que se acumulan en una poceta situada en la parte inferior del tanque. Los fangos son retirados diariamente y trasladados a la cámara de compostaje H-0103A/B, donde se les añaden aditivos para mejorar el proceso de digestión. Este proceso dura 3 meses, tras los cuales se obtiene un compost estabilizado, que puede reutilizarse como abono (corriente **9**).

La corriente de agua que sale del tanque decantador (**5**) circula hacia un sistema de infiltración en el terreno H-0104A/B, en el cual se produce la depuración biológica de la materia orgánica y la eliminación de microorganismos. Este sistema de infiltración está formado por dos balsas de similares dimensiones, cada una de las cuales es alimentada mediante dos canalizaciones subterráneas con perforaciones en su base.

La alimentación de agua residual se alterna entre las balsas, mediante un ciclo de riego y secado, de forma que una balsa es alimentada durante 4 días, tras los cuales se traslada la alimentación a la otra balsa, dejando que la primera sufra un proceso de secado para regular el crecimiento bacteriano del macizo filtrante, evitando su colapso biológico y el desprendimiento de biomasa.

Para ello, la corriente 5 es trasladada a una arqueta de distribución, de la que salen dos conducciones, cada una de las cuales se dirige a una balsa. En cada una de estas balsas, la corriente de alimentación se subdivide en dos, también mediante una arqueta de distribución, para que el macizo filtrante sea regado de la forma más homogénea posible.

Todo el sistema funciona por gravedad, aprovechando la pendiente del terreno y la presión de la columna de líquido en las arquetas, debida a la diferencia de nivel entre la entrada y la salida del agua en dichas arquetas.

## **7.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA UNIDAD 0200 (CCATCA)**

El agua residual a depurar se introduce en el sistema en forma de dos corrientes, de características y procedencia distintas. La corriente **1**, de  $0.086 \text{ m}^3/\text{h}$ , procedente de las cocinas de la escuela, es trasladada a la cámara H-0201, donde las grasas se separan por flotación. Dicha cámara está dimensionada para un tiempo de residencia de 5 minutos, y las grasas acumuladas en la superficie del agua (corriente **10**) son retiradas periódicamente y trasladadas a la cámara de compostaje H-0203 A/B.

La corriente **3**, de  $0.48 \text{ m}^3/\text{h}$ , procedente de la zona higiénico-sanitaria, se une a la corriente **2** en una arqueta de registro, de la que parte la corriente **4**, de  $0.57 \text{ m}^3/\text{h}$ , que es conducida al tanque de decantación primaria H-0202. En dicho tanque, dimensionado para un tiempo de residencia de 2.76 h, se produce la

separación física de la materia en suspensión, generándose una corriente de fangos (8), de  $3.42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$ , que se acumulan en una poceta situada en la parte inferior del tanque. Los fangos son retirados diariamente y trasladados a la cámara de compostaje H-0203A/B, donde se les añaden aditivos para mejorar el proceso de digestión. Este proceso dura 3 meses, tras los cuales se obtiene un compost estabilizado, que puede reutilizarse como abono (corriente 9).

La corriente de agua que sale del tanque decantador (5) circula hacia un filtro verde H-0204A/B, en el cual se produce la depuración biológica de la materia orgánica y la eliminación de microorganismos. Este sistema está formado por dos parcelas, con cultivo de álamos, de similares dimensiones, cada una de las cuales es alimentada mediante surcos de riego.

La alimentación de agua residual se alterna entre las parcelas, mediante un ciclo de riego y secado, de forma que una parcela es alimentada durante 4 días, tras los cuales se traslada la alimentación a la otra parcela, dejando que la primera sufra un proceso de secado para regular el crecimiento bacteriano del macizo filtrante, evitando su colapso biológico y el desprendimiento de biomasa.

Para ello, la corriente 5 es trasladada a una arqueta de distribución, de la que salen dos conducciones, cada una de las cuales se dirige a una parcela. En cada una de estas parcelas, la corriente de alimentación se subdivide en dos, también mediante una arqueta de distribución, para que el filtro verde sea regado de la forma más homogénea posible.

Todo el sistema funciona por gravedad, aprovechando la pendiente del terreno y la presión de la columna de líquido en las arquetas, debida a la diferencia de nivel entre la entrada y la salida del agua en dichas arquetas.

### **7.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA UNIDAD 0300 (ANDAHUAYLILLAS)**

El agua residual a depurar se introduce en el sistema en forma de dos corrientes, de características y procedencia distintas. La corriente **1**, de 0.197 m<sup>3</sup>/h, procedente de las cocinas de la escuela, es trasladada a la cámara H-0301, donde las grasas se separan por flotación. Dicha cámara está dimensionada para un tiempo de residencia de 5 minutos, y las grasas acumuladas en la superficie del agua (corriente **9**) son retiradas periódicamente.

La corriente **3**, de 1.1 m<sup>3</sup>/h, procedente de la zona higiénico-sanitaria, se une a la corriente **2** en una arqueta de registro, de la que parte la corriente **4**, de 1.3 m<sup>3</sup>/h, que es conducida a la laguna H-0302. En dicha laguna, dimensionada para soportar una carga orgánica de 120Kg DBO<sub>5</sub>/Ha/d, se produce la separación física de la materia en suspensión, generándose una corriente discontinua de fangos (corriente **8**) que son retirados cada diez años, pudiéndose reutilizar como abono directamente.

En esta primera laguna también tiene lugar la depuración biológica de la materia orgánica.

La corriente de agua que sale de la laguna H-0302 (corriente **5**) circula hacia un sistema de dos lagunas en serie (H-0303 y H-0304). En estas lagunas, dimensionadas para un tiempo de residencia de dos días cada una, se afina la depuración biológica de la materia orgánica y se produce la eliminación de microorganismos.

Posteriormente, el efluente depurado (corriente **7**) es vertido a un río cercano.

Todo el sistema funciona por gravedad, aprovechando la pendiente del terreno y la presión de la columna de líquido en las arquetas, debida a la diferencia de nivel entre la entrada y la salida del agua en dichas arquetas.

## **8. TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN (P&I)**

### **8.1 DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN**

Los diagramas P&I se recogen en el apartado de planos.

La representación de las tuberías y de los medidores que componen estos diagramas se han llevado a cabo siguiendo la norma ANSI/ISA, norma S5-1, “Instrument Symbols and Identification” publicada por “Instrument Society of America” en 1984. Los medidores se representan en un círculo y se nombran con letras indicativas del tipo de instrumento. La numeración de los instrumentos empieza desde 00 en cada plano y se numeran consecutivamente todos los instrumentos del mismo tipo.

Para indicar el tipo de medidor se utilizan dos o más letras según la norma ISA. La primera indica la variable que se mide y las restantes la función que realiza el instrumento. Las letras utilizadas en los P&I, con su respectivo significado, de acuerdo con la norma, en función de la posición que ocupen, son las que aparecen en la siguiente tabla:

<b>Letra</b>	<b>Primera</b>	<b>Sucesivas</b>
I	-----	Indicador
L	Nivel	-----

Tabla 8.1 Nomenclatura usada en los P&I (norma ISA).

## 8.2 DESIGNACIÓN DE TUBERÍAS

La designación de las tuberías en los P&I debe especificar claramente la tubería; se usa la siguiente nomenclatura:

$\frac{3}{4}$	-	3	-	C	-	A-333	-	(I&ET)
Diámetro Nominal		nº línea		Fluido		Material		Aislamiento y trazado eléctrico

El cálculo de las dimensiones se indica en el anexo A.I.

### 8.2.1 Tipo de fluido

El tipo de fluido que circula por la tubería se indica con una letra clave en la designación de dicha tubería, el código usado es:

W      Agua.

### 8.2.2 Material de las tuberías

Para elegir el tipo de material de las tuberías se han tenido en cuenta las condiciones de operación y el tipo de fluido que circula por las mismas. Se escoge Polietileno de Alta Densidad por sus buenas características en cuanto a:

- Pérdidas de carga por fricción mínimas
- No es atacado en ninguna forma por la corrosión
- Ausencia de sedimentos e incrustaciones en su interior
- Flexibilidad
- Elasticidad
- No mantiene deformaciones permanentes
- Peso reducido

- Longitudes mayores, lo cual reduce el número de uniones (menor costo) y reduce las posibilidades de fallos humanos en la instalación.
- Fácil de transportar
- Larga vida útil
- Menor costo de adquisición e instalación
- Resistente a movimientos sísmicos
- Resistencia mecánica y ductilidad
- Resistente a bacterias y químicos
- Es un producto reciclable

### **8.2.3 Aislamiento de tuberías**

Las tuberías de los sistemas considerados no necesitan aislamiento, ya que van enterradas, ejerciendo de aislante el propio terreno.

## **8.3 ESTRATEGIA DE CONTROL DEL PROCESO**

Debido a las características de la tecnología de bajo coste aplicada en este proyecto y a la ausencia de condiciones extremas de operación y manejo de sustancias peligrosas, no se establece una estrategia de control automático. Solamente se medirán ciertas variables para asegurar el buen funcionamiento y la seguridad de la instalación, y las posibles correcciones a realizar se llevarán a cabo de forma manual.

## **8.4 INSTRUMENTACIÓN**

La instrumentación en las instalaciones tiene como finalidad el control de las variaciones que puedan sufrir las distintas variables, de forma que el funcionamiento de los sistemas sea el adecuado y se alcancen los objetivos requeridos. Los instrumentos empleados en estas instalaciones son *Instrumentos de medida*, que miden el valor de la variable controlada. Este valor puede ser



indicado en campo o transmitido a un controlador; en las instalaciones consideradas en este proyecto se indica en campo.

Los instrumentos seleccionados para las instalaciones son:

#### **8.4.1 Medidores de nivel**

Los instrumentos medidores de nivel, de las instalaciones consideradas en este proyecto, consisten en una escala numerada, situada en la pared de las arquetas de registro. Son, por tanto, de tipo visual.

La presión en el fondo de la arqueta y el nivel del líquido en dicha arqueta están relacionados:  $P - P_0 = \rho gH$ , donde  $P$  es la presión en el fondo de la arqueta,  $P_0$  es la presión sobre el nivel del líquido,  $\rho$  la densidad del líquido y  $H$  el nivel de líquido en la arqueta. En este caso, la presión sobre el nivel de líquido es la atmosférica, así este sistema también puede considerarse un medidor de presión estática de la columna de líquido en la arqueta.


#### **8.4.1 Válvulas**


Las válvulas son elementos que permiten interrumpir o regular el flujo que circula por ellas.


Las válvulas escogidas para estas instalaciones son de *compuerta*, estas válvulas son de todo / nada. La pérdida de carga que ocasionan es generalmente pequeña. No se emplean para regular el flujo en una conducción ya que solamente pueden estar abiertas o cerradas completamente, si no pueden sufrir erosiones.

## **9. DISEÑO DE EQUIPOS**

### **9.1 LISTAS DE EQUIPOS**

	<b>LISTA DE SEPARADORES</b>						DESCRIPCIÓN
							UNIDAD 0100
	DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION						
<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>							
Tag	Servicio	Producto	Tipo	Material	Top. (°C)	P.op.(bara)	Tamaño (m <sup>3</sup> )
H-0101	Separador de Grasas	Agua	Rectangular Vertical	Hormigón	10	0,81	0,007
H-0102	Decantador Primario	Agua	Cuadrado	Hormigón	10	0,81	1,44
NOTAS:							
1		María José Rodríguez Pascual		24/01/2004			
EDICIÓN	AUTORA			FECHA		COMPROBADO	

	<b>LISTA DE SEPARADORES</b>						DESCRIPCIÓN
							UNIDAD 0200
	DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION						
<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>							
Tag	Servicio	Producto	Tipo	Material	Top. (°C)	P.op.(bara)	Tamaño (m <sup>3</sup> )
H-0201	Separador de Grasas	Agua	Rectangular Vertical	Hormigón	10	0,86	0,007
H-0202	Decantador Primario	Agua	Cuadrado	Hormigón	10	0,86	1,57
NOTAS:							
1		María José Rodríguez Pascual		24/01/2004			
EDICIÓN	AUTORA			FECHA		COMPROBADO	

	<b>LISTA DE SEPARADORES</b>						DESCRIPCIÓN
							UNIDAD 0300
	DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION						
<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>							
Tag	Servicio	Producto	Tipo	Material	Top. (°C)	P.op.(bara)	Tamaño (m <sup>3</sup> )
H-0301	Separador de Grasas	Agua	Rectangular Vertical	Hormigón	12	0,96	0,016
NOTAS:							
1		María José Rodríguez Pascual		24/01/2004			
EDICIÓN	AUTORA			FECHA		COMPROBADO	



### LISTA DE TUBERIAS

DESCRIPCIÓN

UNIDAD 0100

DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION

#### DATOS DE OPERACIÓN

Número	Características	Producto	Material	Top. (°C)	P.op.(bara)	Diámetro (")
O1		Agua	PEHD	10	0,81	1 1/2
O2		Agua	PEHD	10	0,81	1 1/2
O3		Agua	PEHD	10	0,81	4,0
O4		Agua	PEHD	10	0,81	4,0
O5		Agua	PEHD	10	0,81	4,0
O6		Agua	PEHD	10	0,81	2,0
O7		Agua	PEHD	10	0,81	2,0

NOTAS:

EDICIÓN	1	María José Rodríguez Pascual	24/01/2004	COMPROBADO
		AUTORA	FECHA	



## LISTA DE TUBERIAS

DESCRIPCIÓN

UNIDAD 0200

DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION

### DATOS DE OPERACIÓN

Número	Características	Producto	Material	Top. (°C)	P.op.(bara)	Diámetro (")
O1		Agua	PEHD	10	0,86	1 1/2
O2		Agua	PEHD	10	0,86	1 1/2
O3		Agua	PEHD	10	0,86	4,0
O4		Agua	PEHD	10	0,86	4,0
O5		Agua	PEHD	10	0,86	4,0
O6		Agua	PEHD	10	0,86	2,0
O7		Agua	PEHD	10	0,86	2,0
O8		Agua	PEHD	10	0,86	1 1/2
O9		Agua	PEHD	10	0,86	1 1/2
10		Agua	PEHD	10	0,86	1 1/2
11		Agua	PEHD	10	0,86	1 1/2
	NOTAS:					
	1	María José Rodríguez Pascual		24/01/2004		
EDICIÓN		AUTORA		FECHA		COMPROBADO



### LISTA DE TUBERIAS

DESCRIPCIÓN  
UNIDAD 0300


DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION

#### DATOS DE OPERACIÓN

Número	Características	Producto	Material	Top. (°C)	P.op.(bara)	Diámetro (")
O1		Agua	PEHD	12	0,96	3,0
O2		Agua	PEHD	12	0,96	3,0
O3		Agua	PEHD	12	0,96	7,0
O4		Agua	PEHD	12	0,96	7,0
O5		Agua	PEHD	12	0,96	7,0
O6		Agua	PEHD	12	0,96	7,0
O7		Agua	PEHD	12	0,96	7,0

NOTAS:

1	María José Rodríguez Pascual	24/01/2004	
EDICIÓN	AUTORA	FECHA	COMPROBADO

		HOJA DE ESPECIFICACIONES		EQUIPO Nº H - 0101	
		<b>SEPARADOR DE GRASAS</b>		HOJA Nº 1	1 / 1
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION				UNIDAD 0100	
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>				
2					
3					
4	PRESIÓN DE OPERACIÓN	atm	0,8		
5	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	10		
6	LÍQUIDO	AGUA			
7	DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	999,7		
8	TEMPERATURA DE BURBUJA	°C	100		
9	TOXICIDAD	NO			
10	CORROSIÓN	NO			
11	ANCHO	m	0,17		
12	LONGITUD	m	0,20		
13	ALTURA	m	0,65		
14	ESPESOR	m	0,3		
15	VOLUMEN	m <sup>3</sup>	0,01		
16	SUPERFICIE	m <sup>2</sup>	0,03		
17	MATERIAL	HORMIGÓN ARMADO			
18	FACTOR DE LLENADO				0,67
19	<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
20					
21	PRESIÓN DE DISEÑO	atm	0,9		
22	TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	12		
23	PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA	atm	Lleno de agua		
24	DEPRESIÓN DE DISEÑO	atm			
25	PESO (LLENO / VACÍO)	Kg			
26	CÓDIGO DE DISEÑO				
27	TIPO DE AISLANTE	NO			
28	ESPESOR DEL AISLANTE	in			
29	TIPO FONDO	FONDO PLANO			
30	PINTADO	SI			
31	<b>CONEXIONES</b>				
32					
33					
34	ALTURA ENTRADA	m	0,25		
35	ALTURA SALIDA	m	0,05		
36	<b>TAPA</b>				
37					
38					
39	MATERIAL	HORMIGÓN MASA HM-30			
40	DIMENSIONES	cm*cm	30*30		
41	TIPO DE MALLA	ELECTROSOLDADA			
42	DIÁMETRO ALAMBRE	mm	2		
43	LUZ MALLA	mm*mm	25*13		
44	RESISTENCIA MALLA	Kp/cm <sup>2</sup>	5100		
45	<b>ESTRUCTURA HORMIGÓN</b>				
46					
47	MATERIAL OBRA FÁBRICA	LADRILLO HUECO SENCILLO			
48	ESPESOR OBRA FÁBRICA	m	0,15		
49	MATERIAL JUNTAS	MORTERO M-40			
50	MATERIAL REFUERZO INTERIOR	HORMIGÓN MASA HM-30			
51	ESPESOR REFUERZO INTERIOR	m	0,05		
52	MATERIAL SOLERA	HORMIGÓN MASA HM-20			
53	CÓDIGO DE DISEÑO	NBE-EHE-99			
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	Mª José Rodríguez Pascual	24 - 01 - 2004			
CHEQUEADO					
APROBADO					
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO
					FECHA

		HOJA DE ESPECIFICACIONES		EQUIPO N° H - 0102	
		DECANTADOR		HOJA N° 2	1 / 2
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION				UNIDAD 0100	
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>				
2					
3					
4	PRESIÓN DE OPERACIÓN	atm	0,8		
5	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	10		
6	LÍQUIDO	AGUA			
7	DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	999,7		
8	TEMPERATURA DE BURBUJA	°C	100		
9	TOXICIDAD	NO			
10	CORROSIÓN	NO			
11	LONGITUD	m	1,4		
12	ALTURA EXTREMO ENTRADA	m	1,15		
13	ALTURA EXTREMO SALIDA	m	1,20		
14	ESPESOR	m	0,3		
15	VOLUMEN	m <sup>3</sup>	1,4		
16	SUPERFICIE	m <sup>2</sup>	1,96		
17	MATERIAL	HORMIGÓN ARMADO			
18	FACTOR DE LLENADO	0,67			
19	<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
20					
21	TIPO DE TANQUE	CUADRADO			
22	PRESIÓN DE DISEÑO	atm	0,9		
23	TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	12		
24	PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA	atm	Lleno de agua		
25	DEPRESIÓN DE DISEÑO	atm			
26	PESO (LLENO / VACÍO)	Kg			
27	CÓDIGO DE DISEÑO				
28	TIPO DE AISLANTE	NO			
29	ESPESOR DEL AISLANTE	in			
30	TIPO FONDO	FONDO INCLINADO			
31	PENDIENTE FONDO	%	8		
32	PINTADO	SI			
33	<b>CONEXIONES</b>				
34					
35	ALTURA ENTRADA	m	0,4		
36					
37	<b>VERTEDERO SALIDA</b>				
38					
39	ANCHURA	m	0,2		
40	ALTURA	m	0,2		
41	LONGITUD	m	1,4		
42	<b>ALIVIADERO</b>				
43					
44	DIÁMETRO	mm	40		
45	<b>POCETA FANGOS</b>				
46					
47	ALTURA	m	0,26		
48	DIÁMETRO	m	0,52		
49	PENDIENTE FONDO	%	50		
50					
51					
52					
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	M <sup>a</sup> José Rodríguez Pascual	24 - 01 - 2004			
CHEQUEADO					
APROBADO					
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO
					FECHA





## HOJA DE ESPECIFICACIONES

EQUIPO Nº H - 0102

## DECANTADOR


HOJA Nº 3


2 / 2


DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION


UNIDAD 0100


1	<b>TAPA</b>		
2			
3	MATERIAL		HORMIGÓN MASA HM-30
4	DIMENSIONES	m*m	1,55*1,55
5	TIPO DE MALLA		ELECTROSOLDADA
6	DIÁMETRO ALAMBRE	mm	2
7	LUZ MALLA	mm*mm	25*13
8	RESISTENCIA MALLA	Kp/cm <sup>2</sup>	5100
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19	<b>ESTRUCTURA HORMIGÓN</b>		
20			
21	MATERIAL OBRA FÁBRICA		LADRILLO HUECO SENCILLO
22	ESPESOR OBRA FÁBRICA	m	0,25
23	MATERIAL JUNTAS		MORTERO M-40
24	TIPO DE MALLA		ELECTROSOLDADA
25	DIÁMETRO ALAMBRE	mm	2
26	LUZ MALLA	mm*mm	25*13
27	RESISTENCIA MALLA	Kp/cm <sup>2</sup>	5100
28	MATERIAL REFUERZO INTERIOR		HORMIGÓN MASA HM-30
29	ESPESOR REFUERZO INTERIOR	m	0,05
30	MATERIAL SOLERA		HORMIGÓN MASA HM-20
31	CÓDIGO DE DISEÑO		NBE-EHE-99
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
	REVISIÓN 1		REVISIÓN 2
PREPARADO	Mª José Rodríguez Pascual	24 - 01 - 2004	
CHEQUEADO			
APROBADO			
	NOMBRE	APROBADO	FECHA
	NOMBRE	APROBADO	FECHA


		<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 11/2" - W- 01 - PEHD		
		<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 4	1 / 1	
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION				UNIDAD 0100		
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	77,98			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,83			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,81			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	1			
18	ENTRADA	1	0,5			
19	SALIDA	1	1			
22						
23	LONGITUD TOTAL	m	2,5			
24	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
25						
26	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	2,75			
27						
28	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
29						
30	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
31						
32	DIÁMETRO NOMINAL	in	1 1/2			
33	DIÁMETRO EXTERIOR	in	1 1/2			
34	ESPESOR	in				
35	LONGITUD	m	1			
36	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,16			
37	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
38	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
39	AISLAMIENTO					
40	MATERIAL					
41	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
42	ESPESOR	mm				
43						
44						
			REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA


	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 1 1/2" - W - 02 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 5	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0100			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	77,91			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
9	PRESIÓN INICIAL	bara	0,83			
10	PRESIÓN FINAL	bara	0,81			
11	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
12	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
13						
14	<b>LONGITUDES</b>					
15						
16		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
17	TUBERÍA	m	1			
21	ENTRADA	1	0,5			
22	SALIDA	1	1			
25						
26	LONGITUD TOTAL	m	2,5			
27	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
28						
29	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	2,75			
30						
31	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
32						
33	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
34						
35	DIÁMETRO NOMINAL	in	1 1/2			
36	DIÁMETRO EXTERIOR	in	1 1/2			
37	ESPESOR	in				
38	LONGITUD	m	1			
39	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,16			
40	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
41	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
42	AISLAMIENTO					
43	MATERIAL					
44	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
45	ESPESOR	mm				
46						
47						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO N° 4" - W - 03 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA N° 6	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0100			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSIICO	kg / h	439,87			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,83			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,81			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	2			
20	CURVA 45°	1	0,7			
21	ENTRADA	1	1,6			
22	SALIDA	1	3,2			
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	7,5			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	8,25			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	4			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	4,7			
36	ESPESOR	in	0,02			
37	LONGITUD	m	2			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,16			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO N° 4" - W - 04 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA N° 7	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0100			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	517,78			
6	VELOCIDAD	m / s	1,2			
7	TEMPERATURA	°C	10			
9	PRESIÓN INICIAL	bara	0,83			
10	PRESIÓN FINAL	bara	0,81			
11	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
12	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
13						
14	<b>LONGITUDES</b>					
15						
16		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
17	TUBERÍA	m	1			
21	ENTRADA	1	1,6			
22	SALIDA	1	3,2			
23						
25						
26	LONGITUD TOTAL	m	5,8			
27	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
28						
29	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	6,38			
30						
31	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
32						
33	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
34						
35	DIÁMETRO NOMINAL	in	4			
36	DIÁMETRO EXTERIOR	in	4,7			
37	ESPESOR	in	0,02			
38	LONGITUD	m	1			
39	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,08			
40	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
41	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
42	AISLAMIENTO					
43	MATERIAL					
44	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
45	ESPESOR	mm				
46						
47						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 4" - W - 05 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 8	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0100			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	517,58			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,81			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,81			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	11			
20	ENTRADA	1	1,6			
21	SALIDA	1	3,2			
22						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	15,8			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	17,4			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	4			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	4,7			
36	ESPESOR	in	0,02			
37	LONGITUD	m	11			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,33			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO N° 2" - W - 06 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA N° 9	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0100			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	259,92			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,86			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,81			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	0,75			
20	ENTRADA	1	0,7			
21	SALIDA	1	1,5			
23						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	2,95			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	3,25			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	2			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	2			
36	ESPESOR	in				
37	LONGITUD	m	0,75			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,12			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	HOJA DE ESPECIFICACIONES		EQUIPO Nº 2" - W - 07 - PEHD			
	TUBERÍA		HOJA Nº 10	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0100			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	259,92			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bar	0,86			
9	PRESIÓN FINAL	bar	0,81			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	0,75			
20	ENTRADA	1	0,7			
21	SALIDA	1	1,5			
23						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	2,95			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	3,25			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	2			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	2			
36	ESPESOR	in				
37	LONGITUD	m	0,75			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,12			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA



		HOJA DE ESPECIFICACIONES		EQUIPO N° H - 0202	
		DECANTADOR		HOJA N° 12	1 / 2
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION		UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>				
2					
3					
4	PRESIÓN DE OPERACIÓN	atm	0,85		
5	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	10		
6	LÍQUIDO	AGUA			
7	DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	999,7		
8	TEMPERATURA DE BURBUJA	°C	100		
9	TOXICIDAD	NO			
10	CORROSIÓN	NO			
11	LONGITUD	m	1,45		
12	ALTURA EXTREMO ENTRADA	m	1,40		
13	ALTURA EXTREMO SALIDA	m	1,47		
14	ESPESOR	m	0,3		
15	VOLUMEN	m <sup>3</sup>	3		
16	SUPERFICIE	m <sup>2</sup>	2,1		
17	MATERIAL	HORMIGÓN ARMADO			
18	FACTOR DE LLENADO	0,67			
19	<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
20					
21	TIPO DE TANQUE	CUADRADO			
22	PRESIÓN DE DISEÑO	atm	0,94		
23	TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	12		
24	PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA	atm	Lleno de agua		
25	DEPRESIÓN DE DISEÑO	atm			
26	PESO (LLENO / VACÍO)	Kg			
27	CÓDIGO DE DISEÑO				
28	TIPO DE AISLANTE	NO			
29	ESPESOR DEL AISLANTE	in			
30	TIPO FONDO	FONDO INCLINADO			
31	PENDIENTE FONDO	%	8		
32	PINTADO	SI			
33	<b>CONEXIONES</b>				
34					
35	ALTURA ENTRADA	m	0,4		
36					
37	<b>VERTEDERO SALIDA</b>				
38					
39	ANCHURA	m	0,24		
40	ALTURA	m	0,24		
41	LONGITUD	m	1,45		
42	<b>ALIVIADERO</b>				
43					
44	DIÁMETRO	mm	40		
45	<b>POCETA FANGOS</b>				
46					
47	ALTURA	m	0,27		
48	DIÁMETRO	m	0,54		
49	PENDIENTE FONDO	%	50		
50					
51					
52					
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	M <sup>a</sup> José Rodríguez Pascual	24 - 01 - 2004			
CHEQUEADO					
APROBADO					
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO
					FECHA



## HOJA DE ESPECIFICACIONES

EQUIPO N° H - 0202

## DECANTADOR


HOJA N° 13


2 / 2


DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION


UNIDAD 0200


1	<b>TAPA</b>		
2			
3	MATERIAL		HORMIGÓN MASA HM-30
4	DIMENSIONES	m*m	1,55*1,55
5	TIPO DE MALLA		ELECTROSOLDADA
6	DIÁMETRO ALAMBRE	mm	2
7	LUZ MALLA	mm*mm	25*13
8	RESISTENCIA MALLA	Kp/cm <sup>2</sup>	5100
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19	<b>ESTRUCTURA HORMIGÓN</b>		
20			
21	MATERIAL OBRA FÁBRICA		LADRILLO HUECO SENCILLO
22	ESPEJOR OBRA FÁBRICA	m	0,25
23	MATERIAL JUNTAS		MORTERO M-40
24	TIPO DE MALLA		ELECTROSOLDADA
25	DIÁMETRO ALAMBRE	mm	2
26	LUZ MALLA	mm	25*13
27	RESISTENCIA MALLA	Kp/cm <sup>2</sup>	5100
28	MATERIAL REFUERZO INTERIOR		HORMIGÓN MASA HM-30
29	ESPEJOR REFUERZO INTERIOR	m	0,05
30	MATERIAL SOLERA		HORMIGÓN MASA HM-20
31	CÓDIGO DE DISEÑO		NBE-EHE-99
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
		REVISIÓN 1	REVISIÓN 2
PREPARADO	M <sup>º</sup> José Rodríguez Pascual	24 - 01 - 2004	
CHEQUEADO			
APROBADO			
	NOMBRE	APROBADO	FECHA
	NOMBRE	APROBADO	FECHA


	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 11/2" - W- 01 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 14		1 / 1	
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	85,97			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,88			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,86			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	1			
18	ENTRADA	1	0,5			
19	SALIDA	1	1			
22						
23	LONGITUD TOTAL	m	2,5			
24	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
25						
26	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	2,75			
27						
28	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
29						
30	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
31						
32	DIÁMETRO NOMINAL	in	1 1/2			
33	DIÁMETRO EXTERIOR	in	1 1/2			
34	ESPESOR	in				
35	LONGITUD	m	1			
36	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,24			
37	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
38	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
39	AISLAMIENTO					
40	MATERIAL					
41	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
42	ESPESOR	mm				
43						
44						
			REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

		<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 1 1/2" - W - 02 - PEHD		
		<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 15	1 / 1	
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION				UNIDAD 0200		
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	85,95			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
9	PRESIÓN INICIAL	bara	0,88			
10	PRESIÓN FINAL	bara	0,86			
11	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
12	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
13						
14	<b>LONGITUDES</b>					
15						
16		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
17	TUBERÍA	m	1			
21	ENTRADA	1	0,5			
22	SALIDA	1	1			
25						
26	LONGITUD TOTAL	m	2,5			
27	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
28						
29	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	2,75			
30						
31	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
32						
33	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
34						
35	DIÁMETRO NOMINAL	in	1 1/2			
36	DIÁMETRO EXTERIOR	in	1 1/2			
37	ESPESOR	in				
38	LONGITUD	m	1			
39	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,24			
40	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
41	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
42	AISLAMIENTO					
43	MATERIAL					
44	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
45	ESPESOR	mm				
46						
47						
			REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA


	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO N° 4" - W - 03 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA N° 16	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSIKO	kg / h	479,86			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,88			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,86			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	2			
20	CURVA 45°	1	0,7			
21	ENTRADA	1	1,6			
22	SALIDA	1	3,2			
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	7,5			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	8,25			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	4			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	4,7			
36	ESPESOR	in	0,02			
37	LONGITUD	m	2			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,21			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA


	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO N° 4" - W - 04 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA N° 17	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSIKO	kg / h	565,81			
6	VELOCIDAD	m / s	1,2			
7	TEMPERATURA	°C	10			
9	PRESIÓN INICIAL	bara	0,87			
10	PRESIÓN FINAL	bara	0,86			
11	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
12	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
13						
14	<b>LONGITUDES</b>					
15						
16		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
17	TUBERÍA	m	1			
21	ENTRADA	1	1,6			
22	SALIDA	1	3,2			
23						
25						
26	LONGITUD TOTAL	m	5,8			
27	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
28						
29	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	6,38			
30						
31	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
32						
33	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
34						
35	DIÁMETRO NOMINAL	in	4			
36	DIÁMETRO EXTERIOR	in	4,7			
37	ESPESOR	in	0,02			
38	LONGITUD	m	1			
39	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,1			
40	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
41	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
42	AISLAMIENTO					
43	MATERIAL					
44	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
45	ESPESOR	mm				
46						
47						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA


	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 4" - W - 05 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 18	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSIICO	kg / h	565,54			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,86			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,86			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	500			
20	ENTRADA	20	1,6			
21	SALIDA	20	3,2			
22						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	596,0			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	656,0			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	4			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	4,7			
36	ESPESOR	in	0,02			
37	LONGITUD	m	500,0			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	12,5			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 2" - W - 06 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 19	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	282,77			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,9			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,86			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	7			
20	ENTRADA	1	0,7			
21	SALIDA	1	1,5			
23						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	9,2			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	10,12			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	2			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	2			
36	ESPESOR	in				
37	LONGITUD	m	7			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,42			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA




	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		<b>EQUIPO Nº 2" - W - 07 - PEHD</b>			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 20	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO				AGUA	
4						
5	FLUJO MÁSIICO	kg / h	282,77			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bar	0,9			
9	PRESIÓN FINAL	bar	0,86			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	7			
20	ENTRADA	1	0,7			
21	SALIDA	1	1,5			
23						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	9,2			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	10,12			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	2			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	2			
36	ESPESOR	in				
37	LONGITUD	m	7			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,42			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 1 1/2" - W - 08 - PEHD		
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 21	1 / 1	
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200		
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>				
2					
3	FLUIDO	AGUA			
4					
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	141,38		
6	VELOCIDAD	m / s	1,5		
7	TEMPERATURA	°C	10		
8	PRESIÓN INICIAL	bar	0,89		
9	PRESIÓN FINAL	bar	0,86		
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7		
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>		
12					
13	<b>LONGITUDES</b>				
14					
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)		
16	TUBERÍA	m	9		
20	CURVA 45°	1	0,3		
21					
23					
24					
25	LONGITUD TOTAL	m	9,3		
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10		
27					
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	10,23		
29					
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>				
31					
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667			
33					
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	1 1/2		
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	1 1/2		
36	ESPESOR	in			
37	LONGITUD	m	9		
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,35		
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD			
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015		
41	AISLAMIENTO				
42	MATERIAL				
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW			
44	ESPESOR	mm			
45					
46					
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004		
CHEQUEADO					
APROBADO					
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO
					FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 1 1/2" - W - 09 - PEHD		
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 22	1 / 1	
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200		
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>				
2					
3	FLUIDO	AGUA			
4					
5	FLUJO MÁSIICO	kg / h	141,38		
6	VELOCIDAD	m / s	1,5		
7	TEMPERATURA	°C	10		
8	PRESIÓN INICIAL	bar	0,89		
9	PRESIÓN FINAL	bar	0,86		
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7		
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>		
12					
13	<b>LONGITUDES</b>				
14					
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)		
16	TUBERÍA	m	9		
20	CURVA 45°	1	0,3		
21					
23					
24					
25	LONGITUD TOTAL	m	9,3		
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10		
27					
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	10,23		
29					
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>				
31					
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667			
33					
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	1 1/2		
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	1 1/2		
36	ESPESOR	in			
37	LONGITUD	m	9		
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,35		
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD			
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015		
41	AISLAMIENTO				
42	MATERIAL				
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW			
44	ESPESOR	mm			
45					
46					
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004		
CHEQUEADO					
APROBADO					
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO
					FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 1 1/2" - W - 10 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 23	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	141,38			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bar	0,89			
9	PRESIÓN FINAL	bar	0,86			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	9			
20	CURVA 45°	1	0,3			
21						
23						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	9,3			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	10,23			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	1 1/2			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	1 1/2			
36	ESPESOR	in				
37	LONGITUD	m	9			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,35			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 1 1/2" - W - 11 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 24	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	141,38			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	10			
8	PRESIÓN INICIAL	bar	0,89			
9	PRESIÓN FINAL	bar	0,86			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,7			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,3*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	9			
20	CURVA 45°	1	0,3			
21						
23						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	9,3			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	10,23			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	1 1/2			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	1 1/2			
36	ESPESOR	in				
37	LONGITUD	m	9			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,35			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA



## HOJA DE ESPECIFICACIONES

EQUIPO N° H - 0301

## SEPARADOR DE GRASAS


HOJA N° 25


1 / 1

DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION


UNIDAD 0300


1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>		
2			
3			
4	PRESIÓN DE OPERACIÓN	atm	0,95
5	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	12
6	LÍQUIDO	AGUA	
7	DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	999,4
8	TEMPERATURA DE BURBUJA	°C	100
9	TOXICIDAD		NO
10	CORROSIÓN		NO
11	ANCHO	m	0,25
12	LONGITUD	m	0,28
13	ALTURA	m	0,80
14	ESPESOR	m	0,3
15	VOLUMEN	m <sup>3</sup>	0,056
16	SUPERFICIE	m <sup>2</sup>	0,07
17	MATERIAL	HORMIGÓN ARMADO	
18	FACTOR DE LLENADO		0,67
19	<b>DATOS DE DISEÑO</b>		
20			
21	PRESIÓN DE DISEÑO	atm	1,05
22	TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	14
23	PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA	atm	Lleno de agua
24	DEPRESIÓN DE DISEÑO	atm	
25	PESO (LLENO / VACÍO)	Kg	
26	CÓDIGO DE DISEÑO		
27	TIPO DE AISLANTE		NO
28	ESPESOR DEL AISLANTE	in	
29	TIPO FONDO		FONDO PLANO
30	PINTADO		SI
31			
32	<b>CONEXIONES</b>		
33			
34	ALTURA ENTRADA	m	0,3
35	ALTURA SALIDA	m	0,05
36			
37	<b>TAPA</b>		
38			
39	MATERIAL		HORMIGÓN MASA HM-30
40	DIMENSIONES	cm*cm	30*30
41	TIPO DE MALLA		ELECTROSOLDADA
42	DIÁMETRO ALAMBRE	mm	2
43	LUZ MALLA	mm*mm	25*13
44	RESISTENCIA MALLA	Kp/cm <sup>2</sup>	5100
45	<b>ESTRUCTURA HORMIGÓN</b>		
46			
47	MATERIAL OBRA FÁBRICA		LADRILLO HUECO SENCILLO
48	ESPESOR OBRA FÁBRICA	m	0,25
49	MATERIAL JUNTAS		MORTERO M-40
50	MATERIAL REFUERZO INTERIOR		HORMIGÓN MASA HM-30
51	ESPESOR REFUERZO INTERIOR	m	0,05
52	MATERIAL SOLERA		HORMIGÓN MASA HM-20
53	CÓDIGO DE DISEÑO		NBE-EHE-99
		REVISIÓN 1	REVISIÓN 2
PREPARADO	M <sup>a</sup> José Rodríguez Pascual	24 - 01 - 2004	
CHEQUEADO			
APROBADO			
	NOMBRE	APROBADO	FECHA

		<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 3" - W-01 - PEHD	
		<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 26	1 / 1
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0300		
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>				
2					
3	FLUIDO	AGUA			
4					
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	196,88		
6	VELOCIDAD	m / s	1,5		
7	TEMPERATURA	°C	12		
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,98		
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,96		
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,4		
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,24*10 <sup>-3</sup>		
12					
13	<b>LONGITUDES</b>				
14					
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)		
16	TUBERÍA	m	1		
18	ENTRADA	1	1,1		
19	SALIDA	1	2,2		
22					
23	LONGITUD TOTAL	m	4,3		
24	SOBREDIMENSIONADO	%	10		
25					
26	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	4,73		
27					
28	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>				
29					
30	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667			
31					
32	DIÁMETRO NOMINAL	in	3		
33	DIÁMETRO EXTERIOR	in	3		
34	ESPESOR	in			
35	LONGITUD	m	1		
36	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,23		
37	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD			
38	RUGOSIDAD	mm	0,0015		
39	AISLAMIENTO				
40	MATERIAL				
41	PÉRDIDAS DE CALOR	kW			
42	ESPESOR	mm			
43					
44					
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004		
CHEQUEADO					
APROBADO					
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO
					FECHA


		<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 3" - W - 02 - PEHD		
		<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 27	1 / 1	
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION				UNIDAD 0300		
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	196,83			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	12			
9	PRESIÓN INICIAL	bara	0,98			
10	PRESIÓN FINAL	bara	0,96			
11	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,4			
12	VISCOSIDAD	kg / ms	1,24*10 <sup>-3</sup>			
13						
14	<b>LONGITUDES</b>					
15						
16		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
17	TUBERÍA	m	1			
21	ENTRADA	1	1,1			
22	SALIDA	1	2,2			
25						
26	LONGITUD TOTAL	m	4,3			
27	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
28						
29	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	4,73			
30						
31	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
32						
33	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
34						
35	DIÁMETRO NOMINAL	in	3			
36	DIÁMETRO EXTERIOR	in	3			
37	ESPESOR	in				
38	LONGITUD	m	1			
39	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,25			
40	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
41	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
42	AISLAMIENTO					
43	MATERIAL					
44	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
45	ESPESOR	mm				
46						
47						
			REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01 - 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA





	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 7" - W - 03 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 28	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0300			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSIKO	kg / h	1.099,34			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	12			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,98			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,96			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,4			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,24*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	2			
20	CURVA 45°	1	1,2			
21	ENTRADA	1	3			
22	SALIDA	1	5,5			
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	11,7			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	12,87			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	7			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	8,2			
36	ESPESOR	in	0,02			
37	LONGITUD	m	2			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,2			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO N° 7" - W - 04 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA N° 29	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0300			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	1.296,17			
6	VELOCIDAD	m / s	1,2			
7	TEMPERATURA	°C	12			
9	PRESIÓN INICIAL	bara	0,96			
10	PRESIÓN FINAL	bara	0,96			
11	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,4			
12	VISCOSIDAD	kg / ms	1,24*10 <sup>-3</sup>			
13						
14	<b>LONGITUDES</b>					
15						
16		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
17	TUBERÍA	m	500			
21	ENTRADA	10	3			
22	SALIDA	10	5,5			
23						
25						
26	LONGITUD TOTAL	m	585			
27	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
28						
29	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	643,5			
30						
31	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
32						
33	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
34						
35	DIÁMETRO NOMINAL	in	7			
36	DIÁMETRO EXTERIOR	in	8,2			
37	ESPESOR	in	0,02			
38	LONGITUD	m	500			
39	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	6			
40	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
41	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
42	AISLAMIENTO					
43	MATERIAL					
44	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
45	ESPESOR	mm				
46						
47						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 7" - W - 05 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 30	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0300			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	1.294,26			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	12			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,98			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,96			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,4			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,24*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	2			
20	ENTRADA	1	3			
21	SALIDA	1	5,5			
22						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	10,5			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	11,6			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	7			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	8,2			
36	ESPESOR	in	0,02			
37	LONGITUD	m	2			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,20			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		EQUIPO Nº 7" - W - 06 - PEHD			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA Nº 31	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0300			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSSICO	kg / h	1.294,25			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	12			
8	PRESIÓN INICIAL	bara	0,98			
9	PRESIÓN FINAL	bara	0,96			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,4			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,24*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	2			
20	ENTRADA	1	3			
21	SALIDA	1	5,5			
23						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	10,5			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	11,6			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	7			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	8,2			
36	ESPESOR	in	0,02			
37	LONGITUD	m	2			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,2			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIONES</b>		<b>EQUIPO N° 7" - W - 07 - PEHD</b>			
	<b>TUBERÍA</b>		HOJA N° 32	1 / 1		
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0300			
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>					
2						
3	FLUIDO	AGUA				
4						
5	FLUJO MÁSIICO	kg / h	1.294,25			
6	VELOCIDAD	m / s	1,5			
7	TEMPERATURA	°C	12			
8	PRESIÓN INICIAL	bar	0,98			
9	PRESIÓN FINAL	bar	0,96			
10	DENSIDAD	kg / m <sup>3</sup>	999,4			
11	VISCOSIDAD	kg / ms	1,24*10 <sup>-3</sup>			
12						
13	<b>LONGITUDES</b>					
14						
15		UNIDADES	LONGITUD EQUIVALENTE (m)			
16	TUBERÍA	m	2			
20	ENTRADA	1	3			
21	SALIDA	1	5,5			
23						
24						
25	LONGITUD TOTAL	m	10,5			
26	SOBREDIMENSIONADO	%	10			
27						
28	LONGITUD TOTAL CONSIDERADA	m	11,6			
29						
30	<b>DISEÑO MECÁNICO</b>					
31						
32	NORMAS	ASTM F405 / ASTM F667				
33						
34	DIÁMETRO NOMINAL	in	7			
35	DIÁMETRO EXTERIOR	in	8,2			
36	ESPESOR	in	0,02			
37	LONGITUD	m	2			
38	PÉRDIDA DE CARGA TOTAL	m	0,2			
39	MATERIAL	POLIETILENO ALTA DENSIDAD				
40	RUGOSIDAD	mm	0,0015			
41	AISLAMIENTO					
42	MATERIAL					
43	PÉRDIDAS DE CALOR	kW				
44	ESPESOR	mm				
45						
46						
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2		
PREPARADO	María José Rodríguez Pascual		24 - 01- 2004			
CHEQUEADO						
APROBADO						
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO	FECHA

		HOJA DE ESPECIFICACIONES		EQUIPO N° H - 0201	
		<b>SEPARADOR DE GRASAS</b>		HOJA N° 11	1 / 1
DEPURACION DE AGUAS NEGRAS EN PROYECTOS DE COOPERACION			UNIDAD 0200		
1	<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>				
2					
3					
4	PRESIÓN DE OPERACIÓN	atm	0,85		
5	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	10		
6	LÍQUIDO	AGUA			
7	DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	999,7		
8	TEMPERATURA DE BURBUJA	°C	100		
9	TOXICIDAD	NO			
10	CORROSIÓN	NO			
11	ANCHO	m	0,15		
12	LONGITUD	m	0,20		
13	ALTURA	m	0,35		
14	ESPESOR	m	0,3		
15	VOLUMEN	m <sup>3</sup>	0,01		
16	SUPERFICIE	m <sup>2</sup>	0,03		
17	MATERIAL	HORMIGÓN ARMADO			
18	FACTOR DE LLENADO				0,67
19	<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
20					
21	PRESIÓN DE DISEÑO	atm	0,94		
22	TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	12		
23	PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA	atm	Lleno de agua		
24	DEPRESIÓN DE DISEÑO	atm			
25	PESO (LLENO / VACÍO)	Kg			
26	CÓDIGO DE DISEÑO				
27	TIPO DE AISLANTE	NO			
28	ESPESOR DEL AISLANTE	in			
29	TIPO FONDO	FONDO PLANO			
30	PINTADO	SI			
31					
32	<b>CONEXIONES</b>				
33					
34	ALTURA ENTRADA	m	0,3		
35	ALTURA SALIDA	m	0,05		
36					
37	<b>TAPA</b>				
38					
39	MATERIAL	HORMIGÓN MASA HM-30			
40	DIMENSIONES	cm*cm	30*30		
41	TIPO DE MALLA	ELECTROSOLDADA			
42	DIÁMETRO ALAMBRE	mm	2		
43	LUZ MALLA	mm*mm	25*13		
44	RESISTENCIA MALLA	Kp/cm <sup>2</sup>	5100		
45	<b>ESTRUCTURA HORMIGÓN</b>				
46					
47	MATERIAL OBRA FÁBRICA	LADRILLO HUECO SENCILLO			
48	ESPESOR OBRA FÁBRICA	m	0,25		
49	MATERIAL JUNTAS	MORTERO M-40			
50	MATERIAL REFUERZO INTERIOR	HORMIGÓN MASA HM-30			
51	ESPESOR REFUERZO INTERIOR	m	0,05		
52	MATERIAL SOLERA	HORMIGÓN MASA HM-20			
53	CÓDIGO DE DISEÑO	NBE-EHE-99			
		REVISIÓN 1		REVISIÓN 2	
PREPARADO	M <sup>a</sup> José Rodríguez Pascual	24 - 01 - 2004			
CHEQUEADO					
APROBADO					
	NOMBRE	APROBADO	FECHA	NOMBRE	APROBADO
					FECHA

## **10. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA <sup>[1]</sup>**

La distribución en planta de los equipos sobre el área disponible es un aspecto fundamental para conseguir mejoras desde el punto de vista económico, de seguridad, de impacto visual, etc. Para lograr una correcta distribución de los equipos hay que tener en cuenta muchos factores, entre otros el mantenimiento, accesos, condiciones climáticas, aspecto visual, pero debe primar sobre todos ellos la seguridad.

Los objetivos que debe conseguir una buena implantación son:

- Minimizar los posibles daños de personas e instalaciones en caso de incendio, explosión o escape de sustancias tóxicas.
- Disminuir los costes de mantenimiento de la planta.
- Minimizar costes de construcción y operación.
- Reducir el número operarios en planta.
- Evitar posibles reformas, reparaciones o ampliaciones futuras.
- Conseguir el menor impacto visual posible.

Hay tener en cuenta la separación de las instalaciones respecto a núcleos urbanos para reducir riesgos.

Dada la posibilidad de que se produzcan fugas, los equipos considerados en este proyecto, y que se sitúan enterrados o semienterrados, deben localizarse preferentemente en un plano más bajo que los pozos de agua y otros manantiales y, por lo menos, a 15 metros de distancia.

Otras recomendaciones en cuanto a la ubicación se resumen en la siguiente tabla:

<b>Distancias a :</b>	<b>De los decantadores</b>	<b>Del sistema de infiltración</b>
Edificios	≥ 1.5 m	≥ 3 m
Límite parcela	≥ 1.5 m	≥ 1.5 m
Pozos de agua	≥ 30 m	≥ 30 m
Arroyos o ríos (sin uso de abastecimiento)	≥ 7.5 m	≥ 30 m
Arroyos o ríos (con uso de abastecimiento)	≥ 60 m	≥ 60 m
Diques o terraplenes	≥ 7.5 m	≥ 30 m
Diques o terraplenes en cerrada, lagos o embalses abastecimiento	≥ 60 m	≥ 60 m
Charcos o lagunas	≥ 3 m	≥ 7.5 m
Conducciones de agua	≥ 3 m	≥ 3 m
Paseos y calzadas vehículos	≥ 1.5 m	≥ 1.5 m
Árboles grandes	≥ 3 m	≥ 10 m

Tabla 10.1 Distancias de seguridad.

Los sistemas de lagunaje y filtro verde deben situarse a 500 metros del núcleo urbano más próximo, para evitar la llegada de olores al mismo. También hay que tener en cuenta la dirección del viento (que en esta zona es del sudeste), al elegir la ubicación de los sistemas,.

Se recomienda la instalación de una barrera natural de arbolado en la zona intermedia entre el núcleo urbano y el sistema de depuración, para evitar el paso de olores.



Para la distribución hay dos posibles alternativas habituales:

- *Modelo Agrupado o distribución según operaciones básicas:* los equipos se encuentran agrupados en áreas diferenciadas de la planta para facilitar las operaciones de mantenimiento. Se emplea en plantas grandes con muchas unidades similares.
  
- *Modelo en Línea de Flujo:* Se sitúan los equipos según el orden establecido en el diagrama de flujo. Se emplea en plantas de medio y pequeño tamaño, será este el modelo elegido.

En el anexo A.IV se muestran los diagramas de distribución en planta de las distintas unidades.

No se dispone de planos topográficos, los datos de pendientes del terreno y distancias han sido tomados por personal de la ONG local (Fe y Alegría Perú).



## **11. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

### **11.1 BALANCE**

En este apartado se lleva a cabo un análisis de costes de las instalaciones.

Para realizar el análisis se hace un balance en el que se tienen en cuenta el capital fijo inmovilizado, los costes variables o de operación y los costes fijos.

#### **11.1.1 Capital fijo inmovilizado**

En este capital se incluyen:

- Costes directos, CD:
  - Costes de instalación de los equipos del diagrama de flujo, que se denominan dentro del límite de batería (ISBL, Inside Of Battery Limits).
  - Costes de los equipos fuera de los límites de batería (OSBL, Outside Of Battery Limits).
  
- Costes indirectos, CI:
  - Se refiere a los gastos relacionados con la ingeniería y supervisión de la instalación, contingencias, salarios, costes de estructuras, comerciales y los gastos generales, etc.

El coste de equipos se presenta más detallado en el anexo A.III.

Los costes generales, de transporte y otros se calculan multiplicando los costes de los equipos por un factor de 0.15.

Los costes debidos a la dirección técnica y utilidad se calculan multiplicando a la suma de costes de equipos y generales por un factor de 0.10.

La moneda oficial de Perú es el sol, su cotización con respecto al euro es

de 3.5 soles por un euro.

Los resultados del cálculo del capital fijo inmovilizado se resumen en la tabla siguiente:

<b>Capital fijo inmovilizado</b>	<b>Soles</b>	<b>Euros</b>
<b>Tinki</b>	227460.3	64988.7
<b>Ccatca</b>	197009.2	56288.4
<b>Andahuaylillas</b>	344795.1	98512.9

Tabla 11.1 Capital fijo inmovilizado

La inversión correspondiente al capital fijo inmovilizado se divide en tres partidas:

- Subvención pública, supone un 66% del total.
- Aportación de la ONG local participante en el proyecto (Fe y Alegría Perú), supone el 30% del total.
- Aportación de las ONGs españolas participantes en el proyecto (Prosalus e Ingeniería Sin Fronteras), supone un 4% del total.

### **11.1.2 Costes variables**

Para balancear los costes variables hay que tener en cuenta varias partidas:

- Costes de operación. Todos los relacionados con los costes de servicios utilizados.
- Costes de mantenimiento anuales, que incluyen las operaciones y material de mantenimiento, y pueden considerarse un 6% del capital fijo inmovilizado.

En las instalaciones consideradas en este proyecto los servicios generales

se refieren al agua utilizada para la limpieza de los equipos e higiene de los operarios, y a la electricidad utilizada para la iluminación de los módulos higiénico-sanitarios. Al ser gastos puntuales no se tienen en cuenta en la evaluación económica.

Los costes variables en cada instalación se presentan en la siguiente tabla:

<b>Costes variables</b>	<b>Soles</b>	<b>Euros</b>
<b>Tinki</b>	13647.6	3899.3
<b>Ccatca</b>	11820.6	3377.3
<b>Andahuaylillas</b>	20687.7	5910.8

Tabla 11.2 Costes variables

Estos costes variables se dividen en tres partidas de igual valor:

- Aportación de las autoridades locales.
- Aportación de la ONG local (Fe y Alegría Perú).
- Aportación de los beneficiarios del proyecto (familias de los escolares).

La aportación anual de cada familia, en las distintas comunidades, se presenta en la siguiente tabla :

	<b>Nº familias</b>	<b>Aportación</b> (soles)	<b>Aportación</b> (euros)
<b>Tinki</b>	100	45.5	13
<b>Ccatca</b>	114	34.6	10
<b>Andahuaylillas</b>	263	26.2	7.5

Tabla 11.3 Aportación beneficiarios al mantenimiento

Los ingresos anuales medios por familia ascienden a 1665 soles, por lo que

la aportación para el mantenimiento supone, como máximo, un 3% de estos ingresos.

Para que estas aportaciones no supongan a las familias beneficiarias una pérdida de poder adquisitivo, se contempla un programa de desarrollo económico con el objetivo de aumentar la productividad de los cultivos agrícolas.

Este programa de desarrollo se basa en el aumento de insumos aplicados a los cultivos, en concreto abonos orgánicos. Debido a factores económicos y culturales, los abonos utilizados en la agricultura, en las comunidades consideradas, proceden del estiércol ganadero, aunque las cantidades aplicadas por hectárea son mínimas, debido a la falta de costumbre en la recogida del estiércol y al uso de éste como combustible, en las zonas donde no abunda la leña.

Según algunos estudios realizados sobre esta cuestión <sup>[1], [2]</sup> el estiércol producido por los animales con que cuentan las familias beneficiarias es más que suficiente para enriquecer las tierras de cultivo y aumentar la productividad agrícola.

Cada familia posee (de media) 10 ovejas, 2 vacas, 7 cuyes y 1 cerdo. La cantidad total de estiércol que producen estos animales anualmente es de 19.5 toneladas. Considerando idónea la aplicación de entre 5 y 7 toneladas de abono por hectárea y año, y estimando en 0.5 hectáreas la extensión dedicada al cultivo por familia, se comprueban las observaciones realizadas por los estudios mencionados anteriormente.

Entre los cultivos más importantes que se dan en la zona se encuentran la patata y la cebada; la mayor parte de la producción conseguida de estas especies se dedica al autoconsumo, otra parte se utiliza como semilla para la siguiente cosecha y el 15% se comercializa.

En el caso de la patata, la productividad de la zona es casi un 50% inferior a la media regional (5612 Kg/Ha frente a 12000 Kg/Ha de media regional).

Logrando un aumento de la productividad hasta alcanzar la media regional, y manteniendo el porcentaje de la cosecha que se comercializa, cada familia puede vender 1714.8 Kg de patatas al año.

La cotización actual de la patata en Perú (según el Ministerio de

Agricultura) es de 0.74 soles/Kg, por lo que los ingresos anuales, por su venta, obtenidos por cada familia ascienden a 1268.95 soles.

El porcentaje de estos ingresos que las familias deben dedicar al mantenimiento de las instalaciones consideradas en el proyecto se resume en la siguiente tabla:

	<b>% ingresos</b>
<b>Tinki</b>	3.6
<b>Ccatca</b>	2.7
<b>Andahuaylillas</b>	2

Tabla 11.4 Porcentaje ingresos dedicado al mantenimiento

### **11.1.3 Análisis de sensibilidad**

Para que la realización del proyecto sea posible es necesario contar con subvenciones públicas. Debido a los plazos de concesión de dichas subvenciones, la ejecución de las infraestructuras del proyecto se iniciará en el plazo de un año.

Es necesario, por tanto, estudiar las posibles variaciones de los precios en ese periodo de tiempo, que afectarán sobre todo a los productos agrícolas y no tanto a los materiales de obra, o a la cotización del sol, que se ha mantenido bastante estable en los últimos años.

El análisis de sensibilidad de esas variaciones se presenta en el siguiente gráfico :

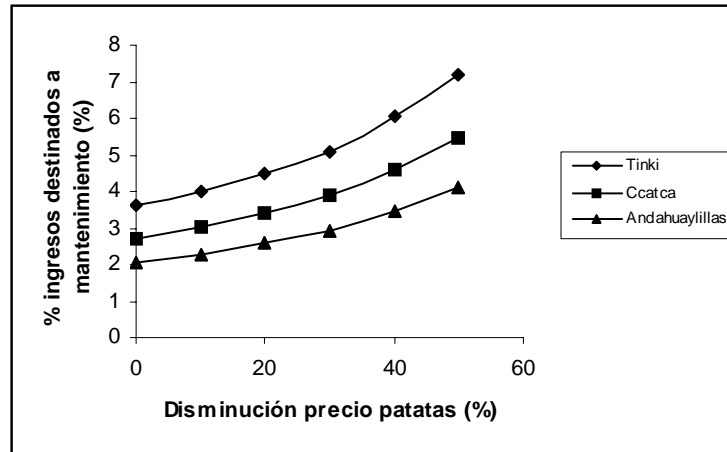


Figura 11.1 Influencia del precio de la patata sobre el % ingresos destinados al mantenimiento.

Como se observa en el gráfico, la disminución del precio de la patata, hasta en un 50%, no produce un aumento del porcentaje de ingresos destinados al mantenimiento muy grande. Esto demuestra que, de tener éxito el programa de desarrollo, la seguridad económica de los beneficiarios se reforzaría bastante.



## **12. SEGURIDAD**

En el desarrollo de cualquier proyecto se deben tener en cuenta los posibles riesgos que se originarían en el caso de que se produjeran desviaciones del proceso, respecto de las condiciones normales de operación.

Estas desviaciones pueden afectar a la salud de los trabajadores o de la población cercana a la planta, así como al correcto funcionamiento de los distintos equipos por su posible deterioro, como consecuencia directa de un accidente.

La seguridad industrial de las instalaciones tiene como objetivo minimizar los riesgos para personas, instalaciones, servicios y medio ambiente.

En la legislación sobre Prevención de Riesgos Laborales, ley 31/1995, artículo 16, se establece la aplicación de una acción preventiva a partir de la evaluación inicial de los riesgos sobre la seguridad y la salud de los trabajadores.

Se deben lograr unas condiciones de trabajo controladas para reducir el riesgo de posibles accidentes. Es importante, para ello, que las actividades susceptibles de generar riesgos laborales sean integradas dentro de un plan de seguridad de la planta para evitar daños.

### **12.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN LAS INSTALACIONES**

En las instalaciones consideradas en el proyecto no se trabaja con sustancias químicas peligrosas, ni con presiones altas, por lo que no se consideran los riesgos asociados a este tipo de condiciones.

#### **12.1.1 Equipo eléctrico**

Siempre que se trabaja con corriente eléctrica existe un riesgo, es necesario seguir las normas escrupulosamente, sobre todo para evitar contactos directos, con los equipos, las personas y también los fluidos de proceso.

En este caso el equipo eléctrico fuera del límite de batería de las instalaciones de depuración, por lo que el riesgo de contacto se minimiza.

### **12.1.2 Nivel de ruido**

El nivel de ruido producido por los equipos debe ser tenido en cuenta para la seguridad del personal, ya que los niveles excesivos pueden generar lesiones permanentes en el oído. Las medidas más importantes a tener en cuenta se señalan en el apartado de contaminación acústica del capítulo sobre impacto ambiental.

En el RD 1316/1989 se determina la protección necesaria en función del nivel de ruido existente. En este caso, los equipos considerados no producen apenas ruido durante su funcionamiento, por lo que el riesgo de contaminación acústica es mínimo.

## **12.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA LAS FUGAS**

La normativa medioambiental recoge las exigencias acerca de las emisiones permitidas y los valores límites de esos parámetros. Se consideran también los valores umbral, las concentraciones máximas y las emisiones permitidas por la legislación local.

Es necesario diferenciar entre las emisiones planeadas, recogidas en la evaluación de impacto ambiental, donde se incluirá el tratamiento necesario y los residuos que se generarán y, las emisiones por fugas que incluyen las pérdidas no planeadas como pueden ser fugas por goteo en válvulas o purgas. Los equipos con más riesgo de sufrir estas pérdidas son los que presentan partes móviles. Para evitar estos vertidos se pueden emplear cierres de seguridad o sellos estancos en caso de productos peligrosos.

### *AISLAMIENTO POR SEPARACIÓN*

Es necesario mantener una distancia mínima de seguridad entre aquellos puntos que pudieran construir un riesgo para otros equipos y para las personas que trabajen en las instalaciones.

Además, es importante la accesibilidad a cualquier parte de la instalación, al menos desde dos direcciones diferentes.

#### *AISLAMIENTO DE FUGAS*

El sistema será independiente en los diferentes tramos en que se halla dividido, de modo que en el caso de producirse una fuga en una zona de la instalación, no afecte al resto del proceso.

#### *JUNTAS DE ESTANQUEIDAD*

Como se ha mencionado con anterioridad, cualquier conexión existente entre las conducciones o los equipos es más susceptible de que se produzcan pérdidas, por lo que se debe tener especial cuidado a la hora de seleccionar las juntas adecuadas, con el fin de minimizar el riesgo de fugas.

El tipo de junta necesaria así como el material que va a estar formada va a venir definido por las características del fluido, el tipo de instalación y las condiciones en que va a operar. Además, es necesario tener en cuenta las necesidades de mantenimiento de estos sistemas, evaluando las actuaciones que se deben realizar de modo periódico así como las intervenciones en caso de fuga.

### **12.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN DEL PERSONAL**

En este apartado se distinguen equipos de protección colectiva e individual.

Los sistemas de protección individual son los equipos destinados a ser llevados por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud. Este material comprenderá:

- Cascos de protección.
- Protectores de los ojos y de la cara.
- Protectores del oído.

- Protectores de las vías respiratorias.
- Guantes de protección.
- Zapatos y botas de seguridad.
- Ropa de protección.

Los equipos para la protección colectiva son los elementos que se instalan en la planta que protegen simultáneamente a todos los trabajadores expuestos a un determinado riesgo, bien cubriendo los elementos peligrosos o evitando el acceso a los mismos. Ejemplos de este tipo son las barandillas, sistemas de protección de incendios, etc. En este punto cabe destacar que se debe contar con un equipo de auxilio de urgencia que comprende:

- Un equipo de primeros auxilios.
- Una ducha de emergencia para el cuerpo y una ducha para los ojos.

Es importante para conseguir la mejor protección posible para el personal la formación previa.

## **12.4 EQUIPOS DE SEGURIDAD**

Tras estudiar todas las medidas necesarias para evitar riesgos, se instalan equipos de seguridad tanto pasiva (por el hecho de existir ya minimizan el riesgo) como activa (sistemas que cuando hay una situación de peligro se activan para reducir ese riesgo).

### **12.4.1 Elementos de seguridad pasiva**

- Sistemas de recogida de fugas: cuando se produzcan pérdidas de líquido este se conducirá mediante canalizaciones hacia una zona de recogida.
- Instalación de válvulas antirretorno. Estas válvulas evitan el retroceso de las corrientes, además de aislar unas zonas de la instalación de las otras para evitar efectos dominó.

### **12.4.2 Mantenimiento y revisiones** <sup>[1], [2], [3]</sup>

Es necesario realizar las inspecciones con la frecuencia establecida, y siguiendo los procedimientos reglamentarios de revisión y control

En cuanto al mantenimiento, sus principales objetivos son:

- Limitar el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Mejorar el estado del material, para su eficaz funcionamiento.
- Intervenir antes de que el coste de la reparación sea demasiado elevado.
- Eliminar o limitar los riesgos de averías en el material imprescindible para el proceso.
- Asegurar el buen estado de los servicios generales.
- Permitir la ejecución de las reparaciones en las mejores condiciones.
- Evitar los consumos exagerados.
- Suprimir las causas de accidentes.
- Minimizar los costos, mientras la instalación permanezca en activo.

La actividad de mantenimiento se divide en tres bloques:

- Resolución de averías.
- Mantenimiento preventivo.

Con este sistema se prevé, de manera planificada y programada, la problemática de del deficiente funcionamiento de los equipos y elementos, determinando las frecuencias para acometer las diferentes revisiones a cada uno de los equipos que constituyen la instalación.

- Mantenimiento correctivo o de mejora.

Muchas veces es necesario efectuar actividades de corrección, rediseño o de mejora de equipos e instalaciones existentes, básicamente con la finalidad de optimizar su funcionamiento, mejorando sus prestaciones y vida útil, evitando así la sistemática repetición de averías.

Las operaciones de mantenimiento que es necesario realizar para cada equipo son:

### *Separador de Grasas*

- Cada quince días se retirará la grasa acumulada, depositándolas en la cámara de compostaje.
- Una vez al año se limpiará, reparando los desperfectos que puedan aparecer.

### *Decantador*

- Cada día se retirarán los fangos depositados en la poceta de fangos y se depositarán en la cámara de compostaje.
- Una vez a la semana se comprobará el funcionamiento del vertedero y se recogerán los posibles flotantes que aparezcan, trasladándolos a la cámara de compostaje.
- Una vez al año se limpiará, reparando los posibles desperfectos que puedan aparecer.

### *Cámara de compostaje*

- Cada día se añadirán los aditivos que requiere el proceso de compostaje.
- Una vez por semana se volteará el contenido de la cámara para favorecer la aireación.
- Cada 100 días se retirará el compost producido y se limpiará la cámara.
- Una vez al año se repararán los posibles desperfectos que puedan aparecer.

### *Sistema de infiltración*

- Cada cuatro días alternar la alimentación entre balsas.
- Una vez al mes comprobar la humedad del terreno o la aparición de encharcamiento.
- Cada dos meses rastrillar el terreno para desprender las acumulaciones orgánicas y favorecer la oxigenación.
- Una vez al año limpiar las arquetas y reparar los posibles desperfectos que puedan aparecer.

### *Filtro verde*

- Cada cuatro días alternar la alimentación entre parcelas.
- Una vez al mes comprobar la humedad del terreno o la aparición de encharcamiento.

- Cada tres meses rastrillar el terreno para desprender las acumulaciones orgánicas y favorecer la oxigenación.
- Una vez al año eliminar las malas hierbas, que dificultan la fotosíntesis.
- Una vez al año podar los árboles que componen el filtro.
- Una vez al año limpiar las arquetas y reparar los posibles desperfectos que puedan aparecer.
- Una vez al año limpiar los surcos de riego, para evitar malos olores y atascos.

#### *Lagunaje*

- Una vez por semana comprobar el estado de los diques y reparar los posibles desperfectos que puedan aparecer.
- Una vez por semana recoger las algas que se acumulen en las orillas, para evitar la aparición de malos olores.
- Dos veces al año eliminar las malas hierbas que aparezcan en los diques, para evitar la aparición de roedores e insectos.
- Cada 10 años vaciar el sistema y retirar los fangos acumulados en el fondo de las lagunas.

#### *Red de tuberías*

- Una vez por semana comprobar el correcto funcionamiento de las compuertas.
- Una vez al mes comprobar el flujo de agua por el sistema.
- Una vez al año limpiar las arquetas y reparar los posibles desperfectos que puedan aparecer.

Las operaciones de *conservación* que más comúnmente será necesario realizar son:

- Pintado de los elementos férricos que lo necesiten.
- Pintado de los elementos de obra civil que lo precisen.
- Comprobación, accionamiento y engrase de válvulas.
- Comprobación, limpieza y engrase de las guías de las compuertas.

Para el adecuado desarrollo de todas las actividades de mantenimiento y explotación, es imprescindible llevar un control de las mismas, de forma que

diariamente vayan quedando reflejadas todas las operaciones realizadas. La forma más adecuada de llevar a cabo este tipo de control es mediante la cumplimentación de los partes de control.



## **13. IMPACTO AMBIENTAL**

El impacto del proceso sobre el ambiente debe ser tenido en cuenta tanto en el diseño como en la operación de las instalaciones, de tal forma que la producción de residuos, efluentes y emisiones sean las mínimas posibles y que se cumpla siempre la legislación vigente. En la planta se seguirá la política de residuos marcada por ley cuyos fundamentos son:

- Prevenir la producción de residuos (reducción en origen).
- Establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos.
- Fomentar por este orden la reducción, la reutilización, el reciclado y otras formas de valoración de los residuos.
- Regular los suelos contaminados con la finalidad de proteger el medio ambiente y la salud de las personas.

### **13.1 ESTUDIO DE EFLUENTES**

#### **13.1.1 Residuos sólidos**

En cuanto a los posibles residuos sólidos de las instalaciones, el más importante es el compost producido en las cámaras de compostaje. Este producto no supone ningún riesgo para el medioambiente, ya que durante el proceso de compostaje se eliminan las sustancias que puedan producir contaminación.

El compost se reutiliza como abono agrícola, para enriquecer el suelo, suponiendo un impacto ambiental positivo.

La reutilización de lodos de depuración no está regulada por la legislación peruana, por lo que se considera la Directiva del Consejo Europeo 86/278, del 12 de junio de 1986.

También se puede considerar como residuo sólido la madera procedente de la poda de árboles en el filtro verde (H-0204A/B). Sin embargo este residuo es

utilizado como leña por los beneficiarios del proyecto y no supone un peligro ambiental.

Hay que destacar el impacto ambiental positivo que supone la implantación del filtro verde, debido a la reforestación de la zona y al enriquecimiento del suelo.

### **13.1.2 Efluentes líquidos.**

En las condiciones normales de operación se producen en las instalaciones como efluentes líquidos:

- Aguas procedentes de la última fase de depuración, que se vierten en el terreno o en un cauce. Estas aguas han sido sometidas a una depuración suficiente como para no suponer un peligro ambiental. En el caso de aplicación al terreno suponen un impacto positivo por el enriquecimiento del suelo.

En cuanto a los efluentes que se pueden producir accidentalmente:

- Aguas procedentes de la limpieza de los diferentes equipos
- Emisiones fugitivas originadas por goteo y fugas de las juntas, uniones, válvulas, etc.
- Descargas súbitas a través de los aliviaderos y drenajes.
- Derrames y descargas motivadas por fallos o mal funcionamiento.

## **13.2 MINIMIZACIÓN DE LOS EFLUENTES**

Es importante conseguir que la emisión de los efluentes sea mínima, para ello se pueden tomar ciertas medidas:

- Ubicación de los puntos de drenaje de los equipos de forma que permitan el traslado de fugas al circuito de recogida de efluentes.
- Buen mantenimiento y tecnología.
- Formación de todos los trabajadores.

### **13.3 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS**

#### **13.3.1 Líquidos**

- Las aguas procedentes de la última fase de depuración han sido sometidas a una depuración suficiente para no suponer un peligro ambiental.
- En cuanto a las aguas procedentes de aliviaderos y drenajes, serán trasladadas a otra fase de depuración, siempre que sea posible.

### **13.4 IMPACTO VISUAL**

El impacto visual es un factor importante sobre todo en la aceptación de las instalaciones. El factor fundamental que influye en el impacto visual es el tamaño de los equipos, en este caso, la mayoría son de pequeñas dimensiones y se encuentran enterrados, por lo que el impacto visual es mínimo.

En el caso del sistema de lagunaje (unidad 0300), cuyo tamaño es importante, se procurará su integración en el entorno acondicionando los alrededores con el uso de vegetación.



## **14. SERVICIOS**

Los servicios generales que intervienen en las distintas unidades son:

### **14.1 AGUA**

Los usos del agua como servicio general en este caso son:

- Agua sanitaria. Para la higiene y consumo de los operarios.
- Agua para la limpieza y riego. Es el agua destinada a la limpieza de locales, materiales y equipos.

El agua para estos requerimientos se toma de los módulos sanitarios y puntos de abastecimiento de las escuelas rurales. Al tratarse de usos puntuales, no se tienen en cuenta en la evaluación económica.

En el Anexo A.II. se exponen los cálculos de la red de abastecimiento para los módulos sanitarios de la comunidad de Tinki.

### **14.2 ELECTRICIDAD**

El uso de la energía eléctrica como servicio general, en este caso, es el de iluminación de los módulos sanitarios de las escuelas rurales. Al tratarse de un uso puntual, no se tiene en cuenta en la evaluación económica.



## **15. LEGISLACIÓN Y NORMAS**

Los proyectos de instalaciones industriales están sometidos a numerosas disposiciones legales determinadas por organismos de legislación muy diversos. En Perú las obras de edificación, cimentación, estructuras, infraestructuras, accesos, agua y efluentes se encuentran dentro del ámbito del ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. La problemática medioambiental queda recogida por el Ministerio de Agricultura.

Debido a que la legislación peruana no está muy desarrollada, en algunos aspectos, se ha tenido en cuenta también la normativa española a la hora de realizar el proyecto.

Las disposiciones generales que afectan a cualquier proyecto, pueden dividirse en cinco grupos:

- Seguridad e higiene.
- Medio ambiente.
- Infraestructuras y edificación.
- Instalaciones mecánicas.
- Instalaciones eléctricas.

### **15.1 LEGISLACIÓN RELATIVA A SEGURIDAD E HIGIENE**

- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Orden 9-3-71; BOE 16,17-3-71.
- Normas de seguridad en establecimientos públicos y privados. RD 1338/1984; BOE 13-7-84.
- Norma sobre la señalización de seguridad en centros y locales de trabajo. RD 1403/1986.  
Modelos para la notificación de accidentes de trabajo. Orden 16-12-87.
- Seguridad y calidad industriales. Ley 21/1992.

- Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial. RD 200/1995; BOE 6-2-96.
- Reglamento de los servicios de prevención de riesgos laborales. R.D. 39/1997; BOE 17-1-97
- Prevención de riesgos laborales. Ley 35/1995; BOE 10-11-95.

## **15.2 LEGISLACIÓN RELATIVA A MEDIO AMBIENTE**

### **15.2.1 General**

- Reglamento de actividades molestas, insalubres nocivas y peligrosas. RD 2417/1961 de 30/11; BOE 7-12-61. Instrucciones complementarias: Orden 2-4-63; BOE 2-4-63.
- Evaluación de impacto ambiental. RDL 1302/1986 de 22/6; BOE 30-6-86.
  - Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo de evaluación del impacto ambiental. RD 1131/1988 de 30/9; BOE 5-10-88.
  - Evaluación de Impacto Ambiental para obras y actividades. Ley n°26786. Publicada el 13/05/97. **(Perú)**
  - Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Ley n°27446. Publicada el 16/03/01. **(Perú)**

### **15.2.2 Aguas y efluentes**

- Ley de Aguas. Ley 29/1985 de 2/8; BOE 18-8-85. Corrección de errores: BOE 10-10-85.
- Ley de aguas. Complemento. RD 2473/1985; BOE 21-1-86.
- Autorización de vertidos de aguas residuales. Orden 23-12-1986; BOE 30-12-86.



- Normas complementarias de las autorizaciones de vertidos de aguas residuales.
- Orden 23-12-86 (MOPU); BOE 30-12-86.
- Orden 19-12-89; BOE 20-3-89.
- Aprobación del Reglamento del dominio público hidráulico que desarrolla los títulos preliminares I, V, VI, y VII de la Ley 29/1985. RD 849/1986 de 11/4; BOE 30-4-86.
- Actualización de las sanciones de la Ley de aguas y modificación de ciertos artículos del Reglamento del dominio público hidráulico. RD 419/1993; BOE 14-4-93.
- Actuación y mejoras en la calidad de las aguas de vertidos. Resolución 27-9-94; BOE 28-10-94.
- Directiva del Consejo Europeo sobre tratamiento de aguas residuales urbanas. Directiva nº91/271. Publicada el 21 de mayo de 1991.
- Ley General de Aguas. Ley nº17752. Publicada el 25/07/69. **(Perú)**
- Proyecto Ley de Aguas. Decreto Supremo nº122. Publicado el 5/12/02. **(Perú).**

### **15.2.3 Residuos sólidos**

- Ley básica de residuos tóxicos y peligrosos que incorpora al ordenamiento la Directiva 78/319/CEE. Ley 2071986 de 14/5; BOE 20-5-86.
- Desarrollo de la Ley 20/1986 y Reglamento. RD 833/1986; BOE 30-7-88.
- Directiva del Consejo Europeo sobre utilización de lodos de depuradora en la agricultura. Directiva nº86/278. Publicada el 12/06/86.
- Ley General de Residuos Sólidos. Ley nº27314. Publicada el 21/07/2000. **(Perú)**

### **15.3 LEGISLACIÓN RELATIVA A INFRAESTRUCTURAS Y EDIFICACIÓN**

- Acciones en la edificación. Norma MV 101-1962. Decreto 195/1963; BOE 9-2-63.
- Norma NTE-AGD. Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Galerías. Orden 1-10-1983; BOE 14-11-83.
- Norma NTE-IFA. Abastecimiento de agua. Orden 23-12-75; BOE 3-01-76.
- Norma NTE-ISD. Depuración. Orden 9-01-74; BOE 19-01-74.
- Norma NTE-EHS. Estructuras de hormigón armado. Soportes. Orden 12-12-83; BOE 28-12-83.
- Norma NBE-EHE. Hormigón estructural. Orden 13-01-99. BOE 24-06-99.
- Ordenación de la Edificación. Ley 38/ 1999.

### **15.4 LEGISLACIÓN RELATIVA A INSTALACIONES MECÁNICAS**

#### **15.4.1 Instalaciones de agua**

- Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua. Orden 28-7-74; BOE 6-3-89.
- Contadores de agua fría. Orden 28-12-88 MOPU; BOE 6-3-89.

### **15.5 LEGISLACIÓN RELATIVA A INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

- Normas sobre acometidas eléctricas y decreto correspondiente. RD 2494/1982 de 15/10 Mº Industria y Energía. BOE 12-11-82. Corrección de errores BOE 4-12-82, 29-12-83, 21-2-83.

- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de Energía. RD 724/1979. BOE 15-4-54.
- Reglamentos Electrotécnicos para Alta y Baja Tensión. RD 3151/69.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Decreto 2413/1973, Mº Industria y Energía. BOE 9-10-73.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Modificación. RD 724/1979. BOE 7-4-79.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Modificación artículo 2º. RD 2295/1985 de 9/10, Mº Industria y Energía. BOE 12-12-85.
- Medida de aislamiento de las instalaciones. Resolución 30/4/74, DG Energía. BOE 7-5-74.

## **15.6 INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS**

- IT. IC 01. Terminología.
- IT. IC 02. Exigencias ambientales.
- IT. IC 03. Exigencias de seguridad.
- IT. IC 04. Exigencias de rendimiento y ahorro de energía.
- IT. IC 05. Normas generales de cálculo.
- IT. IC 14. Tuberías, válvulas y accesorios.

## **16. SOSTENIBILIDAD**

### **16.1 SOSTENIBILIDAD SOCIAL**

La sostenibilidad social se fundamenta en las capacidades socioculturales desarrolladas por la ONG local y los beneficiarios. Los docentes de las escuelas rurales se convierten en los agentes principales para posibilitar un cambio de actitud, tanto en ellos mismos como en las madres y padres de familia y en las propias alumnas y alumnos. Para ello, se va a realizar una capacitación adecuada de dichos docentes. Los docentes conservan todavía, especialmente en los ámbitos rurales, su condición de líder de la comunidad; por esto son los propios docentes los agentes más adecuados para transmitir a la comunidad de madres y padres de familia y a sus propios alumnos y alumnas los conocimientos previamente adquiridos posibilitando de esta forma los cambios de actitud necesarios para lograr una educación en equidad.

A su vez, las reuniones de escuelas de padres son organizadas y conducidas por los docentes, conforme viene realizándose en la actualidad, y cuentan con el apoyo y la presencia del equipo de promotores capacitados.

El factor tecnológico se ve reflejado en la construcción de la infraestructura de saneamiento acompañada de una capacitación adecuada. La transferencia de la tecnología recae fundamentalmente en los siguientes grupos: los docentes que permanecen en los centros educativos; Los Padres de Familia a través de las Escuelas de Padres.

Las tareas de sensibilización en el uso adecuado de las infraestructuras y en el desarrollo de hábitos de higiene saludables, se continuarán desde los padres de familia sensibilizadas y los maestros de las escuelas, asegurándose por tanto la multiplicación de los conocimientos adquiridos.

La ONG local (Fe y Alegría Perú) cuenta con un equipo permanente en la zona de trabajo, y por lo tanto seguirá desarrollando una función de asesoría

permanente a través de sus visitas con los equipos de trabajo que son permanentes en la zona.

El servicio educativo que se facilita es abierto y el acceso de los niños y jóvenes y otros participantes en el conjunto de actividades no tiene restricción lo que permite el uso óptimo de los bienes y servicios derivados de la ejecución del proyecto.

Igualmente, el proyecto se enmarca dentro de una perspectiva de género respetando roles productivos y reproductivos tanto de varón como mujer. Reconociendo sin embargo el protagonismo que en estos últimos años ejerce la mujer en la sociedad campesina.

Por otro lado, el proyecto, respeta las formas tradicionales y otras que han venido surgiendo y que hoy forman parte del sistema de gestión existente.

## **16.2 SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL**

En cuanto a la sostenibilidad medioambiental, la educación como otras actividades de orientación de la población, busca entre otros fomentar la prevención ante posibles agresiones a la ecología de las zonas rurales así como de mantener las variables de respeto a la vida y los derechos humanos en el contexto del desarrollo sostenible. A este respecto, se prevé la orientación de los alumnos, maestros y padres de familia hacia la protección del medio ambiente.

Igualmente, como se ha explicado, lo que se pretende es que la propia construcción sea una innovación en cuanto al respeto del medio ambiente, para lo que se hará un estudio técnico adecuado para cada una de las escuelas en las que se quiere, a lo largo del tiempo, dotarlas de la infraestructura de saneamiento básico.

Hay que notar por otra parte que, junto al tradicional cuidado medioambiental que el campesino tiene respecto a sus terrenos de cultivo y/o de pastos, no tiene ninguna tradición de cuidado medioambiental en su propia

vivienda ni en los medios de uso diario, como plásticos, latas de conserva, botellas, etc. Es decir no hay una cultura al respecto en el paso de un medio de vida tradicional ajeno a los desperdicios de una sociedad moderna. Con este proyecto se asientan las bases para la adquisición de una cultura del cuidado del medio ambiente habitacional.

### **16.3 SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA**

En cuanto a la sostenibilidad económica, el proyecto es de inversión social dirigido a mejorar los niveles de educación para la mujer y su acceso a saneamiento básico, lo que repercutirá en una mejora de la situación de salud que posibilitará a las familias invertir sus escasos ingresos en la atención de otras necesidades (vestido, educación, etc.). A medio y a largo plazo el proyecto tendrá resultados ahorrativos para las familias.

En cuanto a las infraestructuras construidas, los comités creados para este fin serán los que supervisen y administren los sistemas, con respecto al coste de mantenimiento; el diseño del sistema para cada escuela estará pensado de forma que sea autosostenible, es decir que los propios beneficiarios aprendan el sistema de mantenimiento para que ellos mismos puedan hacerse cargo. Igualmente estará pensado de acuerdo a las posibilidades económicas de los beneficiarios para que el mantenimiento no requiera de grandes costes. Por último, se capacitará al técnico local para que sea él mismo quien dirija la construcción de cada uno de los sistemas de manera que a largo plazo si surgiese algún problema en cuestiones técnicas, hubiera personal local con la adecuada capacitación para solventarlos.

### **16.4 RIESGOS PARA LA SOSTENIBILIDAD**

El principal riesgo que se detecta son las posibles resistencias por parte de los padres de familia debido a la realidad cultural de la zona, en la que los varones hijos son una fuerza productiva en el campo y las hijas mujeres son tradicionalmente marginadas del sistema educativo y por el sistema educativo. Otro factor importante es la importancia que los padres y sobre todo las madres de familia dan al rol cultural local de la mujer, con el convencimiento de que la

Escuela no aporta “aprendizajes significativos” para el papel tradicional que la mujer debe tener al comenzar su propia familia.

La resistencia a los cambios en los patrones de saneamiento de los niños/as, va significar esfuerzo y trabajo muy fuerte por parte del equipo del proyecto. Aunque no se consideran cambios bruscos, se prevé un trabajo de promoción que debe ser dirigido no sólo a los niños, sino también a los maestros y padres de familia.

Estos riesgos están previstos en el diseño del proceso más amplio en el que se inserta este proyecto, y por ello se planea trabajar desde lo afectivo y cultural hasta la progresiva aportación de conocimientos teóricos.

Cabe anotar, que la presencia de la ONG local (Fe y Alegría Perú) en la zona es permanente, con lo que el seguimiento de esta cuestión será continuo en el tiempo, dado que el cambio de actitud es algo que se consigue después de largos procesos de acompañamiento.

## 17. DISTRIBUCIÓN DE TAREAS

En la siguiente tabla se presenta la distribución de tiempos de las distintas tareas para la realización del proyecto.

Nº	Tarea	Inicio	Fin	Duración (h)	Tareas anteriores
1	Objetivo y bases del proceso	Abril 2003	Octubre 2003	10	
2	Estudio del proceso	Abril 2003	Octubre 2003	100	1
3	Diagrama de bloques	Octubre 2003	Noviembre 2003	3	2
4	Estudio de alternativas	Octubre 2003	Noviembre 2003	60	3
5	Diagrama de flujo	Noviembre 2003	Diciembre 2003	20	3
6	Balances de materia	Noviembre 2003	Diciembre 2003	10	5
7	P&I	Diciembre 2003	Enero 2004	20	5
8	Diseño de equipos	Diciembre 2003	Febrero 2004	60	6
9	Hojas de especificaciones	Febrero 2004	Febrero 2004	10	8
10	Evaluación económica	Febrero 2004	Febrero 2004	30	8
11	Seguridad	Febrero 2004	Febrero 2004	3	7
12	Impacto ambiental	Febrero 2004	Febrero 2004	3	6
13	Sostenibilidad	Febrero 2004	Febrero 2004	2	12
14	Redacción informe	Enero 2004	Febrero 2004	60	10
15	Planos definitivos	Febrero 2004	Febrero 2004	30	11

Tabla 17.1 Distribución de tareas.





## **18. BIBLIOGRAFÍA**

### **18.1 Bibliografía Capítulo 2**

[1] OMS, “Informe sobre la Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento en 2000”. Editorial and Publications Sections, UNICEF, Nueva York, 2000. Cap. 2 y 5.

[2] Boni Aristizábal A. y Ferrero de Loma-Osorio G.,”Introducción a la Cooperación para el Desarrollo”. Servicio de Publicaciones Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 1997. Cap. 11, 12 y 13.

[3] Documentos de Formulación del Proyecto de Cooperación para el Desarrollo “Mejora del Saneamiento Básico con Perspectiva de Género en Escuelas Rurales”. Prosalus. Madrid, 2003.Pag.14-18.

[4] Nicole Bernen, Equipo CCAIJO. “Atlas Provincial de Quispicanchi”. Centro de Investigación en Geografía Aplicada. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 1997. Cap.1.

### **18.2. Bibliografía Capítulo 3**

[1] Gobierno Vasco. “Hirigune Txikietako Ur-Ondakinen Enularazketa”. Viceconsejería de Medio Ambiente. Vitoria. 1985. Cap.1.

[2] Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernández Lehmann y Pedro Galán Martínez. “Manual de Depuración Uralita”. Uralita Productos y Servicios, S.A. Obra Civil. Madrid. 1995. Cap.3.

[3] Gobierno Vasco. “Hirigune Txikietako Ur-Ondakinen Enularazketa”. Viceconsejería de Medio Ambiente. Vitoria. 1985. Cap.2.

[4] Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernández Lehmann y Pedro Galán Martínez. “Manual de Depuración Uralita”. Uralita Productos y Servicios, S.A. Obra Civil. Madrid. 1995. Cap.2.

[5] Luis Moreno Merino, José Antonio Gómez López, José Manuel Murillo Díaz, Juan Carlos Rubio Campos. “Depuración de aguas residuales urbanas mediante

- Infiltración directa sobre el terreno. El modelo experimental de Dehesas de Guadix, Granada”. ITGE. Granada. 2001. Pag.1.  
([www.igme.es/internet/web\\_aguas/igme/publica/pdfayc5/depara.pdf](http://www.igme.es/internet/web_aguas/igme/publica/pdfayc5/depara.pdf) )
- [6] Dirección General Medioambiental de la Comisión Europea y Dirección del Agua del Ministerio Francés de la Ecología y Desarrollo Sostenible. “Procesos Extensivos de Depuración de las Aguas Residuales adaptadas a las pequeñas y medias colectividades”. Oficina Internacional del Agua. París. 2001. Pag. 9-11.
- [7] Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernández Lehmann y Pedro Galán Martínez. “Manual de Depuración Uralita”. Uralita Productos y Servicios, S.A. Obra Civil. Madrid. 1995. Cap.4.
- [8] Grupo TAR. “I Master en Ingeniería del Agua: Técnicas no convencionales”. Universidad de Sevilla. Sevilla. 2002. Cap.3.
- [9] Seoanez Calvo, Mariano. “Aguas residuales urbanas: Tratamientos naturales de bajo costo”. Ed. Mundi-Prensa. 1999. Cap. 3.
- [10] Ignacio Javier Palma Carazo. “Las aguas residuales en la Arquitectura Sostenible”. EUNSA. Pamplona. 2003. Cap.2.

### **18.3 Bibliografía Capítulo 10**

- [1] Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernández Lehmann y Pedro Galán Martínez. “Manual de Depuración Uralita”. Uralita Productos y Servicios, S.A. Obra Civil. Madrid. 1995. Cap.4.

### **18.4 Bibliografía Capítulo 11**

- [1] Documentos de Formulación del Proyecto de Cooperación para el Desarrollo “Mejora del Saneamiento Básico con Perspectiva de Género en Escuelas Rurales”. Prosalus. Madrid, 2003. Anexo 1. Cap.2.
- [2] Carmen Felipe. “La Diversidad como activo para el Desarrollo”. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali. Pucallpa. 2003. Pag.6-10.  
([www.sepia.org.pe/tema3/carmenfm.pdf](http://www.sepia.org.pe/tema3/carmenfm.pdf) )

## **18.5 Bibliografía Capítulo 12**

- [1] Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernández Lehmann y Pedro Galán Martínez. “Manual de Depuración Uralita”. Uralita Productos y Servicios, S.A. Obra Civil. Madrid. 1995. Cap.6.
- [2] Dirección General Medioambiental de la Comisión Europea y Dirección del Agua del Ministerio Francés de la Ecología y Desarrollo Sostenible. “Procesos Extensivos de Depuración de las Aguas Residuales adaptadas a las pequeñas y medias colectividades”. Oficina Internacional del Agua. París. 2001. Pag. 11-18.
- [3] Grupo TAR. “I Master en Ingeniería del Agua: Técnicas no convencionales”. Universidad de Sevilla. Sevilla. 2002. Cap.3.

## **18.6 Bibliografía Anexo A.I**

- [1] Gobierno Vasco. “Hirigune Txikietako Ur-Ondakinen Enularazketa”. Viceconsejería de Medio Ambiente. Vitoria. 1985. Cap.4.
- [2] Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernández Lehmann y Pedro Galán Martínez. “Manual de Depuración Uralita”. Uralita Productos y Servicios, S.A. Obra Civil. Madrid. 1995. Cap.1.
- [3] Remosa. Recubrimientos y Moldeados S.A. “Catálogo Separador de Grasas e Hidrocarburos”. Barcelona. 1999.
- [4] Fair, Gordon Maskew; Geyer, John Charles. “Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales”. Ed. Limusa. México D.F. 1996. Cap. 25.
- [5] Dirección General Medioambiental de la Comisión Europea y Dirección del Agua del Ministerio Francés de la Ecología y Desarrollo Sostenible. “Procesos Extensivos de Depuración de las Aguas Residuales adaptadas a las pequeñas y medias colectividades”. Oficina Internacional del Agua. París. 2001. Pag. 9-11.
- [6] Grupo TAR. “I Master en Ingeniería del Agua: Técnicas no convencionales”. Universidad de Sevilla. Sevilla. 2002. Cap.3.
- [7] Seoanez Calvo, Mariano. “Aguas residuales urbanas: Tratamientos naturales de bajo costo”. Ed. Mundi-Prensa. 1999. Cap. 3.

- [8] Ignacio Javier Palma Carazo. “Las aguas residuales en la Arquitectura Sostenible”. EUNSA. Pamplona. 2003. Cap.2.
- [9] Luis Moreno Merino, José Antonio Gómez López, José Manuel Murillo Díaz, Juan Carlos Rubio Campos. “Depuración de aguas residuales urbanas mediante Infiltración directa sobre el terreno. El modelo experimental de Dehesas de Guadix, Granada”. ITGE. Granada. 2001. Pag.4-5.  
([www.igme.es/internet/web\\_aguas/igme/publica/pdfayc5/depara.pdf](http://www.igme.es/internet/web_aguas/igme/publica/pdfayc5/depara.pdf) )
- [10] Coulson J.M., Richardson J. F., *Chemical engineering*, Vol VI. Editorial Pergamon. Oxford.1993. Cap.3.

### **18.7 Bibliografía Anexo A.II**

- [1] Ricardo Rojas, Sixto Guevara. “Diseño de sistemas de calentamiento por energía solar”. CEPIS. Lima. 2001. Pag.4-6.  
(<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsair/e/hdt/hdt83/83.html>)

## ANEXO I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### A.I.1 BALANCES DE MATERIA

El cálculo de todas las corrientes que se ponen en juego en el sistema es posible gracias a la aplicación de balances de materia a los distintos equipos. La aplicación de los balances empieza por conocer las composiciones de las distintas corrientes de alimentación, tomadas de la bibliografía<sup>[1]</sup>:

Parámetro	Concentración (mg/L)
DQO	889
SST	933
Grasas	267

Tabla A.1.1. Composición agua residual cocinas

Parámetro	Concentración
DBO <sub>5</sub>	300 mg/L
DQO	784 mg/L
SST	424 mg/L
N <sub>total</sub>	101 mg/L
Coliformes fecales	1.2*10 <sup>6</sup> NMP/100 mL

Tabla A.1.2. Composición agua residual sanitaria

Para hallar el caudal de cada corriente, se debe hacer una estimación de la población a la que servirá el sistema.

Según las “Normas para la Redacción del Proyecto de Abastecimiento de Aguas de Saneamiento a Población” de la Dirección General de Obras Hidráulicas, del Ministerio de Fomento, este cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$P_t = P_0(1 + \alpha)^t \quad (Ec.A.1.1)$$

$P_t$  = Población futura en un tiempo t

$P_0$  = Población actual

$\alpha$  = coeficiente de incremento poblacional

Considerando un tiempo de 25 años y un coeficiente de incremento poblacional de 0.012, dado por la bibliografía<sup>[2]</sup>, los resultados obtenidos para cada una de las comunidades consideradas en el proyecto son:

	<b>Tinki</b>	<b>Ccatca</b>	<b>Andahuaylillas</b>
<b>P<sub>0</sub></b> (hab)	306	338	780
<b>P<sub>t</sub></b> (hab)	412	456	1050

Tabla A.1.3. Poblaciones servidas por los sistemas de depuración

A estos valores hay que multiplicarlos por un *factor de población equivalente*<sup>[1]</sup> de 0.6, debido a que las instalaciones sirven a una escuela.

Por último, se considera un consumo de agua de 50 litros por habitante equivalente y día; 7.5 de ellos se consumen en la cocina y el resto en la zona sanitaria. Este consumo es menor al que se da en los países del Norte, debido a la existencia en la zona de una cultura de uso del agua totalmente distinta a la que se encuentra en los países más desarrollados.

La aplicación de los balances de materia se hace de forma unitaria para cada equipo, resultando balances sencillos, ya que no se tienen en cuenta reacciones químicas ni biológicas en su resolución; solamente se consideran los rendimientos de los equipos, calculados según la bibliografía.<sup>[3], [4], [5], [6], [7]</sup>

<b>Parámetro</b>	<b>Rendimiento eliminación (%)</b>
Grasa	90

Tabla A.1.4. Rendimiento operación Separador de Grasas

<b>Parámetro</b>	<b>Rendimiento eliminación (%)</b>
SST	60
DBO <sub>5</sub>	30

Tabla A.1.5. Rendimiento operación Decantador

<b>Parámetro</b>	<b>Rendimiento eliminación (%)</b>
DBO <sub>5</sub>	95
DQO	95
SST	90
N <sub>total</sub>	60
Coliformes fecales	90

Tabla A.1.6. Rendimiento operación Sistema Infiltración



Parámetro	Rendimiento eliminación (%)
DBO <sub>5</sub>	95
DQO	95
SST	95
N <sub>total</sub>	88
Coliformes fecales	99

Tabla A.1.7. Rendimiento operación Filtro Verde

Parámetro	Rendimiento eliminación (%)
DBO <sub>5</sub>	90
DQO	90
SST	95
N <sub>total</sub>	70
Coliformes fecales	99

Tabla A.1.8. Rendimiento operación Sistema de Lagunaje

Los balances de materia unitarios a cada equipo se realizan de la siguiente forma:

$$\dot{q}_i x_{ij} r_{nj} = \dot{q}_o x_{oj} \quad (\text{Ec.A.1.2})$$

$\dot{q}_i$  = flujo de la corriente  $i$  de entrada al equipo

$x_{ij}$  = composición del parámetro  $j$  en la corriente  $i$

$r_{nj}$  = rendimiento de eliminación del parámetro  $j$  en el equipo  $n$

$\dot{q}_o$  = flujo de la corriente  $o$  de salida del equipo

$x_{oj}$  = composición del parámetro  $j$  en la corriente  $o$

El balance de materia para la unión de las dos corrientes de alimentación se realiza de la siguiente forma:

$$\dot{q}_1 x_{1j} + \dot{q}_3 x_{3j} = \dot{q}_4 x_{4j} \quad (\text{Ec.A.1.3})$$

Estas son las principales consideraciones tomadas en los balances de materia. Con la aplicación de los mismos se obtienen los valores de la tabla de corrientes.



## ANEXO I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### A.I.2. DISEÑO DE EQUIPOS UNIDAD 0100 (TINKI)

#### A.I.2.1 Separador de Grasas (H-0101) <sup>[4]</sup>

Para el cálculo de las dimensiones principales de la cámara de grasas se tienen en cuenta el caudal de la corriente que llega a dicha cámara ( $I$ ), el tiempo de residencia y la velocidad de flotación de las partículas de grasa.

Estas dos últimas variables se toman de la bibliografía y su valor será:

$$t_r = 5 \text{ minutos}$$

$$v_f = 3 \text{ mm/s}$$

El volumen de la cámara se calcula con la siguiente fórmula:

$$V = Q_c \cdot t_r \quad (\text{Ec.A.1.4})$$

$$Q_c = 0.078 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = 6.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Para el cálculo de la superficie de flotación se utiliza la expresión:

$$A = \frac{Q_c}{v_f} \quad (\text{Ec.A.1.5})$$

$$A = 7.22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Esta es la superficie mínima para la separación de las partículas de grasa por flotación.

A partir de estos resultados se eligen las dimensiones de la cámara, de forma que su profundidad no sea demasiado elevada con respecto a su longitud.

Las dimensiones finales de la cámara son:

$$\text{Longitud} = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{Anchura} = 0.17 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total} = 0.65 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad de la entrada de líquido} = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad de la salida de líquido} = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Altura columna líquido} = 0.20 \text{ m}$$

La cámara se construirá de obra civil, con hormigón armado, y su estructura sigue la normativa sobre estructuras de hormigón NBE-EHE-99.

Dicha estructura está compuesta por obra de fábrica de ladrillo hueco sencillo de 15 cm de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20, enfoscada y bruñida por el interior con hormigón en masa HM-30, y con un recubrimiento interior de pintura impermeabilizante.

La cámara va enterrada, con acceso por la parte superior a través de una tapa de 30\*30 cm<sup>2</sup>, de hormigón en masa HM-30, de 6 cm de espesor, reforzada con malla electrosoldada de luz 25\*13 mm<sup>2</sup>, 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ .

#### **A.I.2.2 Decantador (H-0102) <sup>[4]</sup>**

Para el cálculo de las dimensiones principales del decantador se tienen en cuenta el caudal de la corriente que llega al tanque (3), el tiempo de residencia y la velocidad de sedimentación de los sólidos en suspensión.

Estas dos últimas variables se toman de la bibliografía y su valor será:

$$t_r = 2 * 1.38 = 2.76 \text{ h}$$

$$v_s = 0.54 \text{ m/h}$$

El valor de la velocidad tiene en cuenta que las partículas sólidas no son esferas perfectas, supone un buen comportamiento del tanque en cuanto a mezcla y es suficiente para conseguir un rendimiento de eliminación de SST del 60%.

Para el cálculo del tiempo de residencia se tiene en cuenta la temperatura de operación, multiplicándolo por un factor que, para 10°C, tiene el valor de 1.38.

El volumen del decantador se calcula con la siguiente fórmula:

$$V = Q \cdot t_r \quad (\text{Ec.A.1.6})$$

$$Q = 0.52 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = 1.44 \text{ m}^3$$

Para el cálculo de la superficie de sedimentación se utiliza la siguiente expresión, considerando que el tanque es cuadrado:

$$A = \frac{Q}{v_s} \quad (\text{Ec.A.1.7})$$

$$A = 0.96 \text{ m}^2$$

Esta es la superficie mínima para la separación de los sólidos en suspensión por sedimentación.

A partir de estos resultados se eligen las dimensiones del decantador, de forma que su profundidad no sea demasiado elevada con respecto a su longitud.

Las dimensiones finales del decantador son:

$$\text{Lado} = 1.4 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total en la zona de entrada} = 1.15 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total en la zona de salida} = 1.22 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente del fondo} = 8\%$$

$$\text{Profundidad de la entrada de líquido} = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{Altura libre sobre líquido} = 0.49 \text{ m}$$

La salida del líquido se realiza mediante un vertedero situado en el extremo opuesto al de entrada del líquido, con una longitud igual al lado del tanque. Para calcular sus dimensiones se considera la carga hidráulica de salida, tomada de la bibliografía, aplicándola a la siguiente expresión:

$$Q = u_d \frac{\pi}{4} D_H^2 \quad (\text{Ec.A.1.8})$$

$u_d$  = velocidad de descarga

$D_H$  = Diámetro hidráulico equivalente

$$u_d = V \cdot l \quad (\text{Ec.A.1.9})$$

$V$  = carga hidráulica de salida

$l$  = lado del decantador

$$D_H = 4 \frac{D \cdot B}{2D + B} \quad (\text{Ec.A.1.10})$$

$D$  = altura canal de salida

$B$  = anchura canal de salida

Aplicando estas expresiones se calculan las dimensiones del canal de salida:

$$V = 5 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$D = B = 0.2 \text{ m}$$

Los sólidos sedimentan formando fango, que se acumula en una poceta de fangos situada en el fondo del tanque, en el extremo opuesto a la entrada de la alimentación. El caudal de fangos sedimentados se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_f = \frac{K \cdot C \cdot Q}{10000 \cdot C_1} \quad (\text{Ec.A.1.11})$$

$Q_f$  = caudal de fangos [=] m<sup>3</sup>/h

$C$  = composición SST en la corriente de entrada [=] ppm

$K$  = coeficiente de reducción de sólidos

$C_1$  = concentración de fangos en la salida de purga del decantador [=] %

Para las dos últimas variables se escogen valores típicos, tomados de la bibliografía.

$$K = 0.6$$

$$C_1 = 5$$

$$C = 500 \text{ ppm}$$

$$Q_f = 3.12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$$

El cálculo de las dimensiones de la poceta de fangos se realiza con la expresión:

$$V_f = Q_f \cdot t_f \quad (\text{Ec.A.1.12})$$

$V_f$  = volumen poceta fangos

$t_f$  = tiempo de residencia en la poceta

Se toma un tiempo de residencia típico de 24h y el volumen obtenido para la poceta es de 0.075 m<sup>3</sup>.

Dicha poceta tiene una forma cónica, con una pendiente de fondo de 2:1.

Sus dimensiones quedan de la siguiente forma:

$$h_p = \text{profundidad poceta} = 0.26 \text{ m}$$

$$D_p = \text{diámetro poceta} = 0.52 \text{ m}$$



El decantador también cuenta con un aliviadero formado por una tubería de polietileno de alta densidad, de 40 mm de diámetro, situada sobre la altura del líquido en el tanque, que conduce el agua residual hasta el sistema de infiltración.

El decantador se construirá de obra civil, con hormigón armado, y su estructura sigue la normativa sobre estructuras de hormigón NBE-EHE-99.

Dicha estructura está compuesta por obra de fábrica de ladrillo hueco doble de 25 cm de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20, reforzado con malla electrosoldada de luz  $25 \times 13 \text{ mm}^2$ , 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ ; enfoscada y bruñida por el interior con hormigón en masa HM-30, y con un recubrimiento interior de pintura impermeabilizante.

El decantador se encuentra semienterrado, pudiéndose acceder a su interior a través de una tapa de  $1.55 \times 1.55 \text{ m}^2$ , de hormigón armado HM-30; reforzada con malla electrosoldada de luz  $25 \times 13 \text{ mm}^2$ , 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ . Dicha tapa es fija en su mayor parte, excepto en una zona, en la que está formada por tres losas de hormigón de 70 cm de longitud y 25 cm de ancho. También cuenta con una rejilla de ventilación de  $30 \times 30 \text{ cm}^2$ .

### **A.I.2.3 Cámara de compostaje (H-0103A/B) <sup>[8]</sup>**

Para calcular las dimensiones de la cámara de compostaje se tienen en cuenta el caudal de fangos producidos en el decantador, la cantidad de aditivos añadidos para fabricar el compost y el tiempo de residencia en la cámara.

Esta última variable se considera de 100 días, tiempo suficiente para conseguir la eliminación de los patógenos, según la bibliografía.

La razón de añadir aditivos al proceso es facilitar la desecación de los fangos y aumentar su relación carbono-nitrógeno, ya que la óptima para el compost es de 30. Los aditivos elegidos son residuos orgánicos de la cocina, grasas separadas en la cámara de grasas, tierra y rastrojos.

La relación C/N de estas sustancias se presenta a continuación:

	<b>Relación C/N</b>
Fangos	8
Residuos cocina	25
Rastrojos	87.5

Tabla A.1.9 Relación C/N de componentes compost

Considerando la densidad de los fangos como 1500 Kg/m<sup>3</sup> se calcula la cantidad de fangos producidos al día; la de residuos orgánicos de la cocina se estima en 0.3 Kg/hab/d, según la bibliografía.

Con un balance de materia se obtienen las cantidades diarias a añadir de cada elemento del compost.

	<b>Cantidad (Kg/d)</b>
Fango	112.5
Residuos cocina	75
Rastrojos	14.4

Tabla A.1.10 Cantidad elementos compost

Durante el proceso de compostaje el peso de las distintas materias se reduce en un 90%, con lo cual al cabo de 100 días se obtienen 2019 Kg de compost.

Las dimensiones de la cámara de compostaje son:

$$S = 5 \text{ m}^2$$

$$h = 1 \text{ m}$$

La cámara va enterrada, con acceso por la parte superior a través de una tapa de  $1.5 \times 1.5 \text{ m}^2$ , de hormigón armado HM-30; reforzada con malla electrosoldada de luz  $25 \times 13 \text{ mm}^2$ , 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ . Dicha tapa es fija en su mayor parte, excepto en una zona, en la que está formada por tres losas de hormigón de 70 cm de longitud y 25 cm de ancho. También cuenta con una rejilla de ventilación de  $30 \times 30 \text{ cm}^2$ .

#### A.I.2.4 Sistema de infiltración en el terreno (H-0104A/B) <sup>[9]</sup>

Para el cálculo de las dimensiones del sistema se tienen en cuenta el caudal de agua residual y la tasa de infiltración (según la permeabilidad del terreno).

La superficie de infiltración se calcula con la fórmula:

$$S = \frac{Q}{CH} \quad (\text{Ec.A.1.13})$$

CH = carga hidráulica aplicable [=] m/año

$$CH = K \cdot 0.02 \quad (\text{Ec.A.1.14})$$

K = tasa de infiltración [=] m/año

Se elige una tasa de infiltración correspondiente a un suelo poco permeable, por seguridad. Su valor es de 9636 m/año.

Con esto se obtiene una superficie de infiltración de  $24 \text{ m}^2$ . Esta superficie se reparte entre dos balsas de infiltración de  $12 \text{ m}^2$  cada una, a las cuales se aplica un ciclo de riego y secado de 4 días.

Para alimentar las balsas se emplean dos canales subterráneos por balsa, y para favorecer su aireación se disponen chimeneas de ventilación, consistentes en trozos de tubos de polietileno, uniformemente repartidos por la superficie de las balsas, y alcanzando una profundidad de 0.5 m.

Las dimensiones finales del sistema son :

Anchura balsa = 3 m

Longitud balsa = 4 m

Profundidad = 1 m

Distancia entre balsas = 1 m

Distancia entre canales de alimentación = 0.75 m

#### **A.I.2.5 Cálculo de tuberías** <sup>[10]</sup>

Para seleccionar el diámetro de las tuberías se ha seguido la normativa técnica de edificación sobre sistemas de abastecimiento (NTE-IFA-76), teniendo en cuenta que el consumo de agua en la zona es de 50 L/hab/día, menor al que considera dicha normativa.

El sistema funciona por gravedad, aprovechando la pendiente del terreno. También se colocan unas arquetas, al principio de cada línea, que proporcionan la presión suficiente para superar la pérdida de carga que se produce en cada tramo, debida al rozamiento. La presión en las arquetas la proporciona el agua que se acumula en ellas, en forma de presión estática de columna de líquido.

Para calcular la presión que debe aportar cada arqueta se utiliza la fórmula de Bernouilli :

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + h_f \quad (\text{Ec.A.1.15})$$

$z_1$  = altura en el punto inicial del tramo [=] m

$p_1$  = presión en el punto inicial del tramo [=] N/m<sup>2</sup>

$u_1$  = velocidad en el punto inicial del tramo [=] m/s

$z_2$  = altura en el punto final del tramo [=] m

$p_2$  = presión en el punto final del tramo [=] N/m<sup>2</sup>

$u_2$  = velocidad en el punto final del tramo [=] m/s

$h_f$  = pérdida de carga en el tramo debida al rozamiento [=] m

$$h_f = 8\phi \frac{L u_2^2}{D 2g} \quad (\text{Ec.A.1.16})$$

$L$  = longitud total del tramo [=] m

$D$  = diámetro de la tubería [=] m

$\phi$  = factor de fricción

$$\phi^{-0.5} = -2.5 \text{Ln} \left( 0.27 \frac{e}{D} + 0.885 \text{Re}^{-1} \phi^{-0.5} \right) \quad (\text{Ec.A.1.17})$$

$\text{Re}$  = número adimensional de Reynolds =  $\rho D u / \mu$

$e$  = rugosidad de la tubería

Para las tuberías de polietileno se toma una rugosidad de 0.0025 mm.

Para el cálculo se hacen las siguientes consideraciones:

- El nivel de altura 0 se encuentra en el punto final del tramo.
- La velocidad en el punto inicial es despreciable, ya que se encuentra en una arqueta o equipo, donde hay una acumulación de agua.
- La diferencia entre los términos de presión es igual a la altura de columna de líquido, en la arqueta inicial, necesaria para superar el tramo.

El cálculo del *tramo 1* se realiza de la siguiente forma:

$D = 40 \text{ mm}$

$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$

$\text{Re} = 3.3 \cdot 10^4$

$$\phi = 0.00275$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 0.5 y 1 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 2.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.04 \text{ m (la pendiente del terreno es del 4\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.23 \text{ m}$

En el *tramo 2* :

$$D = 40 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.00275$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 0.5 y 1 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 2.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.04 \text{ m (la pendiente del terreno es del 4\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.23 \text{ m}$

En el *tramo 3*:

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 8.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.0023$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada, una salida y una curva, con longitudes equivalentes de 1.6, 3.2 y 0.7 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 2 \text{ m}$$

$$L = 7.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.08 \text{ m (la pendiente del terreno es del 4\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.19 \text{ m}$

En el *tramo 4*:

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.2 \text{ m/s}$$

$$Re = 9.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.0023$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 1.6 y 3.2 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 5.8 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.04 \text{ m (la pendiente del terreno es del 4\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.11 \text{ m}$

En el *tramo 5*:

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.00275$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 1.6 y 3.2 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 11 \text{ m}$$

$$L = 15.8 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.44 \text{ m (la pendiente del terreno es del 4\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0$  m; ya que este tramo procede del decantador, y la salida del líquido en este equipo se sitúa a la altura de la superficie del mismo en el tanque.

*Tramos 6 y 7:*

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 4.2 * 10^4$$

$$\phi = 0.0023$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 0.7 y 1.5 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 0.75 \text{ m}$$

$$L = 2.95 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.04 \text{ m (la pendiente del terreno es del 4\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.19$  m

*Tramo canal subterráneo:*

$$D_H = 0.067 \text{ m}$$

$$u_2 = 1.1 \text{ m/s}$$

$$Re = 5.7 * 10^4$$

$$e = 0.015 \text{ mm (el canal subterráneo es de piedra)}$$

$$\phi = 0.00275$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

El accesorio considerado en este tramo es una salida de tubo, ya que se coloca un trozo de tubo de polietileno para conducir el agua de la arqueta al canal subterráneo, con longitud equivalente de 1.5 m.

$$L_{\text{recta}} = 4 \text{ m}$$

$$L = 5.5 \text{ m}$$



$z_1 = 0.16$  m (la pendiente del terreno es del 4%)

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.06$  m

Las tuberías van enterradas en zanjas de 40 cm de anchura y 60 cm de profundidad mínima. Las zanjas se rellenan con una capa de arena de 15 cm, para soportar la tubería, y el resto con tierra compactada.

#### **A.I.2.6 Diseño de las arquetas**

Para el cálculo de las dimensiones de las arquetas se tienen en cuenta el caudal de agua que va por cada tramo, el tiempo de residencia y la altura de columna de líquido necesaria para superar el tramo.

*Arqueta tramo 1:*

$Q =$  caudal que transcurre por el tramo =  $0.078$  m<sup>3</sup>/h

$t_r = 2$  minutos

$V =$  volumen de la arqueta =  $2.6 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup>

$H =$  altura de líquido =  $0.23$  m

$h_t =$  altura total de la arqueta =  $0.6$  m

$l =$  lado de la arqueta =  $0.10$  m

*Arqueta tramo3:*

$Q =$  caudal que transcurre por el tramo =  $0.44$  m<sup>3</sup>/h

$t_r = 2$  minutos

$V =$  volumen de la arqueta =  $0.015$  m<sup>3</sup>

$H =$  altura de líquido =  $0.19$  m

$h_t =$  altura total de la arqueta =  $0.6$  m

$l =$  lado de la arqueta =  $0.28$  m

*Arqueta tramo 4:*

Q = caudal que transcurre por el tramo =  $0.52 \text{ m}^3/\text{h}$

$t_r = 2$  minutos

V = volumen de la arqueta =  $0.017 \text{ m}^3$

H = altura de líquido =  $0.11 \text{ m}$

$h_t =$  altura total de la arqueta =  $0.65 \text{ m}$

l = lado de la arqueta =  $0.40 \text{ m}$

*Arqueta tramo 6 (y7):*

Q = caudal que transcurre por el tramo =  $0.52 \text{ m}^3/\text{h}$

$t_r = 2$  minutos

V = volumen de la arqueta =  $0.017 \text{ m}^3$

H = altura de líquido =  $0.19 \text{ m}$

$h_t =$  altura total de la arqueta =  $1 \text{ m}$

l = lado de la arqueta =  $0.3 \text{ m}$

*Arqueta canal subterráneo:*

Q = caudal que transcurre por el tramo =  $0.26 \text{ m}^3/\text{h}$

$t_r = 2$  minutos

V = volumen de la arqueta =  $8.7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

H = altura de líquido =  $0.10 \text{ m}$

$h_t =$  altura total de la arqueta =  $1 \text{ m}$

l = lado de la arqueta =  $0.3 \text{ m}$

En algunos casos la altura total de las arquetas es mucho mayor a la altura de líquido, esto se debe a que los tubos van enterrados con una cierta pendiente en cada tramo, lo que deriva en que la entrada de líquido en algunas arquetas se encuentra a cierta profundidad en el subsuelo.

Las arquetas se construirán de obra civil, con hormigón armado, y su estructura sigue la normativa sobre estructuras de hormigón NBE-EHE-99.

Dicha estructura está compuesta por obra de fábrica de ladrillo hueco sencillo de 25 cm de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20, enfoscada y bruñida por el interior con hormigón en masa HM-30, y con un recubrimiento interior de pintura impermeabilizante.

El acceso a las arquetas se realiza por la parte superior, mediante una tapa de hormigón armado HM-30; reforzada con malla electrosoldada de luz 25\*13 mm<sup>2</sup>, 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ .

Las arquetas también cuentan con compuertas metálicas que permiten interrumpir la salida de líquido.

### **A.I.3. DISEÑO DE EQUIPOS UNIDAD 0200 (CCATCA)**

#### **A.I.3.1 Separador de Grasas (H-0201) <sup>[4]</sup>**

Para el cálculo de las dimensiones principales de la cámara de grasas se tienen en cuenta el caudal de la corriente que llega a dicha cámara ( $I$ ), el tiempo de residencia y la velocidad de flotación de las partículas de grasa.

Estas dos últimas variables se toman de la bibliografía y su valor será:

$$t_r = 5 \text{ minutos}$$

$$v_f = 3 \text{ mm/s}$$

El volumen de la cámara se calcula con la siguiente fórmula:

$$V = Q_c \cdot t_r \quad (\text{Ec.A.1.4})$$

$$Q_c = 0.086 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = 7.14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Para el cálculo de la superficie de flotación se utiliza la expresión:

$$A = \frac{Q_c}{v_f} \quad (\text{Ec.A.1.5})$$

$$A = 7.96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Esta es la superficie mínima para la separación de las partículas de grasa por flotación.

A partir de estos resultados se eligen las dimensiones de la cámara, de forma que su profundidad no sea demasiado elevada con respecto a su longitud.

Las dimensiones finales de la cámara son:

Longitud = 0.2 m

Anchura = 0.15 m

Profundidad total = 0.65 m

Profundidad de la entrada de líquido = 0.05 m

Profundidad de la salida de líquido = 0.30m

Altura columna líquido = 0.25 m

La cámara se construirá de obra civil, con hormigón armado, y su estructura sigue la normativa sobre estructuras de hormigón NBE-EHE-99.

Dicha estructura está compuesta por obra de fábrica de ladrillo hueco sencillo de 15 cm de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20, enfoscada y bruñida por el interior con hormigón en masa HM-30, y con un recubrimiento interior de pintura impermeabilizante.

La cámara va enterrada, con acceso por la parte superior a través de una tapa de 30\*30 cm<sup>2</sup>, de hormigón en masa HM-30, de 6 cm de espesor, reforzada con malla electrosoldada de luz 25\*13 mm<sup>2</sup>, 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ .

**A.I.3.2 Decantador (H-0202) <sup>[4]</sup>**

Para el cálculo de las dimensiones principales del decantador se tienen en cuenta el caudal de la corriente que llega al tanque (3), el tiempo de residencia y la velocidad de sedimentación de los sólidos en suspensión.

Estas dos últimas variables se toman de la bibliografía y su valor será:

$$t_r = 2 * 1.38 = 2.76 \text{ h}$$

$$v_s = 0.54 \text{ m/h}$$

El valor de la velocidad tiene en cuenta que las partículas sólidas no son esferas perfectas, supone un buen comportamiento del tanque en cuanto a mezcla y es suficiente para conseguir un rendimiento de eliminación de SST del 60%.

Para el cálculo del tiempo de residencia se tiene en cuenta la temperatura de operación, multiplicándolo por un factor que, para 10°C, tiene el valor de 1.38.

El volumen del decantador se calcula con la siguiente fórmula:

$$V = Q \cdot t_r \quad (\text{Ec.A.1.6})$$

$$Q = 0.57 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = 1.57 \text{ m}^3$$

Para el cálculo de la superficie de sedimentación se utiliza la siguiente expresión, considerando que el tanque es cuadrado:

$$A = \frac{Q}{v_s} \quad (\text{Ec.A.1.7})$$

$$A = 1.055 \text{ m}^2$$

Esta es la superficie mínima para la separación de los sólidos en suspensión por sedimentación.

A partir de estos resultados se eligen las dimensiones del decantador, de forma que su profundidad no sea demasiado elevada con respecto a su longitud.

Las dimensiones finales del decantador son:

$$\text{Lado} = 1.45 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total en la zona de entrada} = 1.40 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total en la zona de salida} = 1.47 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente del fondo} = 8\%$$

$$\text{Profundidad de la entrada de líquido} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Altura libre sobre líquido} = 0.69 \text{ m}$$

La salida del líquido se realiza mediante un vertedero situado en el extremo opuesto al de entrada del líquido, con una longitud igual al lado del tanque. Para calcular sus dimensiones se considera la carga hidráulica de salida, tomada de la bibliografía, aplicándola a la siguiente expresión:

$$Q = u_d \frac{\pi}{4} D_H^2 \quad (\text{Ec.A.1.8})$$

$u_d$  = velocidad de descarga

$D_H$  = Diámetro hidráulico equivalente

$$u_d = V \cdot l \quad (\text{Ec.A.1.9})$$

$V$  = carga hidráulica de salida

$l$  = lado del decantador

$$D_H = 4 \frac{D \cdot B}{2D + B} \quad (\text{Ec.A.1.10})$$

$D$  = altura canal de salida

B = anchura canal de salida

Aplicando estas expresiones se calculan las dimensiones del canal de salida:

$$V = 5 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$D = B = 0.24 \text{ m}$$

Los sólidos sedimentan formando fango, que se acumula en una poceta de fangos situada en el fondo del tanque, en el extremo opuesto a la entrada de la alimentación. El caudal de fangos sedimentados se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_f = \frac{K \cdot C \cdot Q}{10000 \cdot C_1} \quad (\text{Ec.A.1.11})$$

$Q_f$  = caudal de fangos [=]  $\text{m}^3/\text{h}$

C = composición SST en la corriente de entrada [=] ppm

K = coeficiente de reducción de sólidos

$C_1$  = concentración de fangos en la salida de purga del decantador [=] %

Para las dos últimas variables se escogen valores típicos, tomados de la bibliografía.

$$K = 0.6$$

$$C_1 = 5$$

$$C = 500 \text{ ppm}$$

$$Q_f = 3.42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h}$$

El cálculo de las dimensiones de la poceta de fangos se realiza con la expresión:

$$V_f = Q_f \cdot t_f \quad (\text{Ec.A.1.12})$$

$V_f$  = volumen poceta fangos

$t_f$  = tiempo de residencia en la poceta

Se toma un tiempo de residencia típico de 24h y el volumen obtenido para la poceta es de 0.082 m<sup>3</sup>.

Dicha poceta tiene una forma cónica, con una pendiente de fondo de 2:1. Sus dimensiones quedan de la siguiente forma:

$h_p$  = profundidad poceta = 0.27 m

$D_p$  = diámetro poceta = 0.54 m

El decantador también cuenta con un aliviadero formado por una tubería de polietileno de alta densidad, de 40 mm de diámetro, situada sobre la altura del líquido en el tanque, que conduce el agua residual hasta el filtro verde.

El decantador se construirá de obra civil, con hormigón armado, y su estructura sigue la normativa sobre estructuras de hormigón NBE-EHE-99.

Dicha estructura está compuesta por obra de fábrica de ladrillo hueco doble de 25 cm de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20, reforzado con malla electrosoldada de luz 25\*13 mm<sup>2</sup>, 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ ; enfoscada y bruñida por el interior con hormigón en masa HM-30, y con un recubrimiento interior de pintura impermeabilizante.

El decantador se encuentra semienterrado, pudiéndose acceder a su interior a través de una tapa de 1.55\*1.55 m<sup>2</sup>, de hormigón armado HM-30; reforzada con malla electrosoldada de luz 25\*13 mm<sup>2</sup>, 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ . Dicha tapa es fija en su mayor parte, excepto en una zona, en la que está formada por tres losas de hormigón de 70 cm de longitud y 25 cm de ancho. También cuenta con una rejilla de ventilación de 30\*30 cm<sup>2</sup>.



### A.I.3.3 Cámara de compostaje (H-0203A/B) <sup>[8]</sup>

Para calcular las dimensiones de la cámara de compostaje se tienen en cuenta el caudal de fangos producidos en el decantador, la cantidad de aditivos añadidos para fabricar el compost y el tiempo de residencia en la cámara.

Esta última variable se considera de 100 días, tiempo suficiente para conseguir la eliminación de los patógenos, según la bibliografía.

La razón de añadir aditivos al proceso es facilitar la desecación de los fangos y aumentar su relación carbono-nitrógeno, ya que la óptima para el compost es de 30. Los aditivos elegidos son residuos orgánicos de la cocina, grasas separadas en la cámara de grasas, tierra y rastrojos.

La relación C/N de estas sustancias se presenta a continuación:

	<b>Relación C/N</b>
Fangos	8
Residuos cocina	25
Rastrojos	87.5

Tabla A.1.9 Relación C/N de componentes compost

Considerando la densidad de los fangos como  $1500 \text{ Kg/m}^3$  se calcula la cantidad de fangos producidos al día; la de residuos orgánicos de la cocina se estima en  $0.3 \text{ Kg/hab/d}$ , según la bibliografía.

Con un balance de materia se obtienen las cantidades diarias a añadir de cada elemento del compost.

	<b>Cantidad (Kg/d)</b>
Fango	112.5
Residuos cocina	75
Rastrojos	14.4

Tabla A.1.10 Cantidad elementos compost

Durante el proceso de compostaje el peso de las distintas materias se reduce en un 90%, con lo cual al cabo de 100 días se obtienen 2019 Kg de compost.

Las dimensiones de la cámara de compostaje son:

$$S = 5 \text{ m}^2$$

$$h = 1 \text{ m}$$

La cámara va enterrada, con acceso por la parte superior a través de una tapa de  $1.5 \times 1.5 \text{ m}^2$ , de hormigón armado HM-30; reforzada con malla electrosoldada de luz  $25 \times 13 \text{ mm}^2$ , 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ . Dicha tapa es fija en su mayor parte, excepto en una zona, en la que está formada por tres losas de hormigón de 70 cm de longitud y 25 cm de ancho. También cuenta con una rejilla de ventilación de  $30 \times 30 \text{ cm}^2$ .

**A.I.3.4 Filtro Verde (H-0204A/B) <sup>[6]</sup>**

Para el cálculo de la superficie del sistema se realiza una primera fase de diseño, teniendo en cuenta la carga hidráulica que soporta, la carga orgánica y el caudal de agua residual de la corriente que llega al filtro (5).

Los valores típicos para estos parámetros son:

$$CH = 0.014 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$$

$$\text{Carga orgánica} = 2.86 \text{ g DBO}_5/\text{m}^2\text{d}$$

$$Q = 0.57 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con estos datos se obtienen unos valores de superficie de:

$$A = Q/CH = 978 \text{ m}^2$$

$$A = Q/C_{\text{org}} = 1425 \text{ m}^2$$

En una segunda fase de cálculo se tiene en cuenta la actividad biológica de los árboles, hallando su evapotranspiración con la fórmula de Blaney-Criddle:

$$ET = 0.254(1.8t + 32) \cdot P \cdot K \quad (\text{Ec.A.1.18})$$

ET = evapotranspiración mensual [=] mm

t = temperatura media mensual [=] °C

P = porcentaje de horas diurnas al mes respecto al número de horas diurnas anuales

K = coeficiente según el tipo de planta

El caudal de riego del sistema se calcularía según la expresión:

$$D = ET - p \quad (\text{Ec.A.1.19})$$

D = dotación para riego [=] mm

p = precipitación mensual [=] mm

La fuente de los datos de temperatura y precipitaciones es el Instituto Meteorológico del Perú.

Los resultados de la segunda fase de cálculo se presentan en la siguiente tabla:

	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Octubr	Noviem	Diciem
<b>t</b>	12	12.5	12.5	12	11	11	11	13.5	13
<b>p</b>	100	80	75	30	20	10	10	45	75
<b>P</b>	8	8	8	10	10	10	10	8	8
<b>ET</b>	77	78	78	95	92	92	92	80	79
<b>D</b>	---	21.5	26.5	113.5	120	120	120	59	28
<b>CH</b> (m/h)	---	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$
<b>A</b> (m <sup>2</sup> )	---	19000	15405	3563	3353	3353	3353	6867	15000

Tabla A.1.11 Resultados cálculo filtro verde

No se ha hecho el cálculo para los meses de julio, agosto y septiembre, debido a que las funciones biológicas de los árboles se ven interrumpidas en esa época del año.

El valor de superficie elegido es  $A = 3000 \text{ m}^2$ , con lo cual durante los meses de abril, mayo, junio y octubre prevalecerá el mecanismo de *macrodepuración*, debido a los árboles. En el mes de noviembre la *macrodepuración* tendrá el mismo peso que la *edafodepuración* (debida al suelo). En los restantes meses del año prevalece el mecanismo de *edafodepuración*.

La superficie del sistema se divide en dos parcelas de 1500 m<sup>2</sup> cada una, a las cuales se aplica un ciclo de riego y secado de 4 días.

El número de árboles plantados en cada parcela es de 30; la especie elegida es el álamo. Los árboles se encuentran separados entre sí 7 m, tanto longitudinal como transversalmente.

Las dimensiones del sistema son:

Longitud de cada parcela = 28 m

Anchura de cada parcela = 56 m

Espesor del suelo = 1.7 m

Distancia a la capa freática = 1.5 m

Pendiente suelo = 4%

El filtro es alimentado mediante surcos de riego de tierra, situándose un surco cada dos filas de árboles.

#### **A.I.3.5 Cálculo de tuberías** <sup>[10]</sup>

Para seleccionar el diámetro de las tuberías se ha seguido la normativa técnica de edificación sobre sistemas de abastecimiento (NTE-IFA-76), teniendo en cuenta que el consumo de agua en la zona es de 50 L/hab/día, menor al que considera dicha normativa.

El sistema funciona por gravedad, aprovechando la pendiente del terreno. También se colocan unas arquetas, al principio de cada línea, que proporcionan la presión suficiente para superar la pérdida de carga que se produce en cada tramo, debida al rozamiento. La presión en las arquetas la proporciona el agua que se acumula en ellas, en forma de presión estática de columna de líquido.

Para calcular la presión que debe aportar cada arqueta se utiliza la fórmula de Bernouilli :

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + h_f \quad (\text{Ec.A.1.15})$$

$z_1$  = altura en el punto inicial del tramo [=] m

$p_1$  = presión en el punto inicial del tramo [=] N/m<sup>2</sup>

$u_1$  = velocidad en el punto inicial del tramo [=] m/s

$z_2$  = altura en el punto final del tramo [=] m

$p_2$  = presión en el punto final del tramo [=] N/m<sup>2</sup>

$u_2$  = velocidad en el punto final del tramo [=] m/s

$h_f$  = pérdida de carga en el tramo debida al rozamiento [=] m

$$h_f = 8\phi \frac{L u_2^2}{D 2g} \quad (\text{Ec.A.1.16})$$

$L$  = longitud total del tramo [=] m

$D$  = diámetro de la tubería [=] m

$\phi$  = factor de fricción

$$\phi^{-0.5} = -2.5 \text{Ln} \left( 0.27 \frac{e}{D} + 0.885 \text{Re}^{-1} \phi^{-0.5} \right) \quad (\text{Ec.A.1.17})$$

$\text{Re}$  = número adimensional de Reynolds =  $\rho u D / \mu$

$e$  = rugosidad de la tubería

Para las tuberías de polietileno se toma una rugosidad de 0.0025 mm.

Para el cálculo se hacen las siguientes consideraciones:

- El nivel de altura 0 se encuentra en el punto final del tramo.

- La velocidad en el punto inicial es despreciable, ya que se encuentra en una arqueta o equipo, donde hay una acumulación de agua.
- La diferencia entre los términos de presión es igual a la altura de columna de líquido, en la arqueta inicial, necesaria para superar el tramo.

El cálculo del *tramo 1* se realiza de la siguiente forma:

$$D = 40 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.00275$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 0.5 y 1 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 2.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.03 \text{ m (la pendiente del terreno es del 3\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.24 \text{ m}$

En el *tramo 2* :

$$D = 40 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.00275$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 0.5 y 1 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 2.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.03 \text{ m (la pendiente del terreno es del 3\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.24 \text{ m}$

En el *tramo 3*:

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 8.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.0023$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada, una salida y una curva, con longitudes equivalentes de 1.6, 3.2 y 0.7 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 2 \text{ m}$$

$$L = 7.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.06 \text{ m (la pendiente del terreno es del 3\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.21 \text{ m}$

En el *tramo 4*:

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.2 \text{ m/s}$$

$$Re = 9.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.0023$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 1.6 y 3.2 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 5.8 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.05 \text{ m (la pendiente del terreno es del 5\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.10 \text{ m}$

En el *tramo 5*:

$$D = 100 \text{ mm}$$



$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.00275$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 1.6 y 3.2 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 7.3 \text{ m}$$

$$L = 12.1 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.37 \text{ m (la pendiente del terreno es del 5\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0 \text{ m}$ ; ya que este tramo procede del decantador, y la salida del líquido en este equipo se sitúa a la altura de la superficie del mismo en el tanque.

Este tramo tiene una longitud de 500 m, se colocan arquetas de paso cada 24 m, en total son 20 arquetas. Los datos de cálculo de los tramos entre arquetas son :

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.00275$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 1.6 y 3.2 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 24 \text{ m}$$

$$L = 28.8 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.03 \cdot 24 = 0.72 \text{ m (la pendiente del terreno entre las dos primeras y las dos últimas arquetas es del 5\%, en los tramos restantes es del 3\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0 \text{ m}$ .

*Tramos 6 y 7:*

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 4.2 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.0023$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 0.7 y 1.5 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 7 \text{ m}$$

$$L = 9.2 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.01 \cdot 7 = 0.07 \text{ m (la pendiente del terreno es del 5\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.46 \text{ m}$

*Tramos 8 y9 (9 y10):*

$$D = 40 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.1 \text{ m/s}$$

$$Re = 2.4 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.0025$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada, una salida y una curva, con longitudes equivalentes de 0.5, 1 y 0.3 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 9 \text{ m}$$

$$L = 10.8 \text{ m}$$

$$z_1 = 0 \text{ m (la pendiente del terreno es del 8\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.35 \text{ m}$

*Tramo surco riego:*

$$D_H = 0.053 \text{ m}$$

$$u_2 = 1.1 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.2 \cdot 10^4$$

$$e = 0.022 \text{ mm (el surco de riego es de tierra)}$$

$$\phi = 0.0026$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

No se consideran accesorios en este tramo.

$$L_{\text{recta}} = 28 \text{ m}$$

$$L = 28 \text{ m}$$

$$z_1 = 1.12 \text{ m (la pendiente del terreno es del 4\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = -0.38 \text{ m}$

Las tuberías van enterradas en zanjas de 40 cm de anchura y 60 cm de profundidad mínima. Las zanjas se rellenan con una capa de arena de 15 cm, para soportar la tubería, y el resto con tierra compactada.

### **A.I.3.6 Diseño de las arquetas**

Para el cálculo de las dimensiones de las arquetas se tienen en cuenta el caudal de agua que va por cada tramo, el tiempo de residencia y la altura de columna de líquido necesaria para superar el tramo.

*Arqueta tramo 1:*

$$Q = \text{caudal que transcurre por el tramo} = 0.086 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_r = 2 \text{ minutos}$$

$$V = \text{volumen de la arqueta} = 2.86 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$H = \text{altura de líquido} = 0.24 \text{ m}$$

$$h_t = \text{altura total de la arqueta} = 0.75 \text{ m}$$

$$l = \text{lado de la arqueta} = 0.11 \text{ m}$$

*Arqueta tramo 3:*

$Q =$  caudal que transcurre por el tramo =  $0.48 \text{ m}^3/\text{h}$

$t_r = 2$  minutos

$V =$  volumen de la arqueta =  $0.016 \text{ m}^3$

$H =$  altura de líquido =  $0.21 \text{ m}$

$h_t =$  altura total de la arqueta =  $0.75 \text{ m}$

$l =$  lado de la arqueta =  $0.28 \text{ m}$

*Arqueta tramo 4:*

$Q =$  caudal que transcurre por el tramo =  $0.57 \text{ m}^3/\text{h}$

$t_r = 2$  minutos

$V =$  volumen de la arqueta =  $0.019 \text{ m}^3$

$H =$  altura de líquido =  $0.10 \text{ m}$

$h_t =$  altura total de la arqueta =  $0.85 \text{ m}$

$l =$  lado de la arqueta =  $0.43 \text{ m}$

*Arquetas tramo 5:*

$Q =$  caudal que transcurre por el tramo =  $0.57 \text{ m}^3/\text{h}$

$t_r = 2$  minutos

$V =$  volumen de la arqueta =  $0.019 \text{ m}^3$

$H =$  altura de líquido =  $0.05 \text{ m}$

$h_t =$  altura total de la arqueta =  $0.85 \text{ m}$  (arqueta nº1),  $0.3 \text{ m}$  (última arqueta),  
 $0.65 \text{ m}$  (resto de arquetas)

$l =$  lado de la arqueta =  $0.6 \text{ m}$

*Arqueta tramo 6 (y 7):*

$Q =$  caudal que transcurre por el tramo =  $0.57 \text{ m}^3/\text{h}$

$t_r = 2$  minutos

$V =$  volumen de la arqueta =  $0.019 \text{ m}^3$

H = altura de líquido = 0.46 m

$h_t$  = altura total de la arqueta = 1 m

l = lado de la arqueta = 0.20 m

*Arqueta tramo 8 y 9 (10 y 11):*

Q = caudal que transcurre por el tramo = 0.29 m<sup>3</sup>/h

$t_r$  = 2 minutos

V = volumen de la arqueta =  $9.5 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup>

H = altura de líquido = 0.35 m

$h_t$  = altura total de la arqueta = 0.85 m

l = lado de la arqueta = 0.16 m

En algunos casos la altura total de las arquetas es mucho mayor a la altura de líquido, esto se debe a que los tubos van enterrados con una cierta pendiente en cada tramo, lo que deriva en que la entrada de líquido en algunas arquetas se encuentra a cierta profundidad en el subsuelo.

Las arquetas se construirán de obra civil, con hormigón armado, y su estructura sigue la normativa sobre estructuras de hormigón NBE-EHE-99.

Dicha estructura está compuesta por obra de fábrica de ladrillo hueco sencillo de 25 cm pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20, enfoscada y bruñida por el interior con hormigón en masa HM-30, y con un recubrimiento interior de pintura impermeabilizante.

El acceso a las arquetas se realiza por la parte superior, mediante una tapa de hormigón armado HM-30; reforzada con malla electrosoldada de luz 25\*13 mm<sup>2</sup>, 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100$  Kp/cm<sup>2</sup>.

Las arquetas también cuentan con compuertas metálicas que permiten interrumpir la salida de líquido.

#### **A.I.4. DISEÑO DE EQUIPOS UNIDAD 0300 (ANDAHUAYLILLAS)**

**A.I.4.1 Separador de Grasas (H-0301) <sup>[4]</sup>**

Para el cálculo de las dimensiones principales de la cámara de grasas se tienen en cuenta el caudal de la corriente que llega a dicha cámara (*I*), el tiempo de residencia y la velocidad de flotación de las partículas de grasa.

Estas dos últimas variables se toman de la bibliografía y su valor será:

$$t_r = 5 \text{ minutos}$$

$$v_f = 3 \text{ mm/s}$$

El volumen de la cámara se calcula con la siguiente fórmula:

$$V = Q_c \cdot t_r \quad (\text{Ec.A.1.4})$$

$$Q_c = 0.197 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = 0.0164 \text{ m}^3$$

Para el cálculo de la superficie de flotación se utiliza la expresión:

$$A = \frac{Q_c}{v_f} \quad (\text{Ec.A.1.5})$$

$$A = 0.018 \text{ m}^2$$

Esta es la superficie mínima para la separación de las partículas de grasa por flotación.

A partir de estos resultados se eligen las dimensiones de la cámara, de forma que su profundidad no sea demasiado elevada con respecto a su longitud.

Las dimensiones finales de la cámara son:

$$\text{Longitud} = 0.28 \text{ m}$$

$$\text{Anchura} = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total} = 0.80 \text{ m}$$

Profundidad de la entrada de líquido = 0.50 m

Profundidad de la salida de líquido = 0.75m

Altura columna líquido = 0.25 m

La cámara se construirá de obra civil, con hormigón armado, y su estructura sigue la normativa sobre estructuras de hormigón NBE-EHE-99.

Dicha estructura está compuesta por obra de fábrica de ladrillo hueco sencillo de 15 cm de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20, enfoscada y bruñida por el interior con hormigón en masa HM-30, y con un recubrimiento interior de pintura impermeabilizante.

La cámara va enterrada, con acceso por la parte superior a través de una tapa de 30\*30 cm<sup>2</sup>, de hormigón en masa HM-30, de 6 cm de espesor, reforzada con malla electrosoldada de luz 25\*13 mm<sup>2</sup>, 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ .

#### A.I.4.2 Laguna facultativa (H-0302) <sup>[7]</sup>

Para el cálculo de las dimensiones de la primera laguna se realiza una primera fase de diseño, usando un método de cálculo, según las condiciones climáticas de la zona considerada.

El método de cálculo utilizado es el de McGarry-Pescod:

$$\lambda = 20T - 120$$

$$A = \frac{F_{DBO,i}}{\lambda} \quad (\text{Ec.A.1.20 y A.1.21})$$

$\lambda$  = carga orgánica admisible [=] Kg DBO<sub>5</sub>/Ha/d

T = temperatura media del semestre más frío [=] °C

$F_{DBO,i}$  = flujo másico de DBO<sub>5</sub> en la corriente de entrada a la laguna [=] Kg/d

A = superficie de la laguna [=] m<sup>2</sup>

Considerando un valor de temperatura media de 11.5 °C, se obtiene:

$$\lambda = 110\text{Kg DBO}_5/\text{Ha d}$$

$$A = 850 \text{ m}^2$$

En una segunda fase de cálculo se tiene en cuenta el balance hídrico, de precipitaciones y evaporación, para dimensionar la laguna adecuadamente, evitando sobrecargas orgánicas.

Considerando un promedio anual de radiación mensual de 17 KWh/m<sup>2</sup> (Fuente : Instituto Meteorológico del Perú) y una entalpía de vaporización del agua de 2267 KJ/Kg, se calcula la cantidad de agua evaporada, en la laguna, en las diferentes épocas del año.

$$R = \dot{m} \cdot \Delta H_v \quad (\text{Ec.A.1.22})$$

R = radiación mensual

$\Delta H_v$  = entalpía de vaporización del agua

$\dot{m}$  = cantidad de agua evaporada

Con estos datos y los valores de precipitación mensual (Fuente : Instituto Meteorológico del Perú) se calcula la variación en el volumen de agua contenida en la laguna, debida a fenómenos meteorológicos. Los resultados de este balance hídrico se muestran en la tabla siguiente:

	Precipitación mensual (mm)	Evaporación mensual (mm)	Variación volumen agua (m <sup>3</sup> )
Enero	100	23	+ 62
Febrero	80	23	+ 45
Marzo	75	23	+ 41
Abril	30	23	+ 2.5
Mayo	20	23	- 6
Junio	10	23	- 14.5
Julio	0	23	- 23



Agosto	2	23	- 21
Septiembre	3	23	- 20
Octubre	10	23	- 14.5
Noviembre	45	23	+ 15
Diciembre	75	23	+ 41

Tabla A.1.12 Resultados balance hídrico laguna facultativa

Con estos resultados se comprueba que la mayor disminución en el volumen de agua contenido en la laguna se da en el mes de julio, aunque su valor no es demasiado grande, por lo que el aumento de carga orgánica que produce es asumible.

El mayor aumento en el volumen de agua se da en el mes de enero; este dato es tenido en cuenta a la hora de dimensionar la laguna, para evitar desbordamientos.

Las dimensiones finales de la laguna se muestran a continuación:

Volumen = 1039 m<sup>3</sup>

Profundidad del líquido = 1.5 m

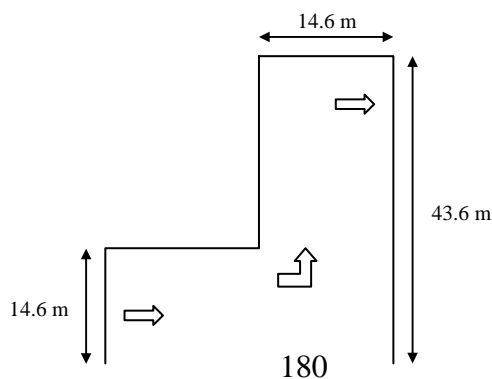
Profundidad total = 1.7 m

Tiempo de residencia = 33 días

Profundidad de la entrada de líquido = 0.75 m (respecto a la superficie del agua)

Profundidad de la salida de líquido = 0.21 m (respecto a la superficie del agua)

La forma de la laguna se muestra en el siguiente esquema:



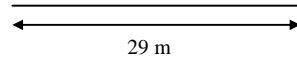


Figura A.1.1 Esquema laguna facultativa

Los taludes exteriores a la laguna tienen una anchura de 3.5 m y una pendiente de 0.5 (interior y exteriormente).

La laguna también cuenta con un sistema de evacuación, consistente en una tubería de polietileno de 175 mm de diámetro y 10 m de longitud, la cual vierte el agua en un río cercano, a una velocidad de 2 m/s. La entrada al tubo se encuentra a una profundidad de 0.75m (respecto a la superficie del agua) y el tiempo de evacuación es de 6 horas.

En la laguna decantan sólidos en suspensión, formando unos fangos que deben retirarse cada 10 años. Se estima en este periodo los fangos llegan a ocupar un 30% del volumen de la laguna, lo que equivale a 468 toneladas de fango.

#### A.I.4.3 Lagunas aerobias (H-0303 y H-0304) <sup>[7]</sup>

Para el cálculo de las dimensiones de la segunda y tercera lagunas se tienen en cuenta el caudal de entrada y el tiempo de residencia en dichas lagunas. Se toma un tiempo de residencia típico de dos días para cada laguna y una profundidad de líquido de 1 m.

Las dimensiones de cada laguna son:

$$\text{Volumen} = 62.4 \text{ m}^3$$

$$A = 62.4 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Anchura} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total} = 1.2 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad entrada líquido} = 0.42 \text{ m (respecto a superficie del agua)}$$

$$\text{Profundidad salida líquido} = 0.21 \text{ m (respecto superficie agua)}$$

Los taludes exteriores a la laguna tienen una anchura de 3.5 m y una pendiente de 0.5 (interior y exteriormente).

Para calcular el rendimiento en la eliminación de patógenos del sistema de lagunaje se utiliza la siguiente expresión:

$$\eta_i = 1 - \frac{1}{1 + K_B \cdot t_r} \quad (\text{Ec.A.1.23})$$

$$\eta_i = 1 - (1 - \eta_{fac})(1 - \eta_{aerob}) \quad (\text{Ec.A.1.24})$$

$\eta_i$  = rendimiento de la laguna i

$K_B$  = constante de eliminación de patógenos =  $2.6(1.19)^{T-20}$

T = temperatura media del agua = 12 °C

$t_r$  = tiempo de residencia en cada laguna [=] d

El rendimiento total del sistema es del 99% en la eliminación de patógenos.

#### A.I.4.4 Cálculo de tuberías <sup>[10]</sup>

Para seleccionar el diámetro de las tuberías se ha seguido la normativa técnica de edificación sobre sistemas de abastecimiento (NTE-IFA-76), teniendo en cuenta que el consumo de agua en la zona es de 50 L/hab/día, menor al que considera dicha normativa.

El sistema funciona por gravedad, aprovechando la pendiente del terreno. También se colocan unas arquetas, al principio de cada línea, que proporcionan la presión suficiente para superar la pérdida de carga que se produce en cada tramo, debida al rozamiento. La presión en las arquetas la proporciona el agua que se acumula en ellas, en forma de presión estática de columna de líquido.

Para calcular la presión que debe aportar cada arqueta se utiliza la fórmula de Bernouilli :

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + h_f \quad (\text{Ec.A.1.15})$$

$z_1$  = altura en el punto inicial del tramo [=] m

$p_1$  = presión en el punto inicial del tramo [=] N/m<sup>2</sup>

$u_1$  = velocidad en el punto inicial del tramo [=] m/s

$z_2$  = altura en el punto final del tramo [=] m

$p_2$  = presión en el punto final del tramo [=] N/m<sup>2</sup>

$u_2$  = velocidad en el punto final del tramo [=] m/s

$h_f$  = pérdida de carga en el tramo debida al rozamiento [=] m

$$h_f = 8\phi \frac{L u_2^2}{D 2g} \quad (\text{Ec.A.1.16})$$

$L$  = longitud total del tramo [=] m

$D$  = diámetro de la tubería [=] m

$\phi$  = factor de fricción

$$\phi^{-0.5} = -2.5 \text{Ln} \left( 0.27 \frac{e}{D} + 0.885 \text{Re}^{-1} \phi^{-0.5} \right) \quad (\text{Ec.A.1.17})$$

$\text{Re}$  = número adimensional de Reynolds =  $\rho u D / \mu$

$e$  = rugosidad de la tubería

Para las tuberías de polietileno se toma una rugosidad de 0.0025 mm.

Para el cálculo se hacen las siguientes consideraciones:

- El nivel de altura 0 se encuentra en el punto final del tramo.

- La velocidad en el punto inicial es despreciable, ya que se encuentra en una arqueta o equipo, donde hay una acumulación de agua.
- La diferencia entre los términos de presión es igual a la altura de columna de líquido, en la arqueta inicial, necesaria para superar el tramo.

El cálculo del *tramo 1* se realiza de la siguiente forma:

$$D = 75 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.0028$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 1.1 y 2.2 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 4.3 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.03 \text{ m (la pendiente del terreno es del 1.5\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.23 \text{ m}$

En el *tramo 2* :

$$D = 75 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 3.3 \cdot 10^4$$

$$\phi = 0.0028$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 1.1 y 2.2 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 4.3 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.015 \text{ m (la pendiente del terreno es del 1.5\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.25 \text{ m}$

En el *tramo 3*:

$$D = 175 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 1.45 \cdot 10^5$$

$$\phi = 0.0020$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada, una salida y una curva, con longitudes equivalentes de 3, 5.5 y 1.2 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 2 \text{ m}$$

$$L = 11.7 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.03 \text{ m (la pendiente del terreno es del 1.5\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.20 \text{ m}$

En el *tramo 4*:

$$D = 175 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 1.5 \cdot 10^5$$

$$\phi = 0.0020$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 3 y 5.5 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 50 \text{ m}$$

$$L = 58.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0.75 \text{ m (la pendiente del terreno es del 1.5\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0 \text{ m}$

Este tramo tiene una longitud total de 500 m, se disponen arquetas cada 50 m, en total son 10 arquetas.

En el *tramo 5*:

$$D = 175 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 1.5 \cdot 10^5$$

$$\phi = 0.0020$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 3 y 5.5 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 9.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0 \text{ m (la pendiente del terreno es del 0\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.21 \text{ m}$

*Tramos 6 :*

$$D = 175 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 1.5 \cdot 10^5$$

$$\phi = 0.0020$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 3 y 5.5 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 1 \text{ m}$$

$$L = 8.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0 \text{ m (la pendiente del terreno es del 0\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.21 \text{ m}$

*Tramo 7:*

$$D = 175 \text{ mm}$$

$$u_2 = 1.5 \text{ m/s}$$

$$Re = 1.5 \cdot 10^5$$

$$\phi = 0.0020$$

$$L = L_{\text{recta}} + L_{\text{equiv}}$$

$$L_{\text{equiv}} = \text{Longitud equivalente de los accesorios de la tubería [=] m}$$

Los accesorios considerados en este tramo son una entrada y una salida de tubo, con longitudes equivalentes de 3 y 5.5 m, respectivamente.

$$L_{\text{recta}} = 5 \text{ m}$$

$$L = 13.5 \text{ m}$$

$$z_1 = 0 \text{ m (la pendiente del terreno es del 0\%)}$$

Con estos datos la altura de columna de líquido resultante es:  $H = 0.25 \text{ m}$

Las tuberías van enterradas en zanjas de 40 cm de anchura y 60 cm de profundidad mínima. Las zanjas se rellenan con una capa de arena de 15 cm, para soportar la tubería, y el resto con tierra compactada.

#### **A.I.4.5 Diseño de las arquetas**

Para el cálculo de las dimensiones de las arquetas se tienen en cuenta el caudal de agua que va por cada tramo, el tiempo de residencia y la altura de columna de líquido necesaria para superar el tramo.

*Arqueta tramo I:*

$$Q = \text{caudal que transcurre por el tramo} = 0.20 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_r = 2 \text{ minutos}$$

$$V = \text{volumen de la arqueta} = 6.6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$H = \text{altura de líquido} = 0.23 \text{ m}$$

$$h_t = \text{altura total de la arqueta} = 0.5 \text{ m}$$

$$l = \text{lado de la arqueta} = 0.17 \text{ m}$$



*Arqueta tramo 3:*

Q = caudal que transcurre por el tramo = 1.1 m<sup>3</sup>/h

t<sub>r</sub> = 2 minutos

V = volumen de la arqueta = 0.037 m<sup>3</sup>

H = altura de líquido = 0.20 m

h<sub>t</sub> = altura total de la arqueta = 0.5 m

l = lado de la arqueta = 0.43 m

*Arquetas tramo 4:*

Q = caudal que transcurre por el tramo = 1.3 m<sup>3</sup>/h

t<sub>r</sub> = 2 minutos

V = volumen de la arqueta = 0.043 m<sup>3</sup>

H = altura de líquido = 0.10 m

h<sub>t</sub> = altura total de la arqueta = 1 m

l = lado de la arqueta = 0.66 m

*Arqueta tramo 5 (y 6):*

Q = caudal que transcurre por el tramo = 1.3 m<sup>3</sup>/h

t<sub>r</sub> = 2 minutos

V = volumen de la arqueta = 0.043 m<sup>3</sup>

H = altura de líquido = 0.21 m

h<sub>t</sub> = altura total de la arqueta = 0.65 m

l = lado de la arqueta = 0.45 m

*Arqueta tramo 7:*

Q = caudal que transcurre por el tramo = 1.3 m<sup>3</sup>/h

t<sub>r</sub> = 2 minutos

V = volumen de la arqueta = 0.043 m<sup>3</sup>

H = altura de líquido = 0.25 m

h<sub>t</sub> = altura total de la arqueta = 0.70 m

l = lado de la arqueta = 0.4 m

En algunos casos la altura total de las arquetas es mucho mayor a la altura de líquido, esto se debe a que los tubos van enterrados con una cierta pendiente en cada tramo, lo que deriva en que la entrada de líquido en algunas arquetas se encuentra a cierta profundidad en el subsuelo.

Las arquetas se construirán de obra civil, con hormigón armado, y su estructura sigue la normativa sobre estructuras de hormigón NBE-EHE-99.

Dicha estructura está compuesta por obra de fábrica de ladrillo hueco sencillo de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20, enfoscada y bruñida por el interior con hormigón en masa HM-30, y con un recubrimiento interior de pintura impermeabilizante.

El acceso a las arquetas se realiza por la parte superior, mediante una tapa de hormigón armado HM-30; reforzada con malla electrosoldada de luz 25\*13 mm<sup>2</sup>, 2 mm de diámetro de alambre y resistencia  $f_{yk} = 5100 \text{ Kp/cm}^2$ .

Las arquetas también cuentan con compuertas metálicas que permiten interrumpir la salida de líquido.



## **A.II. CÁLCULO SERVICIOS**

En este capítulo se resumen los cálculos de la red de abastecimiento a los módulos sanitarios, en la escuela de Tinki.

### **A.II.1 CÁLCULO TUBERÍAS**

En el diseño se ha seguido la normativa técnica de edificación sobre instalaciones de abastecimiento (NTE-IFA-76), teniendo en cuenta que el consumo de agua será de 50 L/hab/día, mucho menor que en un país del Norte, debido a que la cultura de uso del agua es muy distinta a la que se encuentra en un país más desarrollado.

La comunidad de Tinki actualmente cuenta con abastecimiento de agua procedente de un manantial de montaña, que se encuentra en una cota superior a la del pueblo. El agua es conducida a la escuela a través de una tubería de 50 mm de diámetro, con una presión suficiente para conectar un ramal que abastezca a los módulos sanitarios.

Dicho ramal consta de una tubería de polietileno de alta densidad, de uso alimentario, con diámetro igual a 30 mm y 50 m de longitud. Esta conducción se divide en dos ramas de acometida: una de 12.5 mm de diámetro y 20 m de longitud, que abastece a las cocinas de la escuela, y otra de 30 mm de diámetro y 40 m de longitud, que abastece a los módulos sanitarios.

Según la normativa (NTE-IFA-76), la presión máxima de trabajo en los tubos es de 4 Kg/cm<sup>2</sup>. Estos van enterrados en zanjas de 40 cm de anchura y 60 cm de profundidad, que se rellenan con un lecho de arena de 15 cm, para soportar la tubería, y tierra compactada en el resto de la zanja.

La pérdida de carga en las tuberías es despreciable, debido a su pequeño diámetro y a que la velocidad del agua que transcurre por ellas es baja.

En la rama de acometida a las cocinas:

$$Q = 0.09 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$u = 0.2 \text{ m/s}$$

En la rama de acometida a los módulos sanitarios:

$$Q = 0.51 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$u = 0.3 \text{ m/s}$$

En el ramal principal:

$$Q = 0.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$u = 0.34 \text{ m/s}$$

Según la normativa NTE-IFA-76, la presión mínima de suministro para un edificio de una planta es de 19 metros de columna de agua.

La presión en la red de suministro es suficiente para contrarrestar las pérdidas de carga de los distintos tramos y para proporcionar una presión mínima de suministro a las distintas áreas de la escuela.

### **A.II.2 DISEÑO TERMA SOLAR <sup>[1]</sup>**

Para el suministro de agua caliente se utiliza una terma solar. Los calentadores solares constan de dos partes: a) colector solar, y b) tanque de almacenamiento. El colector solar capta la radiación solar y calienta el agua, mientras que el tanque de almacenamiento, como su nombre indica, almacena el agua caliente.

El colector solar está constituido por tubos de hierro galvanizado o plástico termoresistente adherido a placas colectoras metálicas para la captación de la

energía solar. A fin de hacerla más efectiva, los tubos y las placas colectoras son recubiertas con una capa de pintura de color negro mate, y todo este conjunto se instala dentro de una estructura de madera que facilita la captación de la energía solar y minimiza las pérdidas de calor. El tanque de almacenamiento debe poseer recubrimiento aislante para minimizar la pérdida de calor por disipación.

En climas no muy fríos y con temperatura mínimas por encima de cero, prácticamente no se requiere efectuar ninguna labor operativa, por que todo su funcionamiento es automático. Para climas severos, con temperaturas menores al del punto de congelación del agua se utilizan otros tipos de colectores.

El único mantenimiento que se requiere efectuar es la limpieza diaria de la superficie transparente y que se encuentra expuesta a los rayos solares, a fin de no afectar su eficiencia de captación de la energía solar.

El diseño de la terma solar se realiza mediante las siguientes expresiones:

$$E = M \cdot C_p (T_f - T_i) \quad (\text{Ec.A.II.3})$$

E = Demanda energética [=] KJ/día

M = Masa de agua a calentar en un día [=] Kg/día

C<sub>p</sub> = Capacidad calorífica del agua = 4,18 KJ/Kg.°C

T<sub>i</sub> = Temperatura inicial del agua [=] °C

T<sub>f</sub> = Temperatura del agua caliente [=] °C

$$M = n_p \cdot \rho_{\text{agua}} \cdot V_p \quad (\text{Ec.A.II.4})$$

n<sub>p</sub> = Número de personas a ser atendidas por día

V<sub>p</sub> = Volumen de agua caliente per cápita (L/persona-día)

ρ<sub>H2O</sub> = Densidad del agua (1000 kg/m<sup>3</sup>)

El valor de las distintas variables se presenta a continuación:

$$n_p = 250$$

$$V_p = 25 \text{ L/persona-día}$$

$$M = 6250 \text{ Kg/día}$$

$$T_i = 10 \text{ °C}$$

$$T_f = 50 \text{ °C}$$

$$E = 1.045 \cdot 10^6 \text{ KJ/día}$$

$$A_{cap} = \frac{E}{H_p \cdot \eta_g} \quad (\text{Ec.A.II.5})$$

$A_{cap}$  = Superficie de captación solar [=]  $\text{m}^2$

$H_p$  = Radiación solar diaria promedio [=]  $\text{Wh/m}^2$

$\eta_g$  = Eficiencia global del sistema [=] %

Los valores de los distintos parámetros se muestran a continuación:

$H_p = 5280 \text{ Wh/m}^2$  (Fuente : Instituto Meteorológico del Perú)

$\eta = 50 \%$

$A_{cap} = 1.1 \text{ m}^2$

$$N_c = \frac{A_{cap} \cdot FS}{A_c} \quad (\text{Ec.A.II.6})$$

$N_c$  = Número de colectores

$A_{cap}$  = Área captación [=]  $\text{m}^2$

$A_c$  = Área de un colector [=]  $\text{m}^2$

F.S = Factor de seguridad o de proyección de demanda = 1- 1.5

Los valores de las distintas variables se muestran a continuación:

$A_c = 0.17 \text{ m}^2$

$N_c = 8$

La temperatura a la que se almacena el agua, se denomina *temperatura equivalente* ( $T_{eq}$ ), la cual es influenciada por la temperatura del agua fría. Sin embargo, el incremento neto de temperatura, es decir la temperatura equivalente menos la temperatura del agua fría, es un valor casi constante para cada tipo de sistema, siendo de 30°C en el sistema puntual y 20°C en el sistema continuo.

Con el valor de la temperatura equivalente se recalcula la demanda energética, y se obtiene otro valor de la masa de agua, que se denomina *masa de agua a almacenar*.

En los cálculos se reemplaza el valor la temperatura de consumo por el de la temperatura equivalente y el valor de la masa a calentar por el de masa a almacenar.

El volumen del depósito está determinado por la masa de agua a almacenar y por el tipo de uso, ya sea un sistema de uso puntual o un sistema de uso continuo.

En el sistema de uso continuo, por el rápido consumo del agua caliente, el volumen del depósito de almacenamiento se establece en un 20 % de la masa de agua caliente a ser almacenada. Sin embargo, por detalles constructivos la capacidad del depósito nunca debe ser menor a 80 litros.

En este caso, el sistema es continuo; considerando  $(T_{eq}-T_i) = 20$ , se obtiene un valor de  $T_{eq} = 30$  °C.

Sustituyendo este valor por  $T_f$ , en la ecuación A.II.3, y manteniendo el resto de variables, se obtiene una masa de agua a almacenar de 12500 Kg/día.

El volumen del depósito de almacenamiento es :  $V_{dep} = 0.2 * M = 0.2 * 12500 = 2500$  L.



La selección del tipo y espesor del aislamiento del depósito de almacenamiento se realiza de acuerdo a los datos mostrados en la siguiente tabla:

<b>Tipo de Aislante</b>	<b>Espesor (mm)</b>
Algodón	75
Lana de Vidrio	50
Paja	100

Tabla A.II.1 Espesor y tipo de aislante para depósito de almacenamiento

**ANEXO III. COSTE DE LOS EQUIPOS.****A.III.I COSTE EQUIPOS UNIDAD 0100 (TINKI)**

Para calcular el coste de los equipos dentro del límite de batería, se tienen en cuenta precios consultados a la Cámara de Comercio de Cuzco (Perú).

*Separador de Grasas (H-0101):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.016	m <sup>3</sup>	335	5.4
Ladrillos	0.016	mud	265	4.3
Mortero M-40	0.008	m <sup>3</sup>	245.4	2
Hormigón HM-30	0.004	m <sup>3</sup>	335	1.3
Tapa 30*30 cm <sup>2</sup>	1	ud	102	102
Mano de obra			31	31

Tabla A.III.1 Presupuesto Separador de Grasas (H-0101)

El coste total del equipo asciende a **146 soles** (41.8 euros).

*Decantador (H-0102):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.25	m <sup>3</sup>	335	84
Ladrillos	1.2	mud	265	318
Mortero M-40	0.64	m <sup>3</sup>	245.4	157
Malla	5	m <sup>2</sup>	3.9	19
Hormigón HM-30	0.48	m <sup>3</sup>	335	161
Tapa 1.55*1.55 m <sup>2</sup>	1	ud	427	427
Mano de obra			879	879

Tabla A.III.2 Presupuesto Decantador (H-0102)

El coste total del equipo asciende a **2041 soles** (583 euros).

*Cámara de compostaje (H-0103A/B):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Nivelación terreno	5	m <sup>2</sup>	2.6	13
Movimiento tierras	5	m <sup>3</sup>	13	65
Tapa 1.5*1.5 m <sup>2</sup>	1	ud	427	427

Tabla A.III.3 Presupuesto Cámara compostaje (H-0103A/B)

El coste total del equipo (dos cámaras) asciende a **1010 soles** (288.6 euros).

*Arqueta tramo 1:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.003	m <sup>3</sup>	335	1
Ladrillos	0.003	mud	265	0.8
Mortero M-40	0.0015	m <sup>3</sup>	245.4	0.4
Hormigón HM-30	0.00075	m <sup>3</sup>	335	0.25
Tapa 15*15 cm <sup>2</sup>	1	ud	59	59
Mano de obra			16	16

Tabla A.III.4 Presupuesto arqueta tramo 1.

El coste total del equipo asciende a **77 soles** (22 euros).

*Arqueta tramo 3:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.064	m <sup>3</sup>	335	21.4
Ladrillos	0.064	mud	265	17
Mortero M-40	0.032	m <sup>3</sup>	245.4	7.9
Hormigón HM-30	0.016	m <sup>3</sup>	335	5.4
Tapa 40*40 cm <sup>2</sup>	1	ud	118	118
Mano de obra			126	126

Tabla A.III.5 Presupuesto arqueta tramo 3.

El coste total del equipo asciende a **295 soles** (84.3 euros).

*Arqueta tramo 4:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.128	m <sup>3</sup>	335	43
Ladrillos	0.128	mud	265	34
Mortero M-40	0.064	m <sup>3</sup>	245.4	16
Hormigón HM-30	0.032	m <sup>3</sup>	335	11
Tapa 50*50 cm <sup>2</sup>	1	ud	143	143
Mano de obra			224	224

Tabla A.III.6 Presupuesto arqueta tramo 4.

El coste total del equipo asciende a **470 soles** (134.3 euros).

*Arqueta tramo 6:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.17	m <sup>3</sup>	335	57
Ladrillos	0.17	mud	265	45
Mortero M-40	0.083	m <sup>3</sup>	245.4	20
Hormigón HM-30	0.042	m <sup>3</sup>	335	14
Tapa 40*40 cm <sup>2</sup>	1	ud	118	118
Mano de obra			291	291

Tabla A.III.7 Presupuesto arqueta tramo 6.

El coste total del equipo (tres arquetas) asciende a **1785 soles** (510 euros).

Esta arqueta se encuentra en el sistema de infiltración (H-0104A/B), formado por dos balsas de infiltración; por esa razón se consideran tres arquetas en el cálculo del coste total, una por cada balsa y otra para repartir el caudal entre las dos balsas.

*Arqueta canal subterráneo:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.17	m <sup>3</sup>	335	57
Ladrillos	0.17	mud	265	45
Mortero M-40	0.083	m <sup>3</sup>	245.4	20
Hormigón HM-30	0.042	m <sup>3</sup>	335	14
Tapa 40*40 cm <sup>2</sup>	1	ud	118	118
Mano de obra			291	291

Tabla A.III.8 Presupuesto arqueta canal subterráneo.

El coste total del equipo (cuatro arquetas) asciende a **2180 soles** (623 euros).

*Tuberías y accesorios:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Tubo D=40mm	2	m	3.8	7.6
Curva D = 40mm	1		20.8	73
Tubo D=100mm	19	m	15.8	299
Curva D=100mm	3		275	825
Tubo D=50mm	2	m	4.8	9.5
Compuerta 40mm	2		142	284
Compuert 100mm	3		331	993
Compuerta 50mm	8		177	1418

Tabla A.III.9 Presupuesto tubos y accesorios.

El coste total de las tuberías y accesorios asciende a **3909 soles** (1117 euros).

Al coste de los equipos hay que añadir el de la realización de las zanjas donde van enterrados. Esta partida se estima en 1.4% del coste de los equipos.

Así, el coste total de los equipos dentro del límite de batería asciende a **12080 soles** (3451.4 euros).

Los equipos situados fuera del límite de batería, en este caso, son los módulos higiénico-sanitarios, cuyas aguas residuales sirven de alimentación al sistema. El presupuesto de dichos equipos ha sido encargado por la ONG local (Fe y Alegría Perú) a una empresa de la zona. Su coste total asciende a **167787 soles** (47939.1 euros).

El coste total de los equipos (dentro y fuera del límite de batería) asciende a **179867 soles** (51390.6 euros).

Para calcular el capital fijo inmovilizado hay que tener en cuenta también los costes generales, de transporte, dirección técnica, etc.

Los resultados de dicho cálculo se muestran en la siguiente tabla:

	<b>Soles</b>	<b>Euros</b>
Coste total equipamiento	179867	51390.6
Costes generales, transporte y otros (15%)	26980	7708.6
<b>Subtotal</b>	<b>206847</b>	<b>59099</b>
Dirección técnica, utilidad (10%)	20684.7	5910
<b>Total</b>	<b>227531.7</b>	<b>65009.1</b>

Tabla A.III.10 Capital fijo inmovilizado.

### A.III.2 COSTE EQUIPOS UNIDAD 0200 (CCATCA)

Para calcular el coste de los equipos dentro del límite de batería, se tienen en cuenta precios consultados a la Cámara de Comercio de Cuzco (Perú).

*Separador de Grasas (H-0201):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.016	m <sup>3</sup>	335	5.4
Ladrillos	0.016	mud	265	4.3
Mortero M-40	0.008	m <sup>3</sup>	245.4	2
Hormigón HM-30	0.004	m <sup>3</sup>	335	1.3
Tapa 30*30 cm <sup>2</sup>	1	ud	102	102
Mano de obra			31	31

Tabla A.III.11 Presupuesto Separador de Grasas (H-0201)

El coste total del equipo asciende a **146 soles** (41.8 euros).

*Decantador (H-0202):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.25	m <sup>3</sup>	335	84
Ladrillos	1.2	mud	265	318
Mortero M-40	0.64	m <sup>3</sup>	245.4	157
Malla	5	m <sup>2</sup>	3.9	19
Hormigón HM-30	0.48	m <sup>3</sup>	335	161
Tapa 1.55*1.55 m <sup>2</sup>	1	ud	427	427
Mano de obra			879	879

Tabla A.III.12 Presupuesto Decantador (H-0202)

El coste total del equipo asciende a **2041 soles** (583 euros).

*Cámara de compostaje (H-0203A/B):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Nivelación terreno	5	m <sup>2</sup>	2.6	13
Movimiento tierras	5	m <sup>3</sup>	13	65
Tapa 1.5*1.5 m <sup>2</sup>	1	ud	427	427

Tabla A.III.13 Presupuesto Cámara compostaje (H-0203A/B)

El coste total del equipo (dos cámaras) asciende a **1010 soles** (288.6 euros).



*Arqueta tramo 1:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.003	m <sup>3</sup>	335	1
Ladrillos	0.003	mud	265	0.8
Mortero M-40	0.0015	m <sup>3</sup>	245.4	0.4
Hormigón HM-30	0.00075	m <sup>3</sup>	335	0.25
Tapa 30*30 cm <sup>2</sup>	1	ud	59	59
Mano de obra			16	16

Tabla A.III.14 Presupuesto arqueta tramo 1.

El coste total del equipo asciende a **77 soles** (22 euros).

*Arqueta tramo 3:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.08	m <sup>3</sup>	335	27
Ladrillos	0.08	mud	265	21
Mortero M-40	0.04	m <sup>3</sup>	245.4	10
Hormigón HM-30	0.02	m <sup>3</sup>	335	7
Tapa 40*40 cm <sup>2</sup>	1	ud	118	118
Mano de obra			158	158

Tabla A.III.15 Presupuesto arqueta tramo 3.

El coste total del equipo asciende a **341 soles** (97.4 euros).

*Arqueta tramo 4:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.34	m <sup>3</sup>	335	114
Ladrillos	0.34	mud	265	91
Mortero M-40	0.17	m <sup>3</sup>	245.4	42
Hormigón HM-30	0.085	m <sup>3</sup>	335	129
Tapa 50*50 cm <sup>2</sup>	1	ud	143	143
Mano de obra			582	282

Tabla A.III.16 Presupuesto arqueta tramo 4.

El coste total del equipo asciende a **801 soles** (228.9 euros).

*1ª Arqueta tramo 5:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.68	m <sup>3</sup>	335	228
Ladrillos	0.68	mud	265	180
Mortero M-40	0.34	m <sup>3</sup>	245.4	83
Hormigón HM-30	0.17	m <sup>3</sup>	335	57
Tapa 70*70 cm <sup>2</sup>	1	ud	206	206
Mano de obra			1165	1165

Tabla A.III.17 Presupuesto 1ªarqueta tramo 5.

El coste total del equipo asciende a **1919 soles** (548.3 euros).

Última arqueta tramo 5:

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.128	m <sup>3</sup>	335	43
Ladrillos	0.128	mud	265	34
Mortero M-40	0.064	m <sup>3</sup>	245.4	16
Hormigón HM-30	0.032	m <sup>3</sup>	335	11
Tapa 70*70 cm <sup>2</sup>	1	ud	206	206
Mano de obra			224	224

Tabla A.III.18 Presupuesto última arqueta tramo 5.

El coste total del equipo asciende a **534 soles** (152.6 euros).

Otras arquetas tramo 5:

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.88	m <sup>3</sup>	335	288
Ladrillos	0.88	mud	265	233
Mortero M-40	0.44	m <sup>3</sup>	245.4	108
Hormigón HM-30	0.22	m <sup>3</sup>	335	74
Tapa 70*70 cm <sup>2</sup>	1	ud	206	206
Mano de obra			1514	1514

Tabla A.III.19 Presupuesto otras arquetas tramo 5.

El coste total del equipo (18 arquetas) asciende a **43614 soles** (12461.1 euros).

*Arqueta tramo 6:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.064	m <sup>3</sup>	335	21.4
Ladrillos	0.064	mud	265	17
Mortero M-40	0.032	m <sup>3</sup>	245.4	7.9
Hormigón HM-30	0.016	m <sup>3</sup>	335	5.4
Tapa 40*40 cm <sup>2</sup>	1	ud	118	118
Mano de obra			126	126

Tabla A.III.20 Presupuesto arqueta tramo 6.

El coste total del equipo (tres arquetas) asciende a **885 soles** (252.9 euros).

Esta arqueta se encuentra en el Filtro Verde (H-0204A/B), formado por dos parcelas; por esa razón se consideran tres arquetas en el cálculo del coste total, una por cada parcela y otra para repartir el caudal entre las dos parcelas.

*Arqueta surcos riego:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.064	m <sup>3</sup>	335	21.4
Ladrillos	0.064	mud	265	17
Mortero M-40	0.032	m <sup>3</sup>	245.4	7.9
Hormigón HM-30	0.016	m <sup>3</sup>	335	5.4
Tapa 40*40 cm <sup>2</sup>	1	ud	118	118
Mano de obra			126	126

Tabla A.III.21 Presupuesto arqueta surcos riego.

El coste total del equipo (cuatro arquetas) asciende a **1180 soles** (337.1 euros).

*Tuberías y accesorios:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Tubo D=40mm	74	m	3.8	279
Curva D = 100mm	3		275	826
Tubo D=100mm	520	m	15.8	8190
Curva D=50mm	4		122	490
Tubo D=50mm	28	m	4.8	133
Compuerta 40mm	2		142	284
Compuert 100mm	23		331	7611
Compuerta 50mm	8		177	1418

Tabla A.III.22 Presupuesto tubos y accesorios.

El coste total de las tuberías y accesorios asciende a **19230 soles** (5494.4 euros).

Al coste de los equipos hay que añadir el de la realización de las zanjas donde van enterrados. Este coste se estima en 1.4% del coste de los equipos.

Así, el coste total de los equipos dentro del límite de batería asciende a **72783 soles** (20795.1 euros).

Los equipos situados fuera del límite de batería, en este caso, son los módulos higiénico-sanitarios, cuyas aguas residuales sirven de alimentación al sistema. En el caso de Ccatca, no se van a construir, sólo se procederá a su acondicionamiento. El presupuesto de dicha obra ha sido encargado por la ONG local (Fe y Alegría Perú) a una empresa de la zona. Su coste total asciende a **83894 soles** (23969.6 euros).

El coste total de los equipos (dentro y fuera del límite de batería) asciende a **104689 soles** (29911.2 euros).

Para calcular el capital fijo inmovilizado hay que tener en cuenta también los costes generales, de transporte, dirección técnica, etc.

Los resultados de dicho cálculo se muestran en la siguiente tabla:

	<b>Soles</b>	<b>Euros</b>
Coste total equipamiento	104689	29911.1
Costes generales, transporte y otros (15%)	15703	4486.6
<b>Subtotal</b>	<b>120392</b>	<b>34397.8</b>
Dirección técnica, utilidad (10%)	12039.2	3439.8
<b>Total</b>	<b>132431.2</b>	<b>37837.5</b>

Tabla A.III.23 Capital fijo inmovilizado

### A.III.3 COSTE EQUIPOS UNIDAD 0300 (ANDAHUAYLILLAS)

Para calcular el coste de los equipos dentro del límite de batería, se tienen en cuenta precios consultados a la Cámara de Comercio de Cuzco (Perú).

*Separador de Grasas (H-0301):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.08	m <sup>3</sup>	335	27
Ladrillos	0.08	mud	265	21
Mortero M-40	0.04	m <sup>3</sup>	245.4	10
Hormigón HM-30	0.02	m <sup>3</sup>	335	7
Tapa 40*40 cm <sup>2</sup>	1	ud	118	118
Mano de obra			158	158

Tabla A.III.24 Presupuesto Separador de Grasas (H-0301)

El coste total del equipo asciende a **341 soles** (97.4 euros).

*Laguna Facultativa (H-0302):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Nivelación terreno	850	m <sup>2</sup>	5.2	4420
Movimiento tierras	1039	m <sup>3</sup>	51.2	53197

Tabla A.III.25 Presupuesto Laguna Facultativa (H-0302)

El coste total de la laguna asciende a **57617 soles** (16461.9 euros).

*Lagunas Aerobias (H-0303 y H-0304):*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Nivelación terreno	124.8	m <sup>2</sup>	5.2	649
Movimiento tierras	124.8	m <sup>3</sup>	51.2	6390

Tabla A.III.26 Presupuesto Lagunas Aerobias (H-0303 y H-0304).

El coste total de las dos lagunas asciende a **14077 soles** (4022.1 euros).

*Arqueta tramo 1:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.021	m <sup>3</sup>	335	7
Ladrillos	0.021	mud	265	6
Mortero M-40	0.01	m <sup>3</sup>	245.4	2.5
Hormigón HM-30	0.005	m <sup>3</sup>	335	2
Tapa 25*25 cm <sup>2</sup>	1	ud	59	147
Mano de obra			16	41

Tabla A.III.27 Presupuesto arqueta tramo 1.

El coste total del equipo asciende a **205 soles** (58.5 euros).

*Arqueta tramo 3:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.128	m <sup>3</sup>	335	43
Ladrillos	0.128	mud	265	34
Mortero M-40	0.064	m <sup>3</sup>	245.4	16
Hormigón HM-30	0.032	m <sup>3</sup>	335	11
Tapa 50*50 cm <sup>2</sup>	1	ud	143	143
Mano de obra			224	224

Tabla A.III.28 Presupuesto arqueta tramo 3.

El coste total del equipo asciende a **470 soles** (134.3 euros).

*Arquetas tramo4:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	1.6	m <sup>3</sup>	335	536
Ladrillos	1.6	mud	265	424
Mortero M-40	0.8	m <sup>3</sup>	245.4	196
Hormigón HM-30	0.4	m <sup>3</sup>	335	134
Tapa 70*70 cm <sup>2</sup>	1	ud	206	206
Mano de obra			2816	2816

Tabla A.III.29 Presupuesto arquetas tramo 4.

El coste total del equipo (11 arquetas) asciende a **47432 soles** (13552 euros).



*Arqueta tramo5:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.128	m <sup>3</sup>	335	43
Ladrillos	0.128	mud	265	34
Mortero M-40	0.064	m <sup>3</sup>	245.4	16
Hormigón HM-30	0.032	m <sup>3</sup>	335	11
Tapa 50*50 cm <sup>2</sup>	1	ud	143	143
Mano de obra			224	224

Tabla A.III.30 Presupuesto arqueta tramo 5.

El coste total del equipo asciende a **470 soles** (134.3 euros).

*Arqueta tramo 6:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.128	m <sup>3</sup>	335	43
Ladrillos	0.128	mud	265	34
Mortero M-40	0.064	m <sup>3</sup>	245.4	16
Hormigón HM-30	0.032	m <sup>3</sup>	335	11
Tapa 50*50 cm <sup>2</sup>	1	ud	143	143
Mano de obra			224	224

Tabla A.III.31 Presupuesto arqueta tramo 6.

El coste total del equipo asciende a **470 soles** (134.3 euros).

Arqueta tramo 7:

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Hormigón HM-20	0.128	m <sup>3</sup>	335	43
Ladrillos	0.128	mud	265	34
Mortero M-40	0.064	m <sup>3</sup>	245.4	16
Hormigón HM-30	0.032	m <sup>3</sup>	335	11
Tapa 50*50 cm <sup>2</sup>	1	ud	143	143
Mano de obra			224	224

Tabla A.III.32 Presupuesto arqueta tramo 7.

El coste total del equipo asciende a **470 soles** (134.3 euros).

*Tuberías y accesorios:*

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio (sol)</b>	<b>Importe (sol)</b>
Tubo D=75mm	2	m	6.4	13
Tubo D=175mm	520	m	33.3	17290
Curva D=175mm	1		459	459
Compuerta 75mm	2		282.3	565
Compuert 175mm	16		938	15002

Tabla A.III.33 Presupuesto tubos y accesorios.

El coste total de las tuberías y accesorios asciende a **33329 soles** (9522.4 euros).

Al coste de los equipos hay que añadir el de la realización de las zanjas donde van enterrados. Este coste se estima en 1.4% del coste de los equipos.

Así, el coste total de los equipos dentro del límite de batería asciende a **157049 soles** (44871.2 euros).

Los equipos situados fuera del límite de batería, en este caso, son los módulos higiénico-sanitarios, cuyas aguas residuales sirven de alimentación al sistema. En el caso de Andahuaylillas no se van a construir ni a acondicionar, por lo que no se consideran en el cálculo del presupuesto.

El coste total de los equipos (dentro y fuera del límite de batería) asciende a **157049 soles** (44871.2 euros).

Para calcular el capital fijo inmovilizado hay que tener en cuenta también los costes generales, de transporte, dirección técnica, etc.

Los resultados de dicho cálculo se muestran en la siguiente tabla:

	<b>Soles</b>	<b>Euros</b>
Coste total equipamiento	157049	44871.1
Costes generales, transporte y otros (15%)	23557	6730.6
<b>Subtotal</b>	<b>180606</b>	<b>51601.7</b>
Dirección técnica, utilidad (10%)	18060.6	5160.2
<b>Total</b>	<b>198667</b>	<b>56762</b>

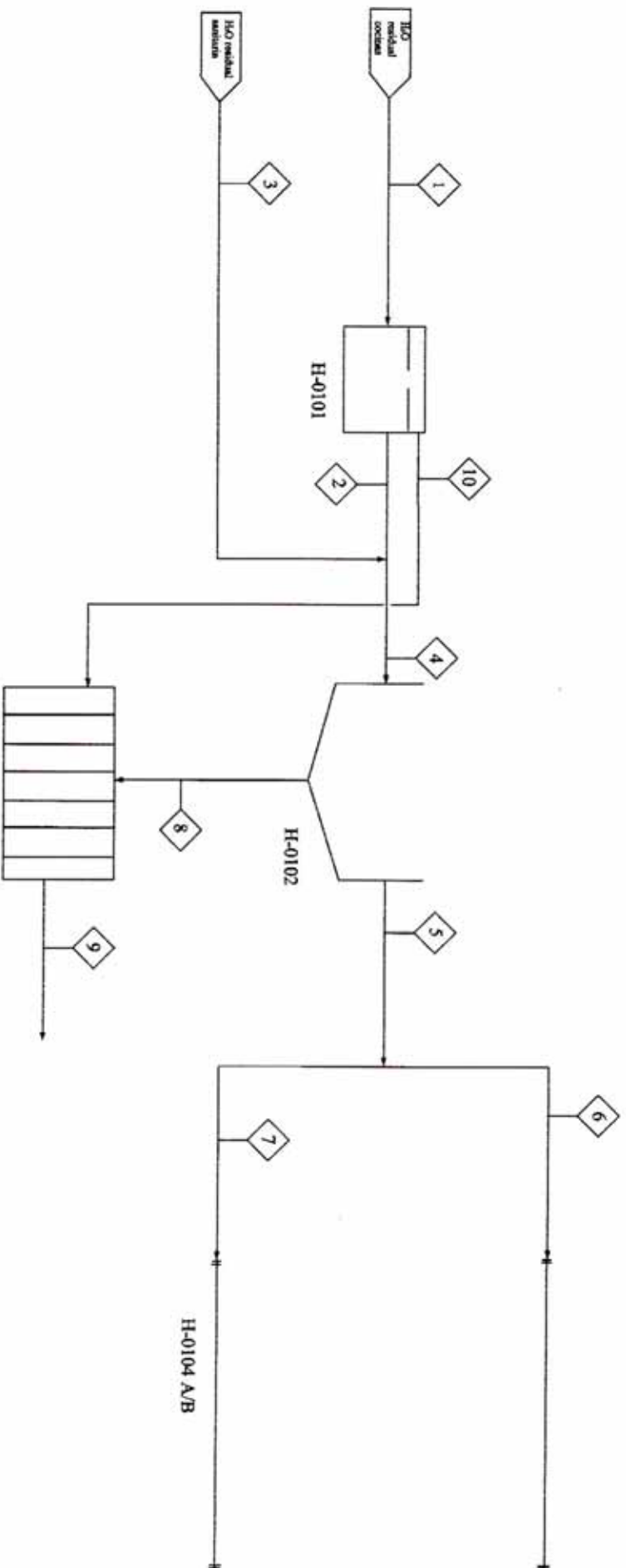
Tabla A.III.34 Capital fijo inmovilizado

H-0101  
Separador  
de Grasas

H-0102  
Decantador  
Primario

H-0103A/B  
Cámara de  
Compostaje

H-0104A/B  
Sistema de  
Infiltración



Nº corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q (l/s)	1.9101	2.43	2.43	4.0102	6.47	4.0102A/B	4.0102B	4.0102C	4.0102D	4.0102E
V (m³/s)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Q <sub>org</sub> (kg/h)	77.96	77.96	430.67	517.78	517.56	256.82	256.02	256.82	256.82	256.82
Q <sub>org</sub> (kg/h)	77.76	77.76	428.16	516.92	516.92	256.59	256.59	256.92	256.92	256.92
Q <sub>org</sub> (kg/h)	0.073	0.087	0.132	0.007	3.6910 <sup>-2</sup>	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
Q <sub>org</sub> (kg/h)	0.066	0.066	0.246	0.414	0.414	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207
Q <sub>org</sub> (kg/h)	0.073	0.073	0.167	0.259	0.104	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
Q <sub>org</sub> (kg/h)			0.044	0.044	0.044	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
Q <sub>org</sub> (kg/h)			1.2*10 <sup>-2</sup>	1*10 <sup>-2</sup>	1*10 <sup>-2</sup>	5*10 <sup>-3</sup>	5*10 <sup>-3</sup>	5*10 <sup>-3</sup>	5*10 <sup>-3</sup>	5*10 <sup>-3</sup>
Q <sub>org</sub> (kg/h)	1.2*10 <sup>-2</sup>	1.2*10 <sup>-2</sup>	1.2*10 <sup>-2</sup>	1.3*10 <sup>-2</sup>	1.3*10 <sup>-2</sup>	1.3*10 <sup>-2</sup>	1.3*10 <sup>-2</sup>	1.3*10 <sup>-2</sup>	1.3*10 <sup>-2</sup>	1.3*10 <sup>-2</sup>
Q <sub>org</sub> (kg/h)	999.7	999.7	999.7	999.7	999.7	999.7	999.7	999.7	999.7	999.7
Q <sub>org</sub> (kg/h)	0.078	0.078	0.44	0.52	0.52	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26

H-0103 A/B

H-0104 A/B

FECHA	NOMBRE	FORMATO	ADICION
21-02-04	MBP		AGREGAR PASADIZO
21-02-04	MBP	A3	

REVISADO

INSTALACION DEBERRACHO AJUSTADAS

DIAGRAMA DE FLUJO  
UNIDAD 0100

PROYECTO INI DE CARRERA

ISSI HABANA

PLANO 01

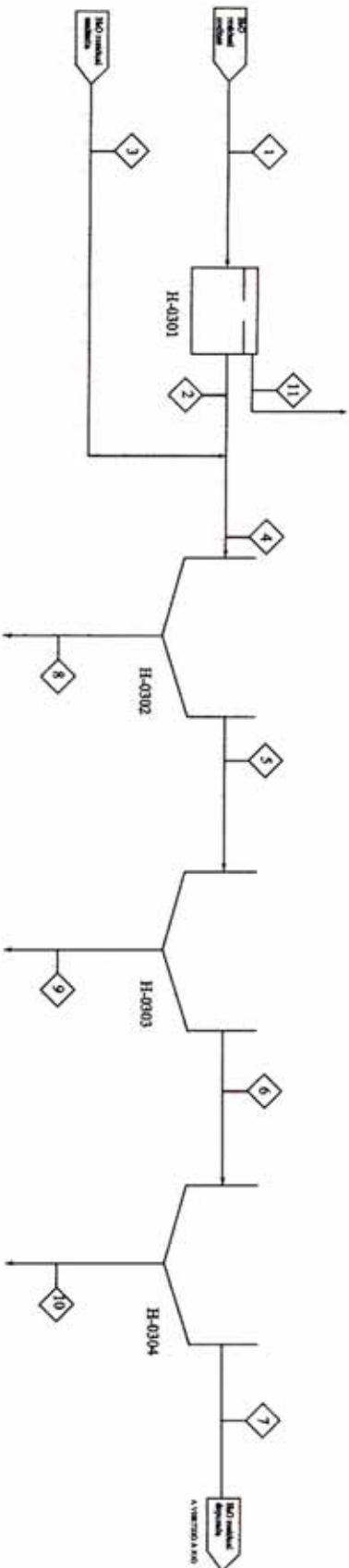


H-0301  
Separador  
de Grasas

H-0302  
Laguna  
Facultativa

H-0303  
Laguna  
Aerobia

H-0304  
Laguna  
de Maduración



Parámetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
De Alimentación	H-0301	H-0301	H-0302	H-0302	H-0303	H-0303	H-0304	H-0304	H-0304	H-0304	H-0304
A (l/s)	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
P (kg/s)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
F <sub>org</sub> (kg/h)	196.89	196.83	1099.34	1296.17	1294.26	1294.25	1294.25	1294.04	1294.04	1294.04	1294.04
F <sub>org</sub> (kg/h)	196.47	196.47	1097.57	1294.04	1294.04	1294.04	1294.04	1294.04	1294.04	1294.04	1294.04
F <sub>org</sub> (kg/h)	0.053	0.005	0.005	0.005	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
F <sub>org</sub> (kg/h)	0.175	0.175	0.33	0.33	0.050	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
F <sub>org</sub> (kg/h)	0.184	0.184	0.466	0.466	0.550	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
F <sub>org</sub> (kg/h)	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
K <sub>org</sub> (MMP/100mL)	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>	1.24*10 <sup>3</sup>
Q (m <sup>3</sup> /h)	999.4	999.4	999.4	999.4	999.4	999.4	999.4	999.4	999.4	999.4	999.4
Q (m <sup>3</sup> /h)	0.197	0.197	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3

ESTADO	FECHA	NOMBRE	PARADO
DEBUTADO	21-01-04	MRP	A3
COMPROBADO	21-02-04	MRP	A3
REVISADO			

INSTALACION DEBARRERACION AGUAS RESIDUALES

PROYECTO EN LA CABERZA

INO. BASICA

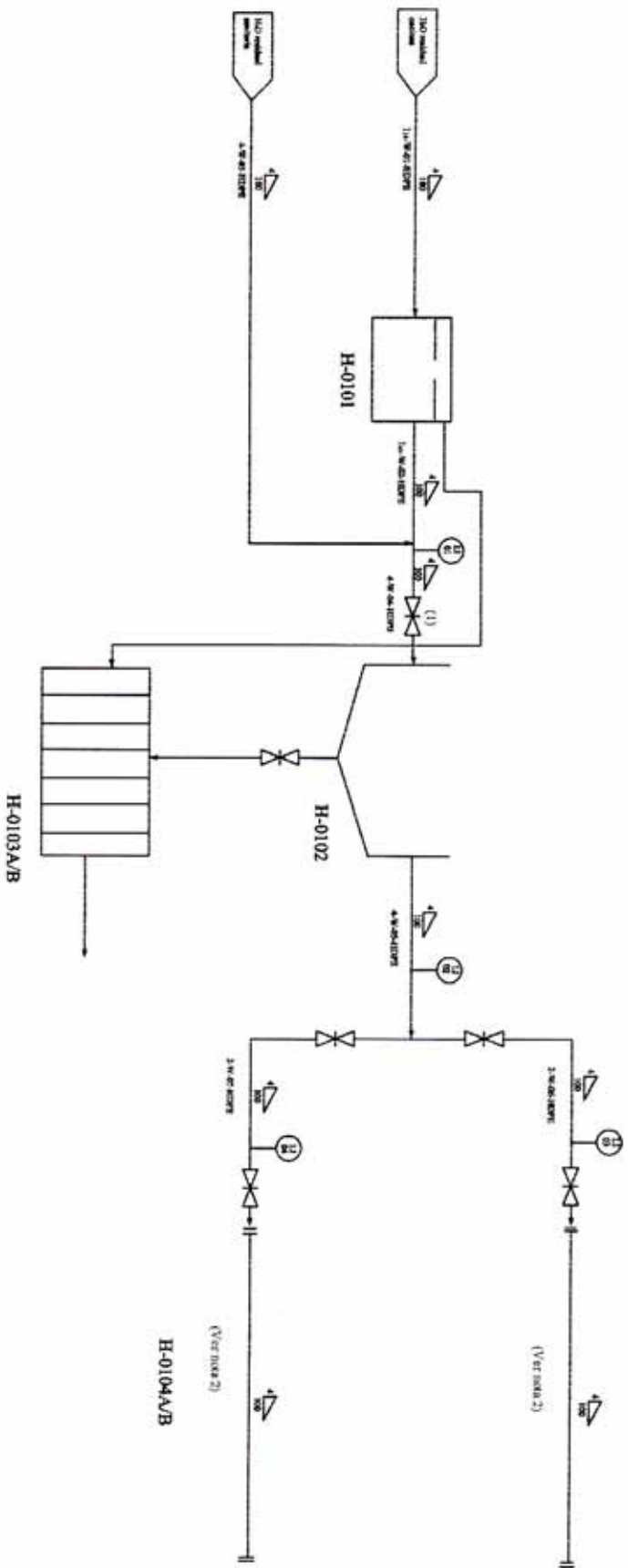
PLANO 01

RODRIGUEZ PASCUAL, MPOSE  
DIAGRAMA FLUJO  
UNIDAD 0300

# NOTAS

## NOTAS GENERALES

- (1) Todas las válvulas son de compuerta.
- (2) La tubería es un canal metálico construido con losur de piedra.



H-0101	H-0102	H-0103 A/B	H-0104 A/B
l = 0.2 m	l = 1.4 m	S = 5 m <sup>3</sup>	S = 12 m <sup>3</sup>
h = 0.65 m	h = 1.22 m		

PROYECTO PISCINA CERRERA		AUTORIA	
IBRIDADO	FECHA	NOMBRE	FORMAIO
COMPROBADO	11-11-04	MSP	A3
REVISADO	21-11-04	MSP	
INSTALACION DEPURACION AGUAS RESIDUALES			
DISEÑADA POR		AUTORIA	
DINIDAD 6100		RODRIGUEZ PASCUAL, JORGE	
DISEÑADA POR		DISEÑADA POR	
DINIDAD 6100		DINIDAD 6100	
DISEÑADA POR		DISEÑADA POR	
DINIDAD 6100		DINIDAD 6100	

DESIGNACION TUBERIAS	
CODIGO	TIPO MATERIAL
H01E	PERFORADO
CODIGO	ALTA DENSIDAD
W	RESIDUAL





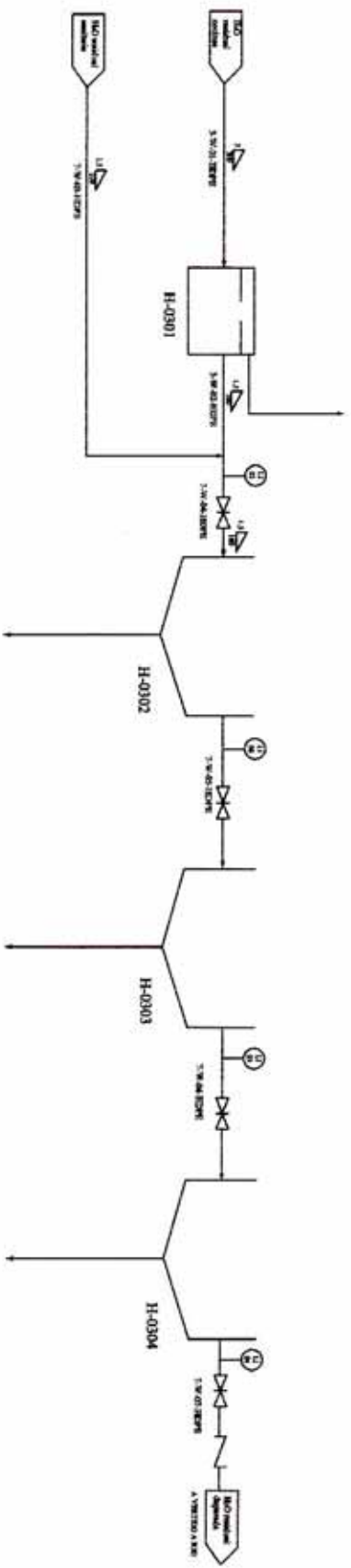
# NOTAS

NOTAS GENERALES

LISTA DE EQUIPOS

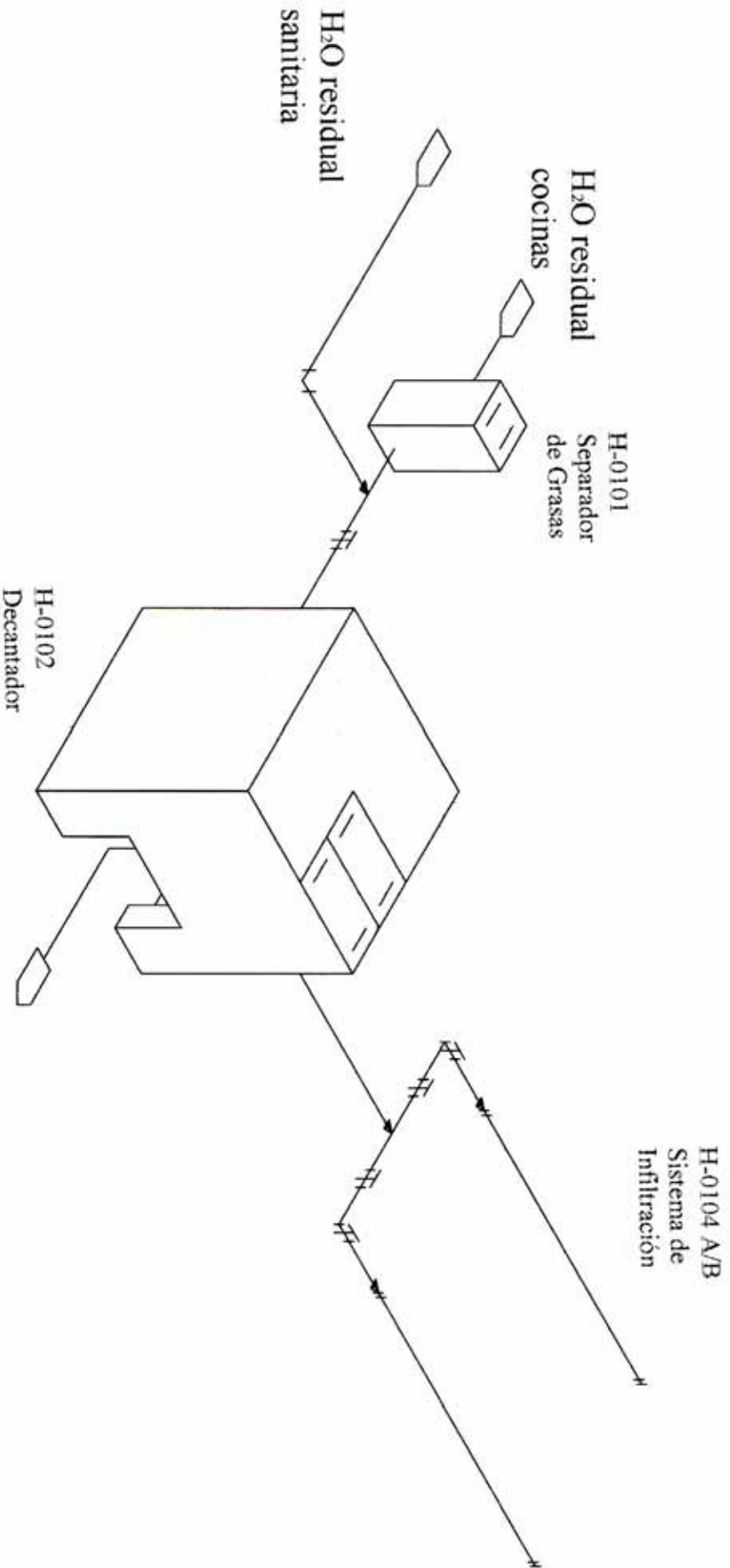
- H-0301
- H-0302
- H-0303
- H-0304

DESIGNACION TUBERIAS	
CODIGO	TIPO MATERIAL
HDPE	POLIETILENO ALTA DENSIDAD
CODR30	PLUMBO CRISTALINO
W	AGUA RESERVA



H-0301	H-0302	H-0303	H-0304
l = 0.3 m h = 0.8 m	S = 850 m <sup>2</sup> h = 1.7 m	S = 62.4 m <sup>2</sup> h = 1.2 m	S = 62.4 m <sup>2</sup> h = 1.2 m

ACTIVO		PROYECTO PSUR-CAMERZA	
DESIGNACION	FECHA	NOMBRE	FORNecedor
11-01-06	11-01-06	WSP	
COMPRONADO	11-01-06	MAP	
REVISADO			
INSTALACION DISTRIBUCION AGUAS RESERVAS		A3	
INTEGRACION			
DNO EMPRESA		ELABOR	



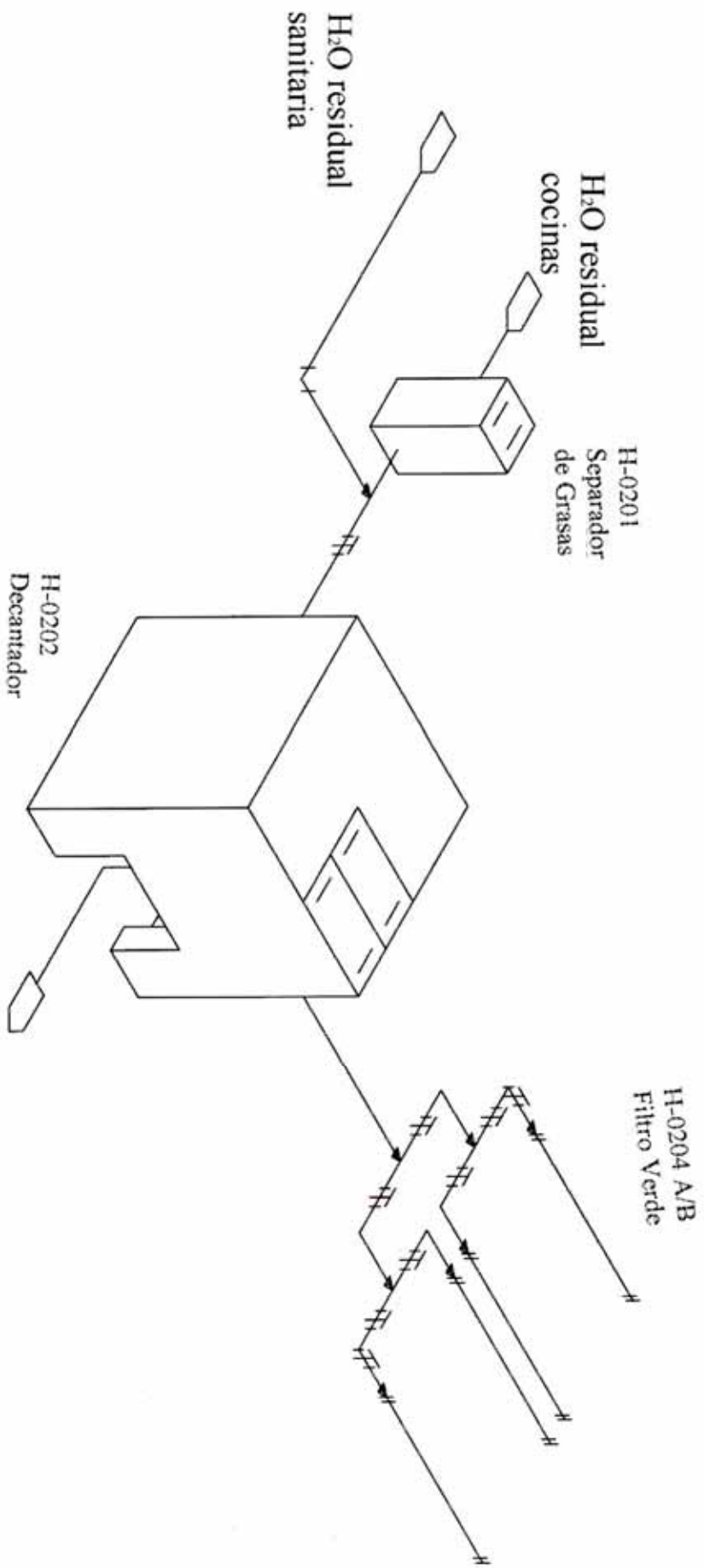
**A compostaje**

FECHA	NOMBRE	FOCALITO
21-01-04	MJP	A4
21-02-04	MJP	

INSTALACION DISTRIBUCION ADECUADAS		AREA	
PROYECTO EN LA CAMBRIA		BOBBERIEZ / ASCTAL, P/ROE	
ING. BASICA		PLANO 11	

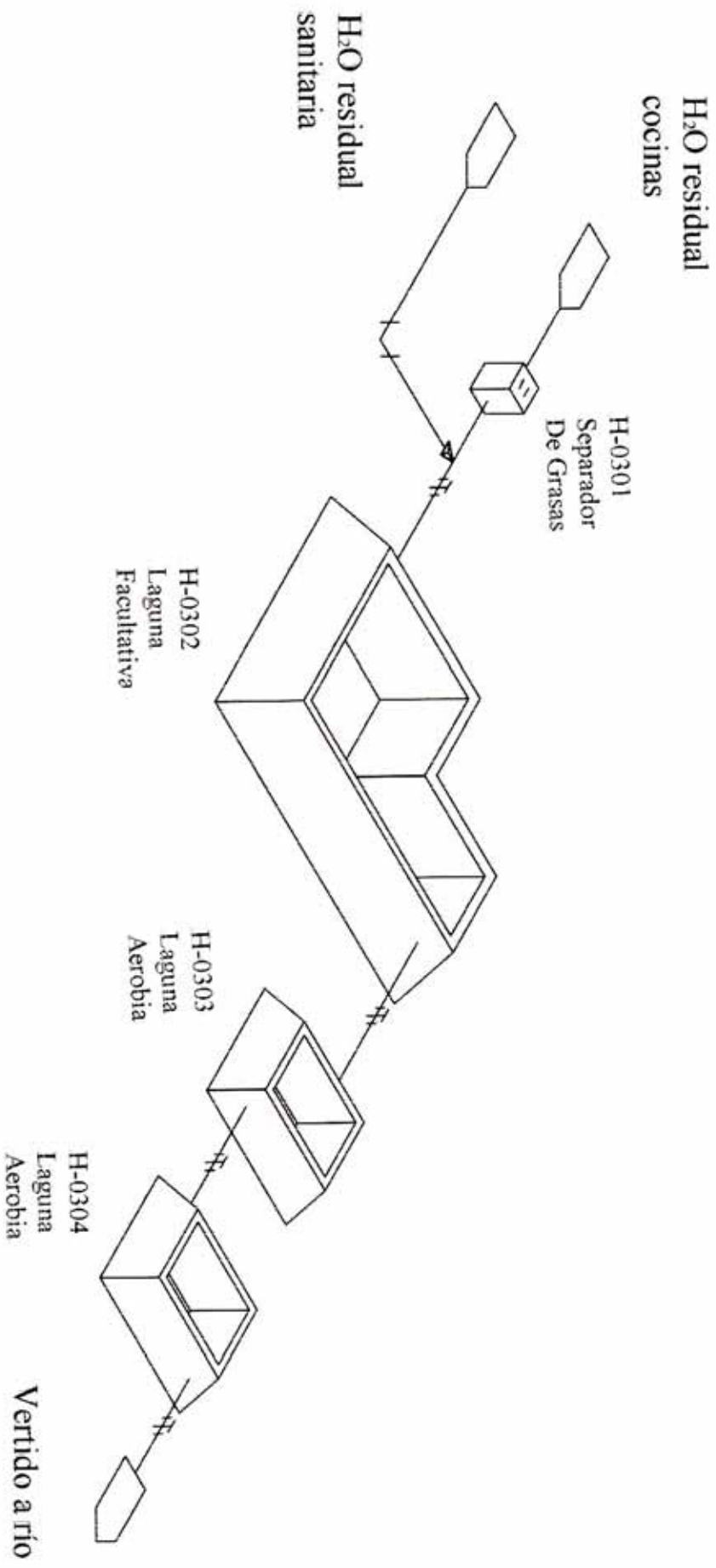
DIAGRAMA ISOMETRICO  
UNIDAD 0100



**A compostaje**

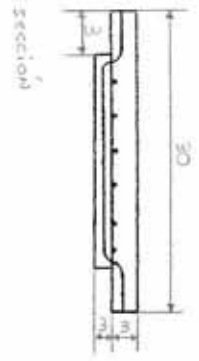
FECHA	NO. DISEÑO	FORMATO	ASIGNADO
21-01-04	MRF	A4	RODRIGUEZ PASCUAL, ANDRÉS
21-02-04	MRF		
REVISADO			
INSTALACION EMBIBACION AGUAS NEGRIAS			
PROYECTO RIN DE CARRERA			IND. BASICA
			PLANO 11

DIAGRAMA ISOMETRICO  
UNIDAD 0200

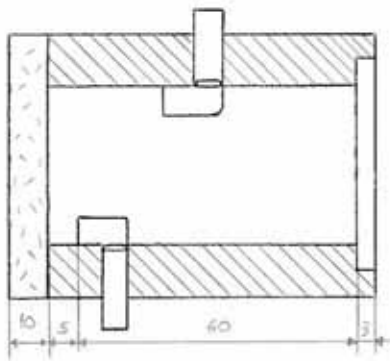


FECHA	NOMBRE	FORMALITO	AREA
21-04-04	MBP		REQUISICION PARCIAL, MPOSE
21-04-04	MJPZ		
A4			
INSTALACION DEBIBRACION AEROS SUSTRAS			
PROYECTO RIVER CABERBA			DR. BASICA
DIAGRAMA ISOMETRICO			PLANO 11
UNIDAD 0300			

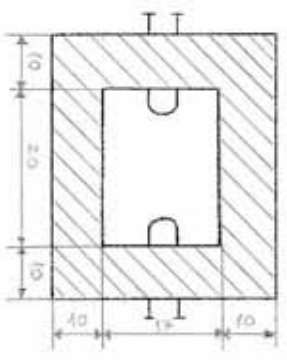
TAPA H-0101



H-0101

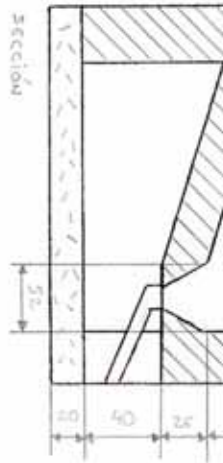
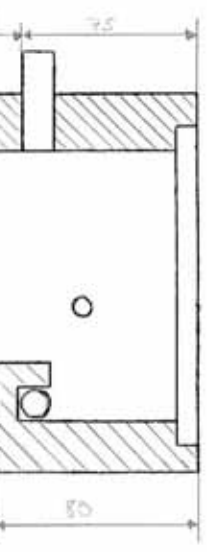


SECCION

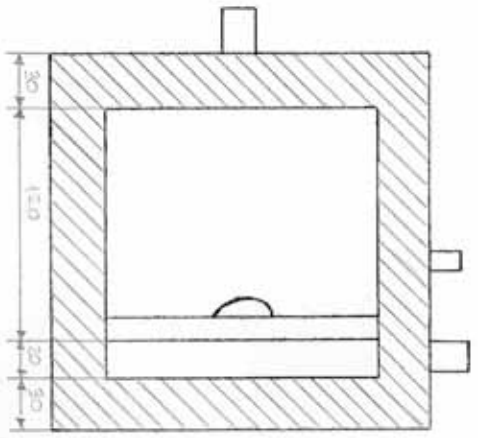


PLANTA

H-0102



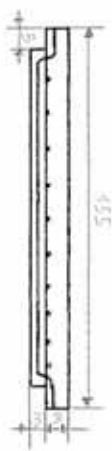
SECCION



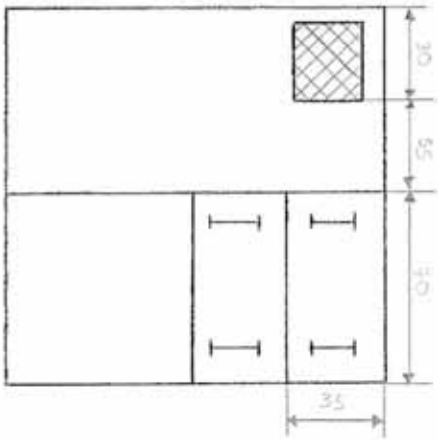
PLANTA

COTAS EN CM

TAPA H-0102



SECCION



PLANTA

FECHA		NOMBRE		FIRMADO		Aprobado	
DIBUJADO	21-01-04	MJP				RODRIGUEZ PASCUAL, JORGE	
COMPROBADO	21-01-04	MJP					
REVISADO							
A4							
INSTALACION DEPURACION AGUAS RESIDUALES							
PROYECTO EN DE CABEZA							
PLANO CONSTRUCTIVO						UNIDAD 0100	
PLANO 01							

Aulas

Cocina

Módulos  
higiénico  
sanitarios

Aulas

H-0101  
Separador  
de  
Grasas

H-0102  
Decantador  
Primario

H-0104A/B  
Sistema  
de  
Infiltración

H-0103A/B  
Cámara  
de  
Compostaje

FECHA	NOMBRE	PROYECTO	ÁREA
21-01-04	MISZ	A4	MODULOS PASAJAL AMOR
21-02-04	MISZ	A4	DIAGRAMA DE IMPLEMENTACION UNIDAD 0100
REVISADO			
INSTALACION ESTERILIZACION AZÚCAR SUCRAS			
PROYECTO FIN DE CARRERA			ING. MARIYA
			PLANO 011

Aulas

Aulas

H-0203A/B  
Cámara  
de  
Compostaje



H-0201  
Separador  
de Grasas



Cocina

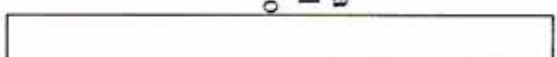


H-0202  
Decantador

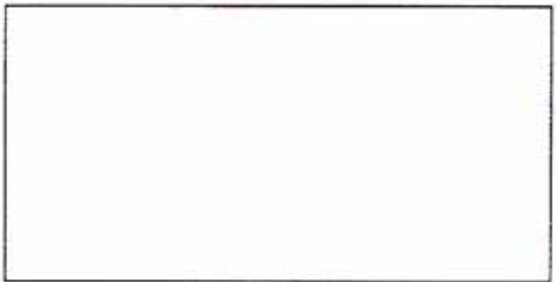
Módulos  
higiénico  
sanitarios



Barrera  
natural  
arbolado



H-0204A/B  
Filtro Verde



		FECHA	NOMBRE	FORMATO	ASIGNA
DEBUCIADO	21/01/24	MBP		A4	RESERVAZ PARCIAL, VPSSE
COMPROBADO	21/01/24	MBP			
REVISADO					

INSTALACION DEFINITIVA AEROSANITARIA

DIAGRAMA DE  
IMPLEMENTACION  
UNIDAD 0200

PROYECTO FIN DE GRADUACION

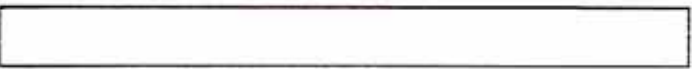
TRABAJO

PLANO 11

Sistema de  
Lagunaje  
(H-0302,  
H-0303, H-0304)



H-0301  
Separador  
de  
Grasas



Barrera  
natural  
arbolado



FECHA		NOMBRE		FORMATO	AREA
COMPLETADO	REVISADO	21-01-04	21-01-04		
				A4	
INSTALACION DE FUMACION AERIAS SINGLAS					
PROYECTO EN LA CARRERA					
DIAGRAMA DE IMPLANTACION UNIDAD 0300					RNO. BARBA
					PLANO 01