



**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LAS  
POBLACIONES DE DANYI-APÉYÉMÉ Y  
TODOMÉ (TOGO – ÁFRICA DEL OESTE)**

**AUTOR:** ÓSCAR GARCÍA MARTÍN

**TUTOR:** SERGIO GONZÁLEZ LÓPEZ

**Dpto.** MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS

**TITULACIÓN:** INGENIERÍA INDUSTRIAL

## **AGRADECIMIENTOS**

*Dicen que es de bien nacido ser agradecido. El año pasado estudiando con mi amigo Pablo en la segunda planta de la biblioteca cogíamos unos cuantos Proyectos Fin de Carrera y leíamos los agradecimientos de los cuales me sorprendió su parecido, casi todos agradecían a su tutor, familia, amigos y novia que les hubiesen soportado durante todos estos años, y algunos hablaban de lo especial que es terminar la carrera.*

*Supongo que debería guardar las formas y no es que yo quiera parecer diferente, es solo que me quiero sincerar, porque aunque también tengo más que palabras de agradecimiento hacia todos vosotros voy a empezar agradeciéndome a mí mismo haberos soportado durante todo este tiempo. Tampoco creo que finalizar la carrera sea un momento tan especial, no me considero una persona diferente a partir de este momento, pienso que por encima de estudiantes o ingenieros somos personas y creo que presumir de saber es el primer paso de la ignorancia. La Universidad "universifica" los conocimientos decía una profesora de mi instituto que estaba un poco loca, creo que en parte tenía razón, después de todo me da la impresión que más que conocimientos técnicos me llevo un poco de experiencia en todos los sentidos. Y en lo que se refiere a todos vosotros, que no quiero que os enfadéis... gracias.*

*Gracias Mariola, tu si supusiste un cambio en mi vida.*

*Gracias a mi familia que aunque a veces me haya puesto algunos obstáculos eso también te hace aprender, además siempre están ahí, a mi padre, a mi madre, a mi hermana, y a todos los demás, abuelos, tíos, primos, primos segundos, tíos abuelos, descendencias desconocidas...*

*Gracias a todos mis amigos y compañeros de camino, no os importe el orden, a Isra, Alvarito, Quique, Pablo, Jano, Ruper, Lucas, Luisen, Iñaki, Lambas, Miguel, Javiti, Parri, Nere, Silvia, Roci, Irene... y a todos aquellos que me deje, vaya pedazo de grupo hacemos.*

*Gracias a mi tutor y amigo Sergio, es como si hubieses estado conmigo en Togo, tu ayuda y comprensión han sido realmente importantes para mí. A mis amigos de la universidad, Alfredo, David, Álex, César, Dani, Esther, María, Héctor, Javi, Antonio, Adri, Alfonsos, Julian... Gracias a los miembros de Iroko, Manu ,Cheru, Ixone, Pilar, Carolina, Nacho... A todo AJEVES, y en especial a Sena, Bogar, Sitsofe, Philippe... que han compartido cada uno de mis experiencias allí y han hecho posible este proyecto.*

*Y por último, mi mayor agradecimiento a ti Flora.*

## ÍNDICE GENERAL

1.	RESUMEN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	9
1.1.	Resumen .....	9
1.2.	Objetivos .....	9
1.2.1.	Objetivo general .....	9
1.2.2.	Objetivos específicos .....	10
1.2.2.1.	Indicadores objetivamente verificables.....	10
1.2.2.2.	Fuentes de verificación .....	11
1.2.2.3.	Resultados esperados .....	11
2.	INTRODUCCIÓN.....	12
2.1.	Gestión medioambiental en proyectos de cooperación .....	12
2.2.	Motivación .....	13
2.2.1.	La Universidad y la cooperación .....	14
2.2.2.	ONGD Iroko Desarrollo Forestal Sostenible.....	15
2.3.	República de Togo.....	15
3.	ANTECEDENTES.....	18
3.1.	Situación geográfica.....	18
3.2.	Relieves .....	19
3.3.	Hidrografía .....	20
3.4.	Pedología .....	21
3.5.	Clima .....	22
3.6.	Sociología .....	23
3.7.	Estudios topográficos.....	24
3.7.1.	GPS (Global Positioning System).....	24
3.7.1.1.	Recepción de señal .....	24
3.7.1.2.	Funciones de un receptor GPS.....	25
3.8.	Problemática.....	26
3.8.1.	Problemática general.....	26
3.8.2.	Problemática asociada a la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU).....	29
3.8.3.	Problemática asociada a la falta de infraestructuras de saneamiento .....	30

3.8.4. Problemática asociada a la falta de control de vectores .....	34
3.8.4.1. Enfermedades por transmisión mecánica .....	34
3.8.4.2. Enfermedades por transmisión biológica .....	34
3.9. Actividades específicas a tener en cuenta .....	35
3.9.1. Consideraciones socioculturales.....	35
3.9.2. Sostenibilidad y medio ambiente .....	36
3.9.3. Participación comunitaria .....	36
3.9.4. Gestión medioambiental en las escuelas y cuestiones de género .....	37
3.9.5. Contaminación de aguas subterráneas .....	38
3.10. Reunión de presentación del proyecto.....	39
4. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) .....	42
4.1. Análisis preliminar del estado de los RSU.....	43
4.1.1. Análisis de otras comunidades .....	46
4.2. Identificación de vertederos incontrolados.....	47
4.2.1. Descripción de los vertederos incontrolados en Apéyémé .....	48
4.2.2. Descripción de los vertederos incontrolados en Todomé .....	50
4.3. Opciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos .....	51
4.4. Elección de los métodos de tratamiento .....	52
4.4.1. Técnicas preventivas de reducción de producción de residuos .....	53
4.4.2. Reciclaje y reutilización de residuos inorgánicos.....	54
4.4.3. Compostaje. Reducción y aprovechamiento de los residuos orgánicos .....	56
4.4.3.1. Proceso de realización de compost .....	57
4.4.3.1.1. Mantenimiento .....	59
4.4.3.1.2. Humedad .....	60
4.4.3.1.3. Temperatura .....	60
4.4.3.2. Reducción de residuos orgánicos mediante otras vías.....	60
4.4.4. Incineración de desechos sanitarios .....	61
4.4.5. Rellenos sanitarios .....	61
4.4.5.1. Ubicación .....	61
4.4.5.2. Construcción .....	62
4.4.5.3. Funcionamiento .....	63
4.4.5.4. Ventajas .....	63
4.4.5.5. Desventajas.....	63

4.4.6. Cierre de vertederos existentes.....	64
4.5. Cálculo del volumen de residuos .....	65
4.5.1. Volúmenes gestionados para relleno sanitario .....	68
4.5.2. Dimensionamiento de los recipientes de recogida .....	69
4.5.3. Dimensionamiento de los rellenos sanitarios.....	70
5. SANEAMIENTO .....	73
5.1. Análisis preliminar de infraestructuras de saneamiento.....	73
5.2. Alternativas de saneamiento .....	75
5.2.1. Fosa séptica.....	75
5.2.2. Letrina simple .....	76
5.2.3. Letrina ventilada mejorada (VIP) .....	77
5.2.4. Letrina VIP de doble fosa .....	78
5.2.5. Letrina abonera.....	79
5.2.6. Letrina con colector solar .....	80
5.3. Elección de tipo de letrina .....	81
5.4. Especificaciones técnicas .....	81
5.4.1. Requisitos previos.....	82
5.4.2. Definiciones .....	82
5.4.3. Diseño de la letrina .....	84
5.4.3.1. Fosa y cámaras.....	84
5.4.3.1.1. Número de usuarios .....	85
5.4.3.1.2. Aporte perca pita de desechos orgánicos.....	85
5.4.3.1.3. Tiempo de llenado .....	86
5.4.3.1.4. Otras consideraciones.....	86
5.4.3.2. Brocal .....	86
5.4.3.3. Losa interior y aparato sanitario.....	86
5.4.3.4. Losas exteriores .....	87
5.4.3.5. Terraplén.....	87
5.4.3.6. Cabinas.....	87
5.4.3.7. Ventilación e insectos .....	88
5.5. Dimensionamiento.....	88
5.6. Ubicación .....	89
5.7. Orden de construcción de los módulos comunitarios .....	90

5.8. Cronograma de construcción.....	91
5.9. Mantenimiento .....	93
6. DRENAJES Y CONTROL DE VECTORES .....	94
6.1. Drenajes .....	94
6.2. Control de vectores.....	95
7. GESTIÓN DE LOS TRABAJOS Y MANTENIMIENTO .....	99
7.1. Organización de trabajos y mantenimiento de infraestructuras.....	99
7.2. Formación de comités para el proyecto de gestión medioambiental.....	100
7.2.1. Comité de seguimiento de trabajos.....	100
7.2.2. Comité medioambiental .....	101
8. CRONOGRAMAS.....	102
8.1. Cronograma de actividades en campo .....	102
8.2. Cronograma general .....	105
9. PRESUPUESTO .....	112
10. CONCLUSIONES.....	113
10.1. Conclusiones específicas.....	113
10.2. Conclusiones generales.....	114
11. POSIBLES LINEAS FUTURAS DE COLABORACIÓN .....	116
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
ANEXOS .....	119
PLANOS .....	146

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Togo (África Occidental) .....	18
Figura 2. Mapa de localización de Apéyémé .....	19
Figura 3. Gráfico extraído de los datos de lluvias y temperaturas en Kpalime [3] .....	22
Figura 4. Número y porcentaje de enfermedades en el hospital de Apéyémé.....	27
Figura 5. Mapa de niveles de paludismo en el mundo. ....	28
Figura 6. Jerarquía de los diferentes estamentos en Danyi-Apéyémé.....	40
Figura 7. Foto vertedero incontrolado. ....	43
Figura 8. Foto cartel de multa para evitar depósitos de más basuras.....	44
Figura 9. Foto quema de basuras. ....	44
Figura 10. Foto cubo de basura del Liceo. ....	45
Figura 11. Carreta de recogida de basuras en Lomé. ....	47
Figura 12. Mapa de localización de vertederos incontrolados extraído del PLANO 1. ....	48
Figura 13. Reciclaje mediante tejido de plásticos.....	55
Figura 14. Reciclaje de bolsas para realización de plantaciones .....	55
Figura 15. Lugar escogido para la realización de la estructura de compostaje.....	58
Figura 16. Fases para la realización de compostera .....	58
Figura 17. Estructura de la compostera [7] .....	59
Figura 18. Incinerador.....	61
Figura 19. Contenedor de basura destinado a desechos orgánicos.....	66
Figura 20. Contenedor de basura destinado a desechos inorgánicos.....	66
Figura 21. Estructura de soporte y contenedores de recogida de basuras .....	69
Figura 22. Fotografía de letrinas de sello hidráulico .....	74
Figura 23. Letrinas simples sin cabina .....	74
Figura 24. Letrina con fosa séptica [11].....	76

Figura 25. Letrina simple [5] .....	77
Figura 26. Letrina VIP [5].....	78
Figura 27. Letrina VIP de doble fosa [5].....	79
Figura 28. Letrina abonera. [12] .....	79
Figura 29. Letrina solar [13] .....	80
Figura 30. Cámaras de la fosa de letrina comunitaria .....	84
Figura 31. Gráfico de barras de porcentajes de familias sin letrina por barrio .....	90
Figura 32. Drenaje de Kpalime.....	95

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Datos sociológicos recogidos en la Prefectura de Danyi [4] .....	23
Tabla 2. Porcentaje de reducción de morbilidad diarreica a causa de diferentes mejoras [5] ...	28
Tabla 3. Enfermedades que pueden ser causa directa de una mala gestión de las excretas y las medidas de control en las que el saneamiento puede influir en su solución. [6] .....	32
Tabla 4. Datos obtenidos en la encuesta para calcular volumen de residuos.....	67
Tabla 5. Enfermedades producidas por los diferentes vectores y medidas a tomar [16] .....	98
Tabla 6. Presupuesto general del proyecto. ....	112

## **1. RESUMEN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.1. Resumen**

El presente Proyecto Fin de Carrera se estructura en diferentes partes. En un primer momento se darán a conocer los objetivos que se plantearon desde el principio, tanto objetivo global de la asociación con la que se ha trabajado, como objetivos específicos que se persiguen. Se dará a conocer los motivos que han suscitado la iniciación del proyecto, haciendo un análisis de antecedentes que den a conocer las problemáticas así como datos más relevantes de la comunidad donde se ha llevado a cabo el proyecto. Podremos conocer con más detalle la fuente de información que ha justificado muchas decisiones que se han tomado. Por otro lado se dará a conocer el diseño realizado atendiendo a las diferentes alternativas estudiadas y soluciones encontradas justificando los cálculos y dimensionamiento realizados. Este apartado se dividirá a su vez en los diferentes campos de actuación en lo que a la gestión medioambiental se refiere, donde el peso recae en mayor parte en la gestión de los residuos sólidos urbanos y el desarrollo de infraestructuras de saneamiento.

Con el objetivo de planificar los trabajos y definir los costes, se definirá un cronograma específico de los trabajos que se han llevado a cabo hasta ahora en campo, así como aquellos que se han planificado para el futuro, apoyándose por otro lado en una justificación económica que viene dada en un presupuesto general. Todo esto nos llevará finalmente a unas conclusiones acerca de los objetivos alcanzados y en las que se llevará a cabo un análisis global del proyecto y la repercusión que puede tener. Finalmente este análisis nos ayudará a poder expresar posibles líneas futuras de colaboración, dirigidas a un posible interés de voluntarios o asociaciones. Finalmente se mostrarán una serie de anexos, referencias bibliográficas y planos realizados.

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo general**

El objetivo general al que pretende contribuir este proyecto es **mejorar la situación sanitaria de la población de Apéyémé y Todomé (Togo, África del Oeste)**, y se corresponde con uno de los objetivos específicos del Programa de Mejoras que la ONGD Iroko DFS realizado en estas poblaciones desde el año 2007, con la colaboración de la Universidad Carlos III de Madrid. En

el ANEXO I se puede ver el árbol de dichos objetivos. Con un desarrollo de estrategias efectivas para la gestión medioambiental, se pretende mejorar la situación sanitaria de la población. Cabe destacar que estas estrategias se respaldarán con campañas de sensibilización, adaptadas a los factores socioeconómicos específicos de la población objetivo, tomando en cuenta el marco legal de la comunidad. De esta manera, el proyecto pretende mejorar las condiciones higiénicas y sanitarias, contribuyendo así a conseguir una mejor calidad de vida para la población local.

La finalidad de la gestión medioambiental en proyectos de cooperación es contribuir a la mejora de la calidad de vida y el desarrollo social, para lo cual es fundamental seguir los dos siguientes principios:

- Proteger el medio ambiente,
- Contribuir a que las personas lleven una vida productiva y saludable.

Para lograr dichos principios, la gestión medioambiental debe tener en cuenta:

- Gestión de residuos sólidos urbanos
- Sistemas de saneamiento
- Drenaje del agua de lluvias
- Control de vectores (insectos y animales portadores de enfermedades)

### **1.2.2. Objetivos específicos**

Los objetivos específicos de este Proyecto Fin de Carrera, son los siguientes:

- Estudio y análisis de la problemática actual y determinación de las mejores soluciones.
- Planificación de las actividades y trabajos a realizar para implementar una gestión medioambiental adecuada.
- Diseño de infraestructuras de saneamiento y gestión de residuos sólidos urbanos.

#### **1.2.2.1. Indicadores objetivamente verificables**

- Las infraestructuras de saneamiento funcionan correctamente después de un año.

- Al cabo de un año, se reduce el volumen de residuos sólidos gracias a estrategias de reciclaje, reutilización y compostaje.
- Al cabo de un año, las infraestructuras para gestionar los residuos sólidos urbanos funcionan correctamente.
- Las tareas de mantenimiento se efectúan adecuadamente y la población se implica en el proceso de separación y recogida de basuras.
- Se reduce el porcentaje de enfermedades en las poblaciones de Apéyémé y Todomé en un 30%, al verse reducida la incidencia de vectores.

#### 1.2.2.2. Fuentes de verificación

- Programa de puntos de inspección elaborados sobre el terreno por los propios técnicos que trabajen en el proyecto, y que proporcionen estadísticas objetivas del funcionamiento de las infraestructuras y hábitos de utilización.
- Registro de no conformidades e incidencias elaboradas por las asociaciones locales implicadas en los trabajos.
- Informes estadísticos desarrollados por el personal especializado del hospital de Apéyémé.

#### 1.2.2.3. Resultados esperados

Con la consecución de los objetivos se espera alcanzar una serie de resultados que impliquen una mejor calidad de vida del grupo meta y contribuyan a su desarrollo social, entre ellos podemos citar los que siguen a continuación:

- Se tiene establecido un sistema de gestión de residuos sólidos urbanos, que fomenta la reutilización o reciclado de aquellos residuos que sean posibles.
- Todos los barrios tienen establecido un sistema de saneamiento capaz de dar servicio a la totalidad de su población.
- Los beneficiarios entienden y valoran la utilidad de ambos sistemas y conocen su funcionamiento y mantenimiento.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. Gestión medioambiental en proyectos de cooperación**

La gestión medioambiental comprende la gestión de los factores ambientales que pueden ocasionar efectos negativos sobre el bienestar o la salud de los seres humanos y que incluye gestión de residuos sólidos urbanos, saneamiento, drenaje así como control de vectores. Según datos de la organización mundial de la salud (OMS) [1], más de 2400 millones de personas carecen de acceso a servicios adecuados de saneamiento, los más afectados son aquellos que viven en poblaciones de países en vías de desarrollo, que normalmente son habitantes de entornos periurbanos o rurales viviendo en condiciones de extrema pobreza. Las poblaciones que carecen de una gestión medioambiental adecuada, que es una de las necesidades humanas más básicas, también son víctimas de mala salud, y una calidad de vida mala en general. Es por esta razón que el saneamiento ambiental supone una intervención fundamental requerida para mejorar las condiciones de vida de los más vulnerables en todo el mundo y para reducir trastornos y enfermedades que debilitan seriamente a las personas, especialmente a los niños.

Entre los años 1990 y 2000, la cobertura de saneamiento ha experimentado un gran avance en los países desarrollados, sin embargo, en los países menos desarrollados esta cobertura no ha sufrido apenas variación, siendo sus niveles muy bajos. Es destacable la gran diferencia que existe en cuestión de cobertura de saneamiento, entre zonas rurales con un 40% y zonas urbanas con un 83%, siendo ésta aun menor en las zonas rurales de los países menos desarrollados, en torno a un 35%.

La segunda causa de mortalidad infantil en el mundo es la diarrea, anualmente mueren 1,9 millones de personas según datos de la OMS [1], y el 88% de dichas muertes están relacionadas directamente con un déficit en el abastecimiento de agua y el saneamiento, lo que supone una media de 5000 muertes de niños al día por dichas causas. Dentro de las distintas partes del mundo, los niños del África Subsahariana tienen una probabilidad 500 veces mayor de morir por causa de una enfermedad diarreica que los nacidos en el mundo desarrollado. Por otro lado 1500 millones de personas sufren de parásitos intestinales que provienen de los residuos sólidos y las excretas.

Ciertos insectos con predominio de los insectos acuáticos, actúan como vectores para la transmisión de enfermedades, de ahí la necesidad de una gestión medioambiental que intente controlar estos vectores, que consistiría principalmente en mejorar el manejo del agua.

## **2.2. Motivación**

La finalidad de un proyecto de cooperación, es la de mejorar la situación de un colectivo así como su entorno, dotándole de unos bienes y/o servicios de los cuales carecían y que contribuirán a una expansión de la potencialidad humana y cubrirán unas necesidades concretas.

A la hora de realizar este tipo de proyectos se marcan unos objetivos concretos a cumplir, teniendo en cuenta los medios de los que se dispone para conseguirlos, y el espacio temporal con el que se cuenta para realizarlo.

Para encauzar el proyecto hay que marcar una metodología a seguir que contribuirá a realizar las actividades con orden y precisión, y a desbancarse por un camino entre todos los posibles. Es muy importante que el proyecto esté planteado de forma clara y concisa y sea comprendido por el equipo que lo vaya a realizar, lo cual facilitará el transcurso del mismo.

Es conveniente diferenciar las ayudas de emergencia, de la cooperación, ya que las primeras son ayudas que se ponen en marcha de manera puntual, cuando ocurren catástrofes y ese lugar no tiene el abastecimiento de bienes y servicios que precisa. En cambio, en el caso de la cooperación, no tiene porqué darse ningún acontecimiento de esta índole para que se realice la ayuda. En el primer caso, desde los años 90, las ayudas se realizan a través de la política exterior del país donante, en cambio en la cooperación para el desarrollo no necesariamente tiene que haber una vinculación política para llevar a cabo el proyecto.

Al hablar de cooperación, no se puede dejar atrás el papel tan importante que juega la tecnología, ya que es ésta la que facilita muchas labores en la realización de los proyectos, y mejora las condiciones ya sean laborales, sanitarias o educativas del lugar donde se realice. En cuyos lugares carecen de dicha tecnología, varias pueden ser las causas de ello: por los costes tan elevados que pueden suponer, otras veces a esto se le suma el arraigo de ciertas sociedades a las tradiciones.

Es por ello, que los proyectos de cooperación han de adaptar sus planteamientos al lugar donde se vaya a realizar el proyecto, y para ello no sólo es necesario conocer las capacidades y

asuntos técnicos de ese sitio, sino también todo lo que envuelve esa sociedad, sus costumbres, tradiciones, religiones, la política de ese país...es decir, toda una serie de factores que influyen de manera directa en el proyecto, aunque por el contrario no sea ninguno de estos factores el objeto de estudio en cuestión.

### **2.2.1. La Universidad y la cooperación**

En España existe un Observatorio de Cooperación Universitaria al Desarrollo (OCUD), a través del cual se realizan actividades para mejorar y transformar una realidad social en aquellos países más desfavorecidos, fomentando la paz, la equidad, el desarrollo humano y medioambiental. Esta cooperación se realiza en distintos niveles: uno de ellos es entre las propias universidades y otro entre las universidades y agentes públicos o privados, en ambos niveles se pretende aumentar la capacidad de estrategias para el desarrollo, así como la fomentación del mismo, comentando las distintas experiencias e inquietudes en este ámbito.

Muchas son las universidades que se han sumado al OCUD. La Universidad Carlos III de Madrid es una de ellas y ha demostrado su apoyo al OCUD con la creación del Vicerrectorado de Igualdad y Cooperación. Además de la Oficina de Cooperación al Desarrollo, que existe desde 2005.

Distintas son las maneras de colaborar por parte de las universidades en la realización de un proyecto de cooperación, como por ejemplo: concesión de becas para aquellas personas o grupos que desean participar o realizar un proyecto de esta índole, dotar de ayudas económicas a organizaciones que hayan decidido llevar a cabo un proyecto de estas características, así como también la formación en el ámbito de la cooperación ya sea en el nivel de grado o de postgrado. También se organizan congresos y seminarios que tratan de transmitir al público la importancia que cobran los proyectos de cooperación, las mejoras que suponen en los colectivos o las zonas donde allí se realizan. Siendo África, Asia y Latinoamérica los lugares más destinados a la concesión de ayudas universitarias para la cooperación.

### **2.2.2. ONGD Iroko Desarrollo Forestal Sostenible**

Esta ONGD se creó a finales de 2006 con la intención de mejorar la calidad de vida de la población de los trópicos basando su trabajo en la gestión de los recursos naturales. Para cumplir con sus fines su intención es la de trabajar de una manera en la que la creación de recursos económicos y la cobertura de necesidades básicas de la población estén en un plano equivalente al de la conservación del medio ambiente, dándole un enfoque a sus proyectos intermedio entre las ONGs de Desarrollo y las de carácter exclusivamente ambientalista. De esta manera, es la propia gestión responsable de los recursos naturales la que permite esta mejora en la calidad de vida.

Iroko DFS tiene líneas de trabajo abiertas en varios países, entre los cuales Togo es al que más recursos destina. Actualmente divide su trabajo en este país en dos programas distintos, uno de mejora de las plantaciones y el mercado maderero y otro de mejora de la calidad de vida de la población de Danyi Apéyémé-Todomé.

Para este programa, tras un análisis sociológico y aprovechando contactos ya existentes (autoridades y asociaciones locales), se realizó un análisis de problemas y objetivos, según la metodología de Enfoque del Marco Lógico, que determinó que la prioridad social era el abastecimiento de agua potable. Desde el año 2007 se está trabajando en solucionar esta problemática y, simultáneamente, en otros proyectos de menor envergadura que las contrapartes y la población han ido demandando. Este proyecto de Gestión Medioambiental es uno de ellos. Los proyectos ya realizados o en proceso, en gran parte gracias al apoyo de la Universidad Carlos III de Madrid, son: Abastecimiento de agua potable en Todomé (que fue Proyecto Fin de Carrera de un estudiante de esta Universidad), sensibilización acerca de la problemática del agua, construcción de una escuela rural y creación de un vivero forestal.

### **2.3. República de Togo**

El ranking de países según su PBI per cápita para el año 2008 del Fondo Monetario Internacional [2] ubica a Togo como uno de los diez países más pobres del mundo. En un primer momento, Togo estuvo colonizado por Alemania, teniendo el control de los países contiguos los ingleses (Ghana) y los franceses (Benín). Tras la primera guerra mundial, el país pasó a formar parte de los ingleses (1/3) y de los franceses (2/3). Gran Bretaña integró su parte a Ghana mientras que Francia creó un estado completo. La independencia se adquiere en el año 1960, el primer presidente Sylvanus Olympio es asesinado en 1963, y su sucesor,

Grunitzky es derrocado en 1967. Es entonces cuando el general Eyadema Gnassingbé toma el poder, creando el partido de RPT (*rassemblement du peuple togolais*) y modificando la constitución en dos ocasiones a fin de conservar el poder durante un periodo de 38 años hasta su muerte, dejando a su hijo Faure Gnassingbé como sucesor, y sucediéndose de esta forma, en mayo de 2005, una serie de disturbios políticos generados por la difícil transición política que ilustra los problemas que viven muchos países de la región al intentar librarse de regímenes autocráticos.

Durante los años 70 el país goza de una época próspera y de expansión, más tarde, durante los años 90 entra en una profunda crisis sociopolítica y económica en un entorno de fluctuación desfavorable de precios de los productos básicos. La oposición es fuertemente reprimida con violencia física y asesinatos de 1991 a 1995. Para evitar las represalias y la muerte, 40.000 togoleses se refugiaron en Ghana y Benín. Actualmente se vive una situación de relativa calma, aunque los problemas de gobernabilidad continúan en un país donde la sociedad civil apenas tiene voz y la violación de los derechos humanos esta a la orden del día.

Togo es el estado más pequeño del África Occidental, se encuentra situado en el golfo de Guinea y su capital que se encuentra en el Sur del país es Lomé. Al Oeste limita con Ghana, al Norte con Burkina Faso y al Este con Benín. Forma una estrecha franja de unos 75 Km de ancho y unos 700 Km de largo, ofreciendo multitud de paisajes. Las zonas montañosas de Kpalime a Atakpamé son muy fértiles y se encuentran recubiertas de bosques donde se encuentran todas las especies tropicales buscadas por la industria de construcción de muebles en Europa. De manera general, el país es atravesado por una cadena montañosa fértil (Atakora), que permite una agricultura productiva.

La agricultura supone un 67% de la economía, lo que hace que sea un país principalmente rural. La ocupación tradicional es la agricultura cerealista para el autoconsumo. Dicha agricultura se basa principalmente en el cultivo de maíz, mijo, mandioca, igname, patata dulce, judías y cacahuete, sin embargo poco a poco va teniendo una fuerte competencia con diferentes productos de importación: arroz descascarillado, maíz y trigo. El cultivo del maíz se ha desarrollado a partir de los años 80 y se ha convertido en el cultivo prioritario teniendo en cuenta su rendimiento por hectárea. Para las familias es prioritario poder garantizar la alimentación ya que la agricultura depende totalmente de las precipitaciones anuales, por eso los precios de los productos están sujetos a las fluctuaciones estacionales. Los cultivos de exportación son esencialmente el café, cacao, algodón y aceite de palma, que representan un 30% de las exportaciones totales del país.

Las minas de fosfatos próximas a Lomé, proporcionan buenos rendimientos y representan una parte importante de las exportaciones. Desde el año 2007, la gestión de los yacimientos la lleva a cabo la Société Nouvelle des Phosphates du Togo (SNPT). La producción de fosfato comerciable supone en torno a las 1 400 000 toneladas respecto a las 2 800 000 toneladas extraídas, lo que asegura aproximadamente un 40% de las exportaciones togolesas y representa un 21 % del PIB. Sin embargo, la baja calidad de instalaciones y la penuria con respecto al petróleo, supusieron una gran caída en la producción en el año 2006 y una necesidad a reactivar. Por otro lado, con la creación y desarrollo del puerto marítimo de Lomé, Togo se ha convertido en un flujo de comercio en África Occidental.

Los sectores más abandonados son la educación, la salud y el turismo. El sector de la educación sufrió una fuerte caída en los años 80, dejando un índice de analfabetismo relativamente alto. El 34% de la población vive en una situación de pobreza ya que los ingresos que recibe no le permiten procurarse el mínimo de alimentación para el crecimiento normal. Los hombres obtienen los ingresos de la venta de cereales o del cultivo del algodón; las mujeres de la venta de madera local, alimentos cocinados y del pequeño comercio.

A pesar del pequeño tamaño de Togo, su población cuenta con más de 50 etnias, algunas venidas de Benín. Las más representativas son los Ewés al Sur, los Kabyès y los Akpossos en el Centro y Norte, los Tambermas y los Kotokolis al Norte. La mayoría de la población es animista pero los cristianos representan un 30% de la población y hay un 15% de musulmanes con presencia mayoritaria en el Norte. De manera general, cada uno de los ritos y tradiciones animistas se mantienen y han sido adoptadas por las religiones cristiana o musulmán.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. Situación geográfica

Togo es un Estado de África occidental, se encuentra al sur del Sáhara. Los países limítrofes son Burkina Faso al norte, Benín al este y Ghana al oeste, en el sur limita con el océano Atlántico, también llamado Golfo de Guinea. Su superficie es de 56.000 kilómetros cuadrados, con una anchura media de 75 Km, cuyo máximo se alcanza en el centro con una anchura de 150 Km. Su capital es Lomé, siendo ésta la ciudad más grande de este país.



Figura 1. Mapa de Togo (África Occidental)

Apéyemé y Todomé se encuentran situados en la prefectura de Danyi y la población cercana de mayor tamaño es Kpalime a unos 25 Km.



Figura 2. Mapa de localización de Apéyémé

Se puede decir que Togo está subdividido en cinco zonas ecológicas. Apéyémé y Todomé, se encuentran situados en la zona IV, la cual ocupa un territorio de forma rectangular que se extiende entre las latitudes 6°15 y 8°20 y las longitudes 0°30 y 1°, representando la parte meridional de la cadena de Atakora y cubriendo una superficie de entorno a las 65000 Ha.

### 3.2. Relieves

La zona ecológica IV toma apoyo sobre las montañas de Kloto y se prolonga en relieve montañoso continuo hasta N´Digbé donde se abre cada vez más ampliamente para formar las mesetas de Danyi y de Akposso-Akebou. Las altitudes alcanzan de media los 800 m, y en ocasiones con cimas de mayor altitud, sobre todo en los bordes: 972 m el Djogadjèto (en Danyi), 950 m el Monte Liva en Ahlon Dénou, 937 el Monte Amlamé, 914 m el Monte Essi. Las laderas son francamente escarpadas, cortadas y decapadas, prueba de la acción combinada de fuerzas tectónicas y de agentes de erosión muy potentes. Profundamente relacionado con esta acción erosiva, la parte meridional de la cadena de Atakora ofrece unas líneas de fracturas y de depresiones donde debajo se forman llanuras de las cuales la más importante es la llanura de Litimé. Dentro de las líneas de fractura, que se orientan aproximadamente en la dirección Este-Oeste, se instalan unos valles relativamente profundos (200 a 400 m) que individualmente tienen una serie de alturas terrestres denominadas “mesetas” o “montes” y entre las cuales encontramos la meseta de Danyi.

### **3.3. Hidrografía**

La red hidrográfica bien desarrollada, explota las direcciones estructurales o tectónicas (fallas) de la región. Esta red está fuertemente ramificada y sin orientación preferente debido a una reanudación de la erosión actual por los ahondamientos. Una serie de ríos más o menos importantes se reparten sobre tres cuencas hidrográficas en la región IV, formando surcos en las distintas zonas.

Las tres cuencas citadas son las siguientes:

- Cuenca de la Volta.
- Cuenca del Mono.
- Cuenca del Zio.

La parte central de la zona IV que se corresponde con la meseta de Danyi se encuentra irrigada por numerosos cursos de agua permanentes con un caudal anual medio que varía entre 1 y 10 m<sup>3</sup>/s. La hidrología de Danyi se corresponde con la cuenca de la Volta, la cual colecta los cursos de agua irrigando la ladera oeste de los montes de Togo. En esta prefectura encontramos el río Danyi y sus afluentes Tonon, Iwé y Sassa.

En los alrededores de las comunidades de Apéyémé y Todomé el afluente más caudaloso y cercano es el afluente Tonon, también hay numerosos cauces temporales durante la época lluviosa, los cuales se secan en la época seca. También se ha podido comprobar la existencia de manantiales naturales en las proximidades del poblado. Durante el desarrollo del proyecto se procurará respetar en todo momento las distancias mínimas entre las instalaciones de saneamiento, los puntos de gestión de RSU y los cauces de agua así como aguas subterráneas, con el objetivo de evitar su contaminación y procurando respetar en todo momento el medio ambiente.

Por lo tanto, de manera general, los cursos de agua de la zona se caracterizan por:

- Un caudal irregular con una etapa en estación seca (de diciembre a marzo) y un régimen torrencial en estación lluviosa, creciendo las riberas.
- Un lecho entre dos riberas generalmente abruptas.
- Una pluviometría irregular.

- Unos desniveles muy importantes dando lugar a unos saltos de agua de importancia diversa (Akloa, Agoumatsa, Kpalabo...)

### **3.4. Pedología**

Dentro de la zona IV de Togo se encuentran cinco tipos de suelo y dentro de nuestro cuadro de estudio encontramos que en los alrededores de la meseta de Danyi los suelos son de tipo poco evolucionado, estos son suelos de minerales brutos resultantes de las fases de erosión geológica, situados sobre pendientes fuertes, suelen tener una gran proporción de elementos gruesos (fragmentos de rocas, guijarros...). Son suelos poco profundos y su potencial agrícola es muy limitado.

Sin embargo, dentro de la meseta de Danyi y de forma más específica para el caso de Apéyémé y Todomé, nos encontramos que el suelo es de tipo **ferrolítico**. Este tipo de suelo es un suelo muy evolucionado, característico por la predominancia de acciones de disolución y oxidación. Sus procesos transforman completamente la roca madre dando a la arcilla propiedades químicas limitadas y fuerte proporción de óxidos, hierro y aluminio. Este tipo de suelo es muy uniforme en cuanto a textura y color, no se distinguen horizontes. Presentan un perfil muy profundo (20-50m) relativamente uniforme y de color rojo. Sus características físico-químicas se pueden resumir en las siguientes:

- Muy evolucionados.
- Muy uniformes en cuanto a textura y color.
- Muy profundos (20-50m).
- No lixiviación de las arcillas.
- Textura franco-arenosa (con un mínimos de 8% de arcilla).
- Óxidos de Fe y Al.
- Capacidad de intercambio catódico.
- Ácidos a muy ácidos.
- Estáticamente secos.

De manera general este tipo de suelo posee propiedades físicas que favorecen el cultivo de autoconsumo y el cultivo industrial (café, cacao, etc.).

### 3.5. Clima

Danyi cuenta con un clima de tipo subecuatorial de transición caracterizado por una gran estación lluviosa, de marzo a octubre, interrumpida por un descenso de la lluvia en agosto o septiembre. Se convierte de esta forma en la zona más irrigada de Togo, con una media de precipitaciones que varía entre los 1300 y los 1500 mm anuales. En cuanto a la humedad relativa es muy alta, siendo siempre superior al 80% en las dos estaciones a primera hora de la mañana. Los momentos de menor humedad relativa se dan a mediodía y están en torno al 60%. La temperatura media varía entre 23°C en diciembre y 32°C en mayo. Las máximas entre 30°C y 45°C se alcanzan en febrero y las mínimas entre 17°C y 23°C suelen dar lugar en diciembre.

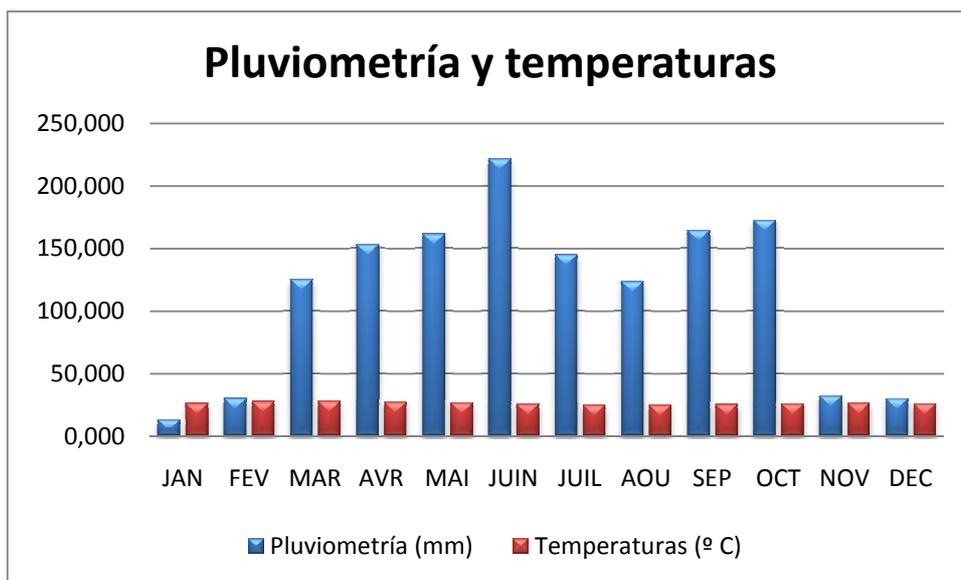


Figura 3. Gráfico extraído de los datos de lluvias y temperaturas en Kpalime [3]

Como podemos ver en el gráfico de pluviometría y temperaturas extraído de los datos pluviométricos del ANEXO II, se pueden diferenciar la estación de lluvias de marzo a octubre y la estabilidad de temperaturas que existe a lo largo de todo el año.

### 3.6. Sociología

La meseta de Danyi está ocupada por los Ewé, aunque también hay presencia de otros grupos venidos de otras regiones. La densidad de población está en torno a los 100 habitantes/km<sup>2</sup> (Direction National des Statistiques 2000). Esta zona es una zona forestal en razón a los recursos naturales y las posibilidades agrícolas que ofrece. En ocasiones, las actividades practicadas en la zona tienen unos impactos ecológicos nefastos sobre los ecosistemas, pero en ocasiones son necesarios para la propia supervivencia. Estas actividades incluyen la agricultura, la explotación de madera, la producción de carbón de madera, etc.

Para saber el número de habitantes de Apéyémé y Todomé se ha tenido que hacer una estimación debido a que los datos obtenidos por las distintas fuentes no son del todo actuales o fiables. Para ello se han utilizado los datos facilitados por la Prefectura de Danyi y el cuestionario realizado por el alumno de la Universidad Carlos III de Madrid, Jesús Serrano Alonso en el año 2007 en su proyecto de abastecimiento de agua potable, con un total de 4972 habitantes. Los datos obtenidos de la prefectura se expresan en la siguiente tabla:

Años	2001	2002	2003	2004	% del total de la prefectura
<b>DANYI-APÉYÉMÉ</b> <b>(Habitantes)</b>	3843	3923	4500	4612	11,25%

**Tabla 1. Datos sociológicos recogidos en la Prefectura de Danyi [4]**

Teniendo en cuenta, además de la falta de una fuente de datos segura, que existe una gran fluctuación del número de habitantes en función de las diferentes estaciones y curso escolar, se ha estimado para dimensionar los sistemas del presente proyecto, que la media actual es de 6000 habitantes en Apéyémé y Todomé, y será el número que se utilice a la hora de realizar cualquier cálculo.

Para los habitantes es prioritario poder garantizar la alimentación ya que la agricultura depende totalmente de las precipitaciones anuales, por eso los precios de los productos están sujetos a las fluctuaciones estacionales. Los hombres obtienen los ingresos de la venta de cereales o del cultivo del algodón, las mujeres de la venta de madera local, alimentos cocinados y del pequeño comercio. El cultivo del maíz se ha convertido en el cultivo prioritario teniendo en cuenta su rendimiento por hectárea. Una gran parte de la población vive en una situación de pobreza ya que los ingresos son mínimos aun dedicando gran parte de su tiempo al trabajo en el campo.

### **3.7. Estudios topográficos**

La falta de mapas precisos y actualizados de las comunidades de Danyi-Apéyémé y Todomé han supuesto un problema de cara al estudio de las diferentes zonas, por lo que para poder hacer la identificación y estudio de los diferentes puntos representativos del proyecto, se ha hecho uso de un dispositivo GPS, el cual ha permitido localizar mediante coordenadas UTM los puntos necesarios para la realización de los diferentes planos.

#### **3.7.1. GPS (Global Positioning System)**

Es un sistema de orientación y navegación cuyo funcionamiento está basado en la recepción y procesamiento de las informaciones emitidas por una constelación de una serie de satélites conocida como NAVSTAR, orbitando en diferentes alturas a unos 20.000 km. por encima de la superficie terrestre.

##### **3.7.1.1. Recepción de señal**

Con la transmisión continua de señas de los satélites transmitiendo su situación orbital y hora exacta se consigue que el tiempo transcurrido entre la emisión de los satélites y la recepción de la señal por parte del receptor GPS, se convierte en distancia mediante una simple fórmula aritmética (el tiempo es medido en nano segundos). Para que esto pueda ser así, se debe captar la señal en un mínimo de tres satélites de modo que por triangulación el receptor GPS determina la posición que ocupa sobre la superficie de la tierra mediante el valor de las coordenadas de longitud y latitud (dos dimensiones).

Las coordenadas pueden venir expresadas en grados, minutos y/o segundos o en las unidades de medición utilizadas en otros sistemas geodésicos, en nuestro caso coordenadas UTM. La actualización de coordenadas y otras informaciones que puede facilitar el receptor, son actualizadas cada segundo o cada dos segundos.

### 3.7.1.2. Funciones de un receptor GPS

Existen varias funciones que nos pueden ayudar a posicionarnos y a obtener informaciones relativas a puntos marcados con anterioridad. Con estas funciones podemos encontrar un lugar marcado con facilidad.

- Posición: Indicar la posición del GPS facilita la localización casi exacta del receptor. Para ello el GPS tiene que haber captado las señales emitidas al menos por tres satélites.
- Waypoint: es un punto de referencia y viene a ser la posición de un único lugar sobre la superficie de la tierra expresada por sus coordenadas. Un waypoint puede ser un punto de inicio, de destino o un punto de paso intermedio en una ruta. Todos los GPS pueden almacenar en memoria varios waypoints, los cuales se pueden borrar, editar, e identificar mediante caracteres alfa numérico.
- Navegación: Introduciendo un waypoint como destino y otro como origen el GPS es una brújula exacta no afectada por campos magnéticos o metales de los vehículos.
- Altura: al captar 4 o más satélites el GPS indica la altura sobre el nivel del mar (sensible a Disponibilidad Selectiva)
- Tiempo: el GPS una vez inicializado, aunque no reciba señales satelitales indica la hora y fecha, si recibe señales indica la hora exacta.
- Distancia: introduciendo las coordenadas de dos puntos, la función distancia del GPS informa la separación de ambos y el rumbo en grados que hay que seguir desde el marcado como inicio al de destino. Lo mismo puede realizarse con dos waypoints. Se puede medir en (km, millas y millas marinas).

### **3.8. Problemática**

#### **3.8.1. Problemática general**

Los estudios realizados durante los últimos años por parte de la ONG IROKO han revelado una serie de problemas que afectan de forma importante a las poblaciones de Apéyémé y Todomé. Se ha podido comprobar que el índice de familias en situación de extrema pobreza es realmente alto, según datos de una encuesta realizada a la población, el 67% de las casas no tienen luz y el 71% de las familias no tienen letrinas. Estos motivos junto con la baja inversión de instituciones, reducida iniciativa comunitaria y escasa formación técnica entre la población dejan un panorama desolador, una realidad que se vive en muchos países del tercer mundo. Uno de los problemas más graves en los que la ONG IROKO ha estado trabajando, es en conseguir un acceso al agua potable de forma igualitaria, pues se ha podido comprobar que su acceso es muy limitado y supone una gran carga económica para las pocas familias que se lo pueden permitir o una gran carga de trabajo para aquellas que todos los días tienen que recorrer varios kilómetros para obtener un agua de calidad deficiente. Por tanto, las condiciones higiénicas son mínimas en la comunidad al no existir una red de abastecimiento ni saneamiento de agua, al ausentarse una gestión de residuos sólidos urbanos, al haber una mínima presencia de letrinas en los hogares y no llevar a cabo ningún tipo de control de vectores.

Todos estos problemas contribuyen a la contaminación de las aguas del río por aguas negras y grises, así como de las aguas freáticas y cultivos. A todo esto se debe sumar el desconocimiento de los hábitos básicos de higiene familiar, como malas prácticas de higiene en el hogar, compartición del espacio familiar con el ganado, etc. Esta problemática, que viene expresada en el árbol de problemas (ANEXO III) supone un alto índice de enfermedades, las cuales reducen las posibilidades de formación de muchas personas y su capacidad de generar ingresos entrando en una espiral de problemas, en la que los niños son los mayores perjudicados.

Los organismos patógenos que causan muchas enfermedades viven en los residuos de seres humanos y animales y utilizan diferentes vías de contagio, entre ellas:

- Transmisión mediante vectores como ratas, mosquitos, moscas...
- Consumo de agua contaminada por los residuos.

- Contaminación de los cultivos con materia fecal o aguas negras.
- El contacto de las manos sucias con los alimentos o la boca.

En el siguiente gráfico, se muestran los diferentes datos obtenidos del hospital de Apéyémé, del índice de consultas por diferentes enfermedades durante el año 2009, estos se pueden ver de forma más detallada a lo largo de los meses en el ANEXO IV.

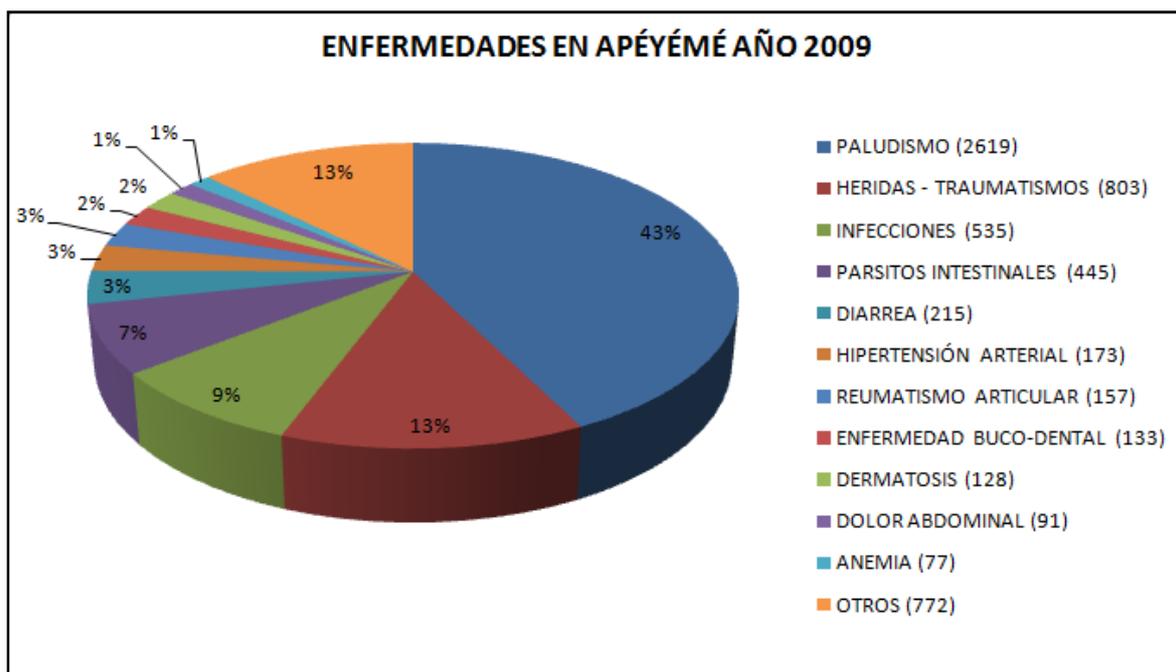
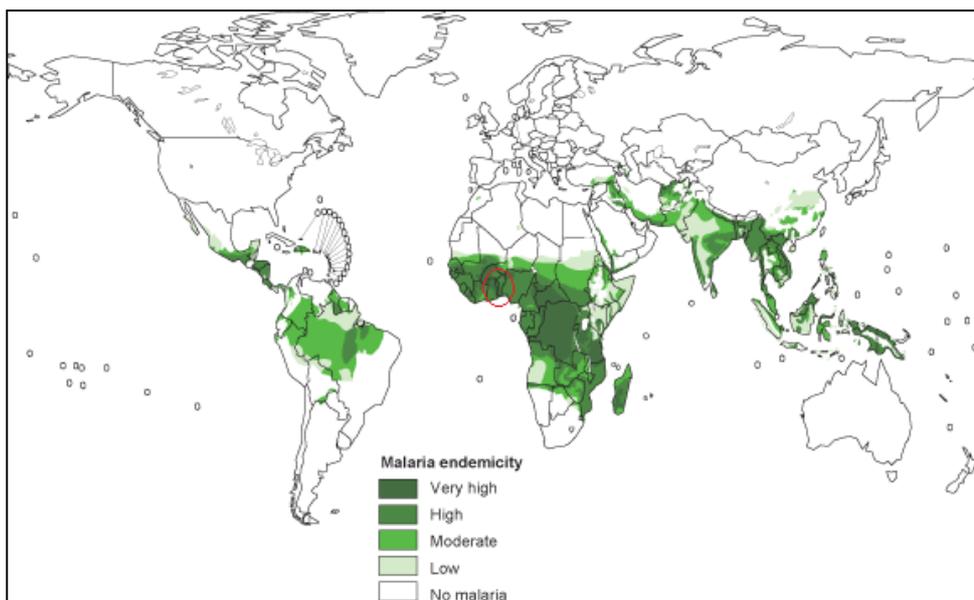


Figura 4. Número y porcentaje de enfermedades en el hospital de Apéyémé

En este gráfico se puede ver que el paludismo (o malaria) es la principal causa de consulta. Esta enfermedad está producida por la picadura del mosquito *Anopheles* y por lo tanto es causa directa de un mal control de vectores, y de un mal saneamiento, pues este se reproduce en las zonas de agua estancada, y agua de circulación lenta, en muchas ocasiones dentro de latas vacías, etc. Hay aproximadamente 400 especies de *Anopheles*, de las cuales 30 a 40 transmiten cuatro especies diferentes de parásitos del género *Plasmodium*, causantes de la malaria humana.



**Figura 5. Mapa de niveles de paludismo en el mundo.**

Togo está catalogado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) en área de riesgo muy alto para el paludismo en todo el país.

Se puede apreciar de la misma forma un gran porcentaje de parásitos intestinales que por lo general producen diarrea. La siguiente tabla [5] está basada en rigurosos estudios y muestra el porcentaje de reducción de morbilidad diarreaica a causa de diferentes mejoras. Se puede ver que el saneamiento mejorado y en particular la creación de infraestructuras de control de excretas es el que más incidencia tiene.

Medición de agua y sanidad	Porcentaje de reducción en morbilidad diarreaica
Saneamiento (eliminación mejorada de excretas)	36
Higiene mejorada	33
Agua y saneamiento	30
Cantidad de agua	20
Calidad y cantidad de agua	17
Calidad de agua	15

**Tabla 2. Porcentaje de reducción de morbilidad diarreaica a causa de diferentes mejoras [5]**

A continuación se analizará la problemática desde el punto de vista teórico y más específico de cada una de las diferentes carencias a las que responde el presente proyecto.

### **3.8.2. Problemática asociada a la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU)**

Actualmente los residuos sólidos urbanos se han convertido en un grave problema en todo el mundo. Sin embargo, en países poco desarrollados y sin una gestión adecuada, el problema se agrava, pues acaba afectando directamente a la salud de los individuos y al medio ambiente. Con la llegada de los envases, las bolsas y otros materiales que tienen un largo tiempo de vida como residuo, los países que desde un principio no tenían gestión de residuos o las zonas rurales han encontrado un grave problema. Las principales causas que llevan a esta situación problemática son las siguientes:

- La falta de servicios de recogida de residuos y zonas establecidas para su descarga adecuada.
- La aparición de materiales y objetos que resisten durante largos periodos de tiempo hasta su descomposición, como son los plásticos, los botes de conservas, el vidrio...
- La utilización de sustancias tóxicas o venenos y sus contenidos altamente contaminantes para las personas y la naturaleza, como los pesticidas químicos y otros.
- El crecimiento de la población.
- El crecimiento incontrolado de ciudades en ausencia de gestión de residuos ni planificación.
- La falta de conciencia de las personas y sus gobiernos a la hora de analizar un problema tan grave como la acumulación de residuos perjudiciales para la salud y el medioambiente.

Los vertederos incontrolados pueden proporcionar el hábitat para la proliferación de ratas e insectos, y de esta forma contribuir a la extensión de enfermedades. Las ratas son los principales vectores de la peste, leptospirosis, así como de otras infecciones, las moscas son una de las rutas de transmisión feco-oral de muchas enfermedades. Las latas y neumáticos pueden ser lugar de cría de mosquitos *Aedes*, que transmiten el dengue y la fiebre amarilla.

Hay muchas razones por lo tanto para afirmar que las basuras son peligrosas para la salud y para el medio ambiente, entre ellas podemos citar las siguientes:

- Contaminación de las fuentes de agua superficiales y profundas por filtración de aguas de lluvia.

- Las basuras pueden contaminar el sistema de aprovisionamiento de agua por la filtración en tuberías agrietadas...
- Los residuos sólidos son un foco de reproducción de insectos como las moscas, los mosquitos, ratones, ratas...
- Muchos residuos como los botes o embalajes son acumuladores de agua, donde muchos moquitos se reproducen y transmiten multitud de enfermedades.
- La quema de basuras contamina la atmosfera y produce enfermedades respiratorias.
- Los residuos pueden provocar accidentes, en especial en entornos en los que no se utiliza calzado o es muy descubierto.
- Contaminación de los suelos.
- Generación de malos olores.
- Contaminación visual del medio ambiente.
- Las basuras producen la muerte de los animales, sobre todo cuando estos no se encuentran en un entorno controlado. En muchas ocasiones por envenenamiento o por asfixia al ingerir bolsas de plástico o similares.

Por regla general, los vertederos incontrolados y los residuos en general suelen acumularse en las afueras del poblado, a los lados de los caminos, en el mercado, en acantilados naturales, al lado del río y al lado de las casas.

### **3.8.3. Problemática asociada a la falta de infraestructuras de saneamiento**

La vía de transmisión fecal-oral de las enfermedades relacionadas con las excretas, tiene su origen en un saneamiento inadecuado, el cual lleva a la contaminación de los suelos y de las aguas iniciando así la ruta por la cual se transmiten estas enfermedades relacionadas.

Incluso cuando existen infraestructuras de saneamiento adecuadas, el riesgo no se elimina por completo, ya que la falta de higiene personal y en el hogar es otra forma de transmisión. Las ratas y los animales domésticos pueden funcionar como vectores de transmisión de las enfermedades al igual que algunos insectos como moscas y mosquitos.

Numerosas son las enfermedades transmitidas de una persona a la otra a través de las excretas, responsables de la muerte de millones de personas todos los años en el mundo entero. La ausencia de instalaciones de saneamiento adecuadas para evacuar las excretas, la falta de agua, la falta de educación sanitaria de personas y los malos hábitos higiénicos son las principales causas de transmisión de enfermedades por esta vía. Las enfermedades más frecuentes transmitidas por las excretas son las siguientes:

- Infecciones por virus.
- Infecciones por bacterias.
- Parásitos producidos por gusanos.
- Parásitos producidos por los protozoos.

En la siguiente tabla [6], están expresadas las enfermedades que pueden ser causa directa de una mala gestión de las excretas y las medidas de control en las que el saneamiento puede influir en su solución así como el efecto que este puede tener. Las categorías están ordenadas en función de su incidencia sobre la salud de los humanos.

CATEGORÍA	INFECCIÓN	AG.	MECANISMO DE TRANSMISIÓN	MEDIDAS DE CONTROL	EFFECTOS DEL SANEAMIENTO	
I	<b>Feco-oral</b> (no bacteriana)  No latente baja dosis de infección	Poliomielitis Hepatitis A Rotavirus Disentería amebiana Giardiasis Balantidiasis Enterobiasis Hymenolepiasis	V V V P  P P H H	Contacto persona-persona  Contaminación doméstica	Suministro de agua  Higiene en el hogar  <i>Saneamiento</i>  Educación a la higiene	Bajo
II	<b>Feco-oral</b> (bacterial) media o alta dosis de infección	Diarreas y disenterías Campilobacterenteritis Cólera E. Coli diarrea Salmonelosis Shigelosis Yersiniosis Fiebres entéricas Tifus Paratifoidea	B  B B B B B B B B B	Contacto persona-persona  Contaminación doméstica  Contaminación del agua	Suministro de agua  Higiene en el hogar  <i>Saneamiento</i>  Educación a la higiene  <i>Tratamiento de las excretas antes de la reutilización o</i>	Ligero a moderado

					<i>vertido</i>	
III	<b>Helmintos transmitidos por el suelo</b>  Latentes y persistentes sin huésped intermedio	Ascariasis Tricuriasis Gusano de Hook Strongyloidiasis	H H H H	Contaminación del suelo en áreas de defecación comunales  Contaminación de cosechas  Contaminación de terrenos próximos al hogar	Limpieza de letrinas  <i>Tratamiento de excretas antes de reutilización en cultivo</i>	Grande
IV	<b>Parásitos del buey y el cerdo</b>  Latentes y persistentes con el cerdo y la vaca como huéspedes intermedios	Tenia	H	Contaminación de terrenos próximos al hogar  Contaminación del campo  Contaminación del pienso	<i>Tratamiento de excretas antes de reutilización en cultivo</i>  <i>Saneamiento</i>  Inspección y buen cocinado de las carnes	Grande
V	<b>Helmintos transmitidos a través del agua</b>  Latentes y persistentes con huésped intermedio en medio acuático	Schistosomiasis Clonorchiasis Diphyllobothriasis Fasciolopsiasis Paragonimiasis	H H H H H	Contaminación del agua	<i>Saneamiento</i>  <i>Tratamiento de excretas antes del vertido</i>  Control de animales infectados  Cocinado	Moderado
VI	<b>Vectores insectos relacionados con excretas</b>	Filariasis Infecciones de las categorías I-V (especialmente I y II) que pueden ser transmitidas por insectos y cucarachas	H M	Cría de insectos en áreas contaminadas	<i>Control de vectores</i>  <i>Drenaje, eliminación de sitios potenciales de cría de insectos</i>  Uso de mosquiteras	Ligero a moderado

Tabla 3. Enfermedades que pueden ser causa directa de una mala gestión de las excretas y las medidas de control en las que el saneamiento puede influir en su solución. [6]

Donde los agentes:

B = Bacterias    V = Virus    H = Helmintos    P = Protozoos    M = Miscelánea

Las bacterias, virus y parásitos que normalmente habitan en el intestino de las personas, son responsables de la mayor parte de las diarreas, vómitos y deshidrataciones de niños en los países en vías de desarrollo, lo que produce un gran número de muertes.

Todas estas enfermedades producidas por la contaminación fecal se producen en muchas ocasiones por diferentes razones. Se puede decir que las diferentes formas de contaminación fecal son las siguientes:

- Contaminación de los sistemas de aprovisionamiento de agua, al filtrarse las aguas al sistema de distribución.
- Contaminación por vectores, que se depositan sobre las excretas y después entran en contacto directo con las comidas o las personas.
- Contaminación de aguas subterráneas, cuando se realizan deposiciones cerca de fuentes de agua y estas se filtran con el agua de las lluvias.
- Contaminación de aguas superficiales, cuando las deposiciones se hacen cerca de ríos, estques, manantiales...
- Contaminación del suelo, producida por las deposiciones sobre la tierra contaminando en ocasiones los cultivos.
- Contaminación de los alimentos, por contaminación directa de los cultivos o mediante el agua contaminada con la que estos se riegan.
- Contaminación de las manos, si después de las deposiciones no se mantienen unas conductas adecuadas de higiene.
- Contaminación a través de la piel, cuando las personas, en especial los niños entran en contacto directo con las excretas.
- Contaminación por el aire, con la acción del sol y el viento.

Como se puede ver, las rutas de contaminación por un inadecuado saneamiento pueden ser múltiples, y el objetivo será reducir en la medida de lo posible dichas vías de contaminación.

### **3.8.4. Problemática asociada a la falta de control de vectores**

Cuando se habla de vectores se hace referencia a todos aquellos insectos y animales que pueden transmitir o hacer pasar enfermedades a las personas, éstos pueden transmitir las bacterias y virus en sus patas, piel, pelo, orina saliva, sangre, etc.

Que exista una presencia de vectores no implica directamente que exista un problema de salud en la comunidad, la confirmación se busca directamente evaluando la incidencia de enfermedades, el medio ambiente, y los hábitos higiénicos. Sin embargo, la proliferación de vectores siempre es un potencial problema desde el punto de vista sanitario y de condiciones de vida. Un estudio de la comunidad puede revelar los principales hábitats y las condiciones en las que los vectores se multiplican así como sus peligros para la salud.

La transmisión de enfermedades por parte de los vectores se puede realizar por transmisión mecánica y por transmisión biológica.

#### **3.8.4.1. Enfermedades por transmisión mecánica**

Cuando los parásitos o microbios se transmiten en la parte externa del cuerpo de los vectores, transmitiendo estos al entrar en contacto directo con los diferentes entornos. Los vectores que transmiten enfermedades de esta forma suelen ser moscas, hormigas, cucarachas, y roedores y las enfermedades que se suelen transmitir mecánicamente por los vectores son:

- La mayor parte de las diarreas producidas por microbios y parásitos.
- Enfermedades provocadas por los virus, como la polio, fiebres virales, hepatitis...
- Infecciones en la piel.
- Enfermedades en los ojos, como la conjuntivitis.

#### **3.8.4.2. Enfermedades por transmisión biológica**

Este tipo de transmisión se produce cuando los microbios o los parásitos que producen las enfermedades se encuentran en el interior del cuerpo de los vectores, los cuales pican o muerden a las personas transmitiendo dichos microbios o parásitos, donde, una vez en el interior, estos se transforman y se multiplican. Los vectores más frecuentes que llevan a cabo

este tipo de transmisión de enfermedades son los mosquitos, las moscas, las garrapatas, las pulgas, etc. Y las enfermedades que estos suelen transmitir son múltiples, entre ellas:

- Los mosquitos: el paludismo, la filariosis, el dengue, la fiebre amarilla...
- Las moscas: la leishmaniosis, la tripanosomiasis africana (mosca tsé-tsé)...

Estas y muchas otras, son enfermedades que producen millones de muertes en África y no permiten una calidad de vida adecuada a quienes las sufren, en muchas ocasiones por las cargas económicas que sus tratamientos o medicamentos requieren.

### **3.9. Actividades específicas a tener en cuenta**

#### **3.9.1. Consideraciones socioculturales**

En los proyectos de cooperación más que en ningún otro tipo de proyecto, para asegurar su éxito hay que tener muy en cuenta una serie de consideraciones de tipo sociocultural antes de tomar decisiones de ningún tipo. Es imprescindible conocer y tener en cuenta los diferentes factores sociales y culturales de la comunidad con la que se trabaja, es decir, no es suficiente con aplicar la mejor técnica desde el punto de vista ingenieril. Muchos proyectos de cooperación han fracasado al no tener aceptación por parte del grupo beneficiario, es por ello que se hace de vital importancia que el cambio que se va a introducir con el proyecto esté de acuerdo con los factores socioculturales. En lo que concierne al saneamiento ambiental, se suma la dificultad que para muchas culturas pertenece a la esfera de lo privado, por lo que obtener información acerca de los hábitos puede ser complejo.

En muchas ocasiones la población es consciente de las causas ambientales de la mala salud y su comportamiento con respecto a la gestión medioambiental tiene una base racional. El ambiente físico puede ser un abastecedor de recursos o una causa de enfermedad, y muchas sociedades tienen un conocimiento detallado sobre su entorno, incluso una comprensión del ambiente no solo en su sentido físico sino también en relación con factores sociales y espirituales. Este tipo de percepciones pueden afectar en gran medida al comportamiento en el saneamiento así como en los usos del agua debido a costumbres y creencias culturales.

En el presente proyecto se pretende tener en cuenta las consideraciones socioculturales a la hora de tomar cualquier decisión. Para conseguirlo se utilizarán técnicas participativas, mediante reuniones, encuestas y experiencia sobre el terreno. También se tendrán en cuenta

los resultados que se obtienen en los programas de educación para buenos hábitos higiénicos que la ONG IROKO está llevando a cabo paralelamente.

### **3.9.2. Sostenibilidad y medio ambiente**

En concordancia con las consideraciones socioculturales, no se pueden olvidar cuestiones como el respeto al medio ambiente y la sostenibilidad. En muchas ocasiones el deseo de los beneficiarios o su propuesta no es del todo sostenible o no respeta el medio ambiente. Es entonces cuando se debe buscar una solución conjunta, en la que todo el mundo trabaje conjuntamente y se sientan participativos de cada decisión.

Ocurre con mucha frecuencia que muchos proyectos cooperativos no son sostenibles, se pueden diferenciar dos situaciones:

- Al no respetar las consideraciones socioculturales, las instalaciones caen en desuso o lo que es peor, perjudican a la población.
- En otras ocasiones, ceñirse a las costumbres y hábitos hace que no se encuentre la mejor solución desde el punto de vista técnico, sin llegar a desarrollar lo que desde un principio tenía un tiempo de vida corto o era relativamente rudimentario.

Lo mismo puede ocurrir cuando por respetar las costumbres locales, descuidamos el medio ambiente, la salud directa de los beneficiarios o incluso se promueve la discriminación de género o de un determinado grupo de personas.

Se hace necesario por tanto tener en cuenta una serie de cuestiones que evitar, buscando el camino adecuado y añadiéndose de esta forma mayores dificultades a las ya conocidas a la hora de desarrollar un proyecto.

### **3.9.3. Participación comunitaria**

Cuanto mayor sea el nivel de participación conseguido por parte del grupo objetivo, más sentirán que el proyecto les pertenece y por lo tanto mayor será la posibilidad de éxito y las garantías de sostenibilidad.

En la participación comunitaria, los miembros de la comunidad se implican en las diferentes etapas del proyecto, desde la búsqueda de necesidad que pasa a ser una demanda, hasta la

planificación, ejecución, mantenimiento y si fuera posible en la evaluación para crear una capacidad en la comunidad de ampliación del proyecto y cambios necesarios.

Desde el punto de vista del presente proyecto, se tiene la participación de organizaciones como AJEVES, que al trabajar conjuntamente con la ONG IROKO ha expresado directamente la demanda transmitida por la población desde un principio. Por otro lado y durante la etapa de planificación, se ha trabajado con organismos y se ha creado un comité que se ha involucrado directamente en el proyecto, de forma que en la etapa de construcción se han realizado actividades en las que una gran parte de la mano de obra ha surgido de la participación directa sin ánimo de lucro de los beneficiarios.

Se ha podido comprobar que estas organizaciones pueden jugar un papel muy importante al comienzo del proyecto, de forma que expresen la voz del pueblo y guíen cual es la acción más adecuada. Se cree por tanto muy aconsejable trabajar con contrapartes locales nacidas de la propia comunidad y con capacidad de convocatoria para liderar las diferentes etapas del proyecto así como para seguir el cumplimiento de los objetivos. Por otro lado, y de cara al mantenimiento y administración se puede apreciar que la creación de un comité ha sido de gran ayuda.

#### **3.9.4. Gestión medioambiental en las escuelas y cuestiones de género**

Buscar el campo de acción más efectivo es una de las claves para que el proyecto tenga repercusión a lo largo del tiempo. Es por ello que la gestión medioambiental así como la educación a la higiene tiene una gran importancia dentro de las escuelas, entre otras por las siguientes razones:

- La escuela es un buen lugar en el que se puede iniciar el cambio en la comunidad, puesto que es una fuente de aprendizaje, tanto para los niños como para los profesores que son un ejemplo de comportamiento en la sociedad.
- Las instalaciones sanitarias en las escuelas pueden ser un modelo a seguir.
- La escuela por detrás del entorno familiar, es el lugar donde se forman a las futuras generaciones desde la mejor edad para aprender hábitos higiénicos.
- Los niños pueden ser un agente de cambio dentro de sus familias y un estímulo para el cambio del resto de la población.

Se desarrollará de esta forma un estudio a la hora de definir los lugares de construcción de las diferentes infraestructuras de saneamiento así como de recogida de RSU, teniendo muy en cuenta las diferentes escuelas existentes y su actual estado. Considerando además, que la ausencia de gestión medioambiental en las escuelas puede hacer de ellas un lugar donde se transmitan enfermedades y problemas en la población. Se pretende de esta forma encontrar una repercusión positiva que genere sostenibilidad al hacer comprender a las nuevas generaciones su importancia en dicha tarea, de forma que cuiden su salud y la de los demás.

En lo referente al género, hay que tener en cuenta que la participación del hombre y la mujer son importantes ya que ambos tienen distintas percepciones, necesidades y costumbres, de manera que ambas partes pueden aportar mucho en la planificación del proyecto. Las mujeres por lo general son las encargadas del cuidado y salud de los niños, por lo que pueden ser un desencadenante positivo. En reglas generales suelen ser más conscientes del impacto del saneamiento en la salud de la comunidad. Por otro lado se deben tener en cuenta factores muy importantes como que en algunas culturas prefieren separar las letrinas de los hombres de las de las mujeres además de la privacidad y el riesgo de abusos sexuales. Todos estos factores se tendrán en cuenta a la hora de planificar la distribución geográfica de las distintas infraestructuras.

### **3.9.5. Contaminación de aguas subterráneas**

En relación directa con el respeto por el medio ambiente, se debe tener muy en cuenta la contaminación de aguas subterráneas. Cuando gestionamos una serie de residuos y aguas residuales se debe realizar un estudio de las zonas más adecuadas para su tratamiento, que debido a los agentes biológicos pueden ser causa directa de la contaminación del suelo. Para ello se tendrán en cuenta la localización exacta de fuentes de agua e hidrología local. Cuando encontramos un acuífero con una capa freática próxima a la superficie se debe prever el riesgo de contaminación por infiltración proveniente de fuentes de contaminación como lixiviados de las zonas de disposición de residuos sólidos, letrinas o vertidos de aguas domésticas.

En ocasiones conocer todos los factores que pueden suponer un riesgo de contaminación, puede ser realmente complicado, sobre todo en zonas en las que los estudios geográficos son limitados. Sin embargo se deben conocer cuáles son estos factores para proponer una solución con un margen de error más que adecuado. Entre dichos factores, encontramos el flujo de agua subterránea, el tiempo de permanencia de los microorganismos en el ambiente, el

gradiente hidráulico, la composición y el PH de los suelos, e información sobre las precipitaciones.

Como no siempre es posible predecir el comportamiento hidrológico de las aguas subterráneas, se tomará una distancia mínima de 30 metros entre focos de infección y fuentes de agua. Por otro lado, una pauta extensamente aceptada es que la distancia máxima que alcanzarán los patógenos en un suelo sin fisuras es la misma que la distancia que recorre el agua subterránea en diez días, lo que define las distancias mínimas en función de la distancia a la capa freática. Sin embargo en nuestro caso tomaremos una distancia bastante conservadora de 15 metros para considerar que las aguas subterráneas no son contaminadas por los focos de infección.

### **3.10. Reunión de presentación del proyecto**

Aunque el presente proyecto fue una iniciativa de la asociación AJEVES, la cual transmitía las necesidades más solicitadas por la población, se vio necesario realizar una presentación del proyecto así como de mi persona a las autoridades más representativas y asociaciones para pedir que expresasen su opinión y ayudasen a transmitir toda la información al resto de ciudadanos. El principal objetivo es que se viesen involucrados en todos los procesos de manera que se pudiese trabajar conjuntamente. Para ello se siguió el protocolo local, visitando en primer lugar a los jefes de poblado así como al prefecto para concertar un lugar y horario de reunión, después, se realizaron y repartieron las invitaciones pertinentes (ANEXO V) para el resto de líderes locales y gente de influencia. En la siguiente figura podemos ver los diferentes estamentos representativos de forma jerárquica, los cuales tuvieron algún representante en la reunión además de todas las iglesias y religiones locales.

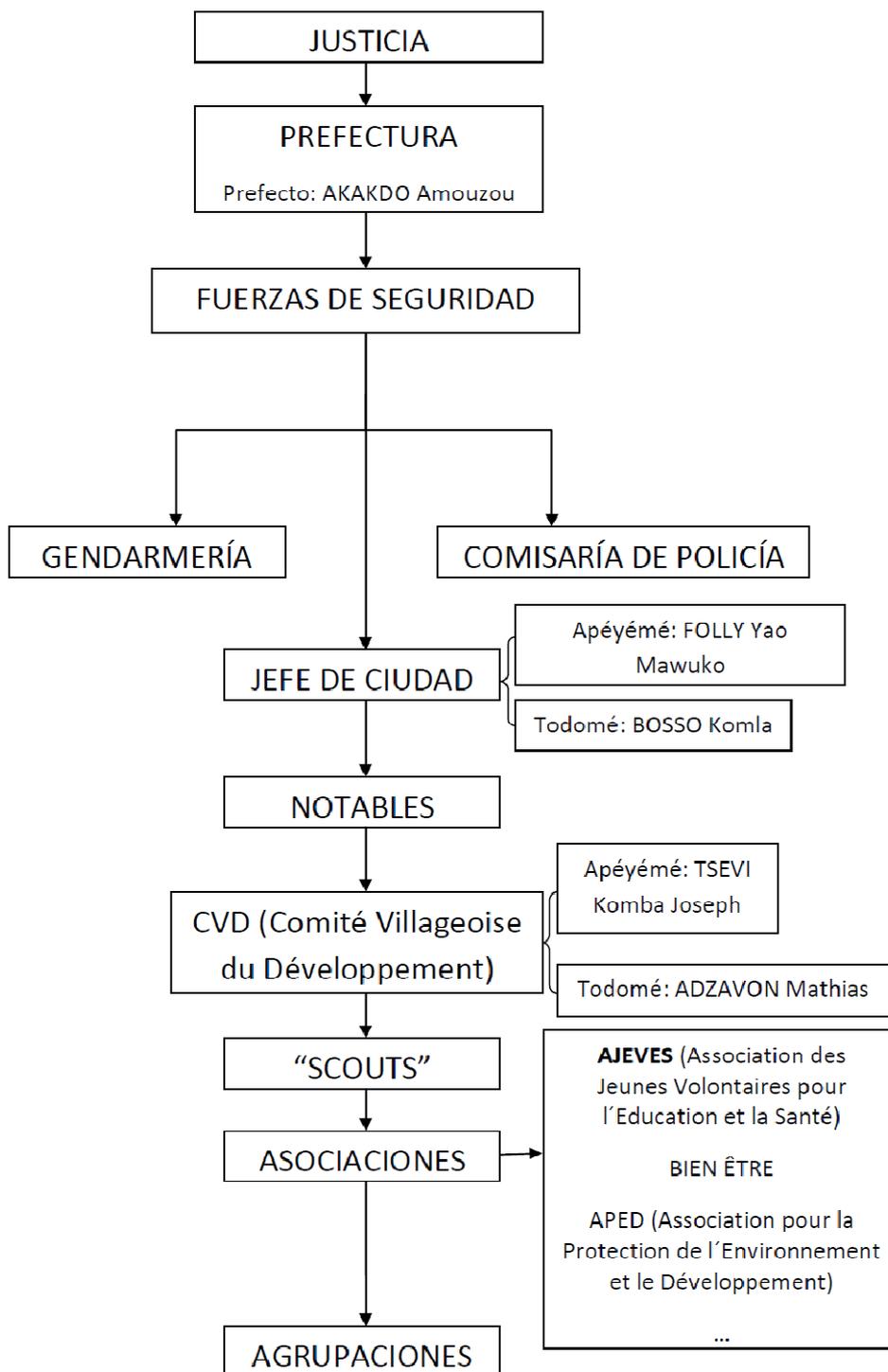


Figura 6. Jerarquía de los diferentes estamentos en Danyi-Apéyémé

Durante la reunión se explicaron las actividades que estaban previstas realizar con posibilidad de cualquier alteración, se quiso hacer una breve introducción a las características técnicas de las infraestructuras de saneamiento para tener un primer contacto con la opinión de que tipo

de letrina es el más adecuado, así como de las posibilidades existentes a la hora de gestionar los residuos sólidos orgánicos.

Se puede afirmar que la reunión fue muy fructífera, desde varios puntos de vista, algún cura sugirió la posibilidad de separar los plásticos del resto de residuos, esto hace pensar que sin haber realizado el trabajo de sensibilización, mucha gente puede asimilar conceptos importantes y que pueden resultar clave. El resto de presentes se prestaron para cualquier ayuda. Además gustó mucho la idea de poder reciclar o reutilizar algunos residuos. Se enfatizó que todo trabajo tenía que realizarse en paralelo con la demanda del pueblo para garantizar su éxito.

#### **4. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)**

Definimos residuos sólidos urbanos (RSU) como materiales producidos que no tienen valor para las personas que los desechan y cuya descarga mediante saneamiento no es posible. Los residuos sólidos urbanos se generan en entornos muy variados dentro de una comunidad. Desde el entorno doméstico hasta el industrial, sanitario, en agricultura y ganadería, acumulándose estos en diferentes localizaciones en función de si se encuentran o no gestionados. Su gestión incluye las actividades que procuran reducir su impacto sobre el medio ambiente y la salud de quienes los producen.

La problemática asociada a la gestión de residuos sólidos urbanos en los países en vías de desarrollo varía mucho en función de si nos encontramos en un área rural o se está trabajando en un área urbana o peri-urbana, en estas últimas el problema puede ser muy grave desde el punto de vista de su gestión. Todo lo que se abandona, no se consume, o no se usa adecuadamente acaba depositado en el suelo, formándose vertederos incontrolados, y la producción de estos residuos aumenta por encima de la capacidad de recuperación.

Se puede hacer una clasificación genérica de los distintos tipos de residuos que nos podemos encontrar:

- Residuos orgánicos: Todos aquellos desechos que provienen directamente de seres vivos como son las plantas, animales y las personas. Este tipo de residuos en contacto con la luz del sol, el agua y el aire así como con algunos seres vivos presentes en el suelo, se descomponen relativamente rápido pudiendo producir abonos para las plantas por el ciclo de la materia orgánica. Unos ejemplos de este tipo de residuo son los restos de comida, hojas, restos de recolecta, papel...
- Residuos inorgánicos: Todos aquellos residuos fabricados por la mano del hombre y que no provienen directamente de los seres vivos. Este tipo de materiales en contacto con la naturaleza pueden durar largos periodos de tiempo. Unos claros ejemplos pueden ser las bolsas de plástico, los embalajes, botes de conserva, baterías...
- Desechos peligrosos: Aunque son residuos inorgánicos, podemos hacer la distinción en un grupo aparte por su consideración a la hora de gestionarlos. Estos residuos pueden ser muy peligrosos para el medio ambiente o la salud de las personas por lo que se deben tratar con suma precaución. Algunos de estos residuos pueden ser desechos de

hospital o centros de salud, como jeringuillas, material sanitario... así como baterías, aerosoles y pesticidas o productos químicos agresivos.

Actualmente el problema de los residuos se agrava cada vez más a nivel mundial, pero es más evidente en los países que se encuentran en vías de desarrollo. Con el desarrollo de nuevos materiales como los plásticos y sus aplicaciones, se han conseguido materiales de alta durabilidad y bajo coste, esto supone un agravante a la hora de gestionar su desecho cuando no hay posibilidades de reciclarlo o reutilizarlo por completo.

#### **4.1. Análisis preliminar del estado de los RSU**

Antes de la planificación de los estudios que se van a llevar a cabo para la toma de decisiones, se ha realizado un análisis preliminar de las condiciones actuales en las que se encuentra tanto el grupo de beneficiarios, como aquellos que se encuentran geográficamente cerca o puedan estar en condiciones similares. De esta forma se podrán tomar referencias o prevenir impactos del proyecto no solo sobre el grupo objetivo sino también sobre otros asentamientos cercanos al lugar de trabajo.

En lo que se refiere a las poblaciones de **Apéyémé y Todomé**, después de hacer un estudio y una inspección visual de sus calles y entornos, se han obtenido una serie de conclusiones iniciales que coinciden con las informaciones que fueron proporcionadas por la contraparte AJEVES además de haberse ampliado esta información. Entre ellas, podríamos destacar las siguientes conclusiones de la situación en la que se encuentra la comunidad:

- Se encuentran multitud de vertederos incontrolados, también existen numerosos manantiales, afluentes y ríos, a las afueras del poblado, que se encuentran relativamente cerca de dichos vertederos.



**Figura 7. Foto vertedero incontrolado.**

- El volumen de basuras y residuos existentes es muy grande, no tiene ningún tipo de gestión y se encuentra muy extendido, en especial en los alrededores y zonas transitables de las afueras donde las zonas de vegetación son muy densas
- Se pueden encontrar numerosos vertederos situados en la periferia, situados en zonas muy cercanas a ríos y afluentes e incluso manantiales, la mayoría muy cerca de las casas y en contacto con los niños y animales.
- Existen varios vertederos delimitados con vallas de madera para evitar el paso de personas, pero por las que pueden entrar animales para alimentarse. Dichos vertederos son acumulación de la basura sobre la superficie formando relieves. En alguno de estos vertederos podemos encontrar carteles de advertencia de multas de 5000 F CFA si se depositan más basuras sobre ellos.



**Figura 8. Foto cartel de multa para evitar depósitos de más basuras.**

- Una práctica muy común es la quema de basuras en zonas cercanas a los hogares. Esta actividad la suelen realizar las mujeres o los niños sin ningún tipo de control y aspirando los humos de la incineración.



**Figura 9. Foto quema de basuras.**

- Al borde de los caminos suele haber acumulación de residuos sólidos, en especial de bolsas de plástico y cenizas de residuos incinerados.
- Algunas familias realizan una fosa para llenarla de residuos en el lugar donde van a construir una nueva casa.
- Los residuos se acumulan también a los lados de las casas las cuales están construidas con adobe o bloques de arena comprimidos y chapas de metal para los tejados.
- Las calles de Todomé suelen encontrarse relativamente más limpias, en parte porque se realiza una recogida de residuos una vez al mes para transportarlos hasta los vertederos incontrolados de las afueras.
- Se percibe una gran motivación por parte de la comunidad para realizar una gestión de residuos, pues consideran que actualmente los residuos suponen un gran problema en su comunidad y son conscientes de sus perjuicios sobre la salud y el medio ambiente.
- En el liceo hay alguna papelera para la recogida de los residuos de los estudiantes. Los jóvenes consideran que tener un entorno limpio es de gran importancia.



**Figura 10. Foto cubo de basura del Liceo.**

- Muchos niños acuden a los vertederos incontrolados entre otras cosas a hacer sus necesidades por la falta de letrinas, encontrándose bajo riesgo de transmisión de enfermedades así como de accidentes al andar la mayoría descalzos.

- Se producen muchos residuos plásticos difíciles de gestionar en parte por la extendida costumbre de vender los alimentos y productos dentro de pequeñas bolsas generalmente negras a las que posteriormente no se les da uso.
- Algunos niños reutilizan algunos residuos fabricándose juguetes con ruedas de bicicleta etc. Se hace necesario extender esta práctica para reducir el volumen de residuos.
- Una gran mayoría de las familias trabajan en la agricultura de cara al autoconsumo o al pequeño comercio. Sin embargo la práctica de compostaje se encuentra poco extendida, suponiendo los abonos una carga económica más.
- Se ha sabido que hay una empresa de reciclaje en Ghana el país contiguo, pero la distancia hace que el transporte de los residuos cruzando la frontera no sea económicamente viable.
- Por otro lado se ha visto la posibilidad de que en los próximos años se cree una empresa de reciclaje en Togo, abriéndose la puerta a posibles actuaciones en el futuro en el caso en que se haga patente.

Se hace constante por tanto que la actuación en cuestión de gestión de residuos sólidos urbanos por parte de la ONG IROKO está más que justificada, esperándose una serie de resultados muy positivos derivados de su aplicación en caso de que el proyecto tenga éxito.

#### **4.1.1. Análisis de otras comunidades**

En los viajes realizados a otras comunidades cercanas al grupo de beneficiarios, se ha percibido una ausencia de gestión de residuos en aquellas con una densidad de población menor o una gestión muy pobre en alguna ciudad como Kpalimé, en la que hay presencia de pequeños cubos de basura urbanos llenos, pues la frecuencia de recogida mediante un camión es muy pobre y el destino son vertederos incontrolados o en el mejor de los casos una fosa en el lugar en el que se va a realizar una construcción. Este tipo de gestión es la misma que se lleva a cabo en la capital del país, Lomé, con la diferencia de que los residuos dispuestos en los

contenedores de basura se recogen mediante carretas pero con el mismo destino descrito anteriormente, creándose vertederos muy grandes en el entorno peri-urbano de la ciudad.



**Figura 11. Carreta de recogida de basuras en Lomé.**

La gestión de recogida por tanto funciona en muchas comunidades de Togo pero el destino de los residuos no suele ser el más apropiado desde el punto de vista de respeto al medio ambiente y a la salud de la población, creándose zonas donde los vectores se multiplican y la salud de de sus habitantes está en peligro.

#### **4.2. Identificación de vertederos incontrolados**

De cara a conocer la localización y volumen de los residuos sólidos urbanos, se ha realizado un estudio de identificación de vertederos incontrolados haciendo uso del dispositivo receptor GPS, con el cual se han tomado puntos de referencia (waypoints) y se ha creado el PLANO 1, en el que se pueden distinguir las distancias. Todos estos vertederos se definen a continuación y se han fotografiado para poder identificarlos visualmente.

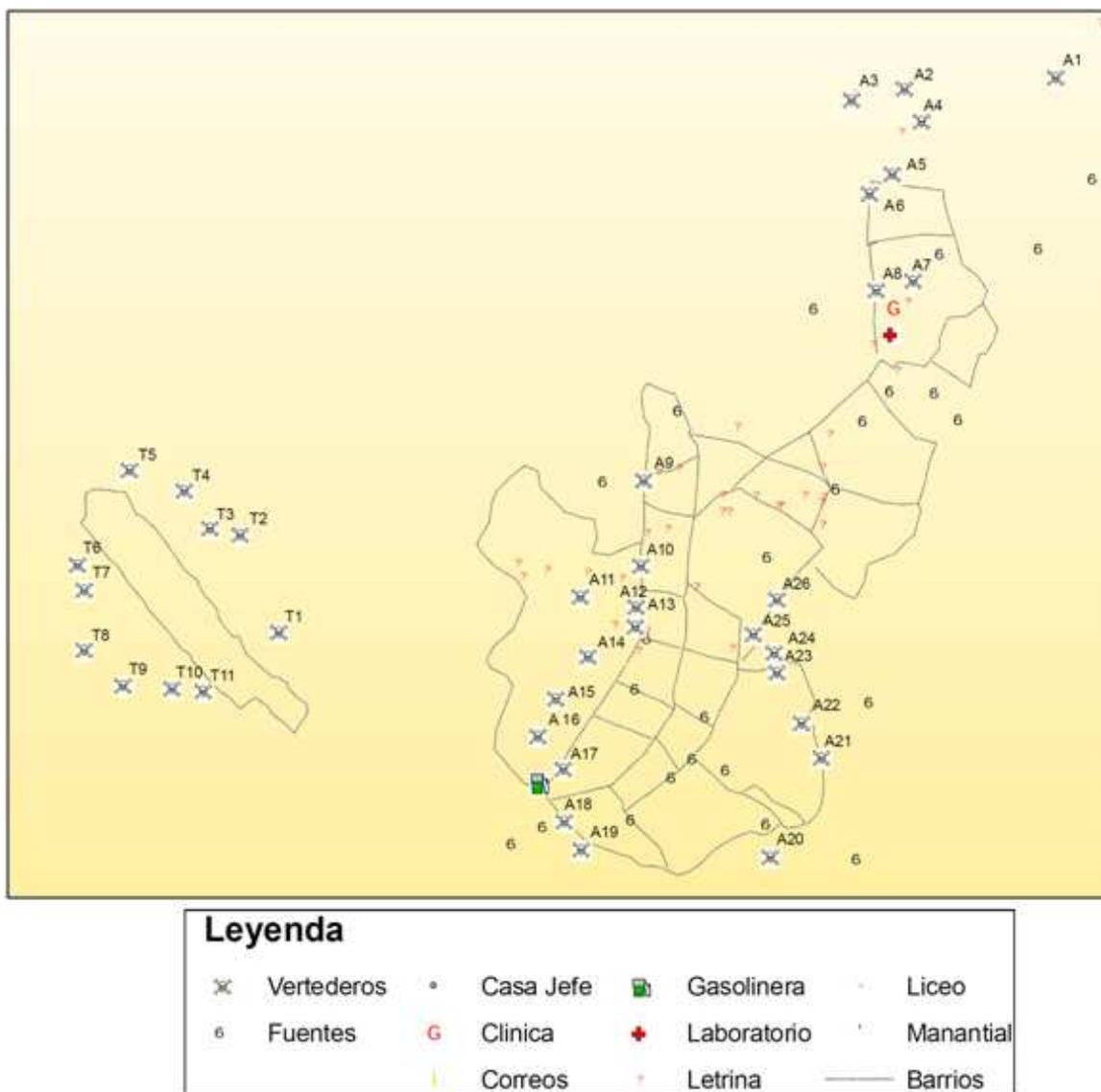


Figura 12. Mapa de localización de vertederos incontrolados extraído del PLANO 1.

#### 4.2.1. Descripción de los vertederos incontrolados en Apéyémé

A continuación se van a describir cada uno de estos vertederos incontrolados en función de los diferentes barrios y como se puede ver en el plano realizado, los vertederos son los siguientes:

##### WASHINGTON

**A1, A2, A3, A4, A5, A6.** Vertederos de pequeño tamaño situados en Washington, entre las casas o al lado de la ruta principal. Este barrio tiene las casas alejadas entre sí, por lo que los residuos sólidos urbanos se encuentran más dispersos.

*NYAMEGBE*

**A7.** Pequeño vertedero situado cerca del hospital, al lado se encuentra un incinerador de basuras con residuos a su alrededor.

**A8.** Vertedero de muy pequeño tamaño situado al lado del generador que alimenta el hospital y de unas letrinas en funcionamiento.

*KPODJI*

**A9.** Cerca del depósito de Apéyémé, dos pequeños vertederos situados al borde de un camino rural.

**A10.** Al lado de un camino, relativamente pequeño y cerca de otro vertedero de gran superficie.

**A11.** Grande en extensión, con montañas de basura y zonas sin rellenar.

**A12, A13.** Acumulación de residuos al borde del camino, el volumen no es muy grande porque todas las mañanas se incinera, aún así todos los días se vuelven a acumular más basuras y ceniza.

*DOME*

**A14.** Gran vertedero, no tiene una extensión muy grande en superficie pero tiene una gran concentración de residuos, con grandes relieves de basuras. En algunas zonas la vegetación ha crecido sobre las basuras.

*AKOBO*

Este barrio descarga sus basuras en los vertederos de sus barrios contiguos, y en algunos casos se practica la quema de residuos al borde del camino que conduce a otros vertederos incontrolados.

*KLOMPE*

**A15.** No ocupa una gran superficie pero el volumen de residuos es muy alto. Hay un gran relieve a la entrada del mismo y se encuentra situado rodeado por plantaciones al lado de una vivienda.

**A16.** Tiene una zona de residuos relativamente extensa pero cerrada por una valla de madera, la gente sigue tirando residuos a lo largo del camino que le une con la gasolinera.

**A17.** Pequeño vertedero situado detrás de la gasolinera y que es continuación del anterior.

*ZONGO*

**A18.** De pequeño tamaño y situado entre una serie de viviendas que se encuentran al lado del mercado. Continúa por un camino que se dirige a más viviendas.

**A19.** De pequeño tamaño y situado sobre el camino. Al lado, se ha realizado una fosa que se está llenando de basuras, en el lugar donde se va a construir una vivienda, está practica se realiza en algunos otros lugares.

**A20.** Vertedero incontrolado de mayor tamaño, situado al borde de la ruta que lleva a un colegio. Muchos niños tienen costumbre de venir a este vertedero a hacer sus necesidades. En su interior hay unas letrinas abandonadas.

*ADAMPE*

**A21, A22, A23, A24, A25.** Conjunto de vertederos que se unen en algunos puntos formando una gran extensión, muchas de sus zonas se encuentran cerradas e incluso hay multas si se siguen depositando más basuras. Los vertederos incontrolados A24 y A25 se encuentran a lo largo de un camino que desciende directamente a un par de manantiales y una fuente donde se recoge el agua, los residuos tienen un ancho de unos 2 metros a lo largo de este camino. Es de gran importancia eliminar los residuos que conforman estos dos últimos vertederos, pues son un foco de contaminación directa.

#### **4.2.2. Descripción de los vertederos incontrolados en Todomé**

**T1, T2.** Pequeños vertederos incontrolados situados un poco lejos del poblado, se accede a ellos por un camino estrecho entre la maleza.

**T3.** Igual que los dos anteriores pero de mayor tamaño. Se extiende a ambos lados del camino por el que se accede a él.

**T4.** Poco volumen de residuos sólidos urbanos, muy cerca de las casas y rodeando a una letrinas muy rudimentarias.

**T5.** Los residuos se encuentran dentro de una fosa que se ha realizado para posteriormente realizar una construcción sobre la misma.

**T6, T7.** Cerca de las casas y de pequeño tamaño.

**T8.** Vertedero incontrolado con un gran volumen de residuos concentrados en poco espacio, formando de esta forma relieves, se encuentra muy cerca de las casas.

**T9, T10.** Se extienden a lo largo de sendos caminos que llevan al lavadero de Todomé, en algunos puntos se encuentran cerrados por vallas de madera en mal estado, que no evitan el paso de animales.

**T11.** Es el vertedero más extenso de Todomé, pero la densidad de residuos no es muy grande. Se encuentra situado al lado de las casas y al principio de la calle de mayor tránsito del poblado.

### **4.3. Opciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos**

Existen diferentes formas de tratar los residuos sólidos urbanos, las diferencias en función del respeto al medio ambiente y la salud así como el coste de su aplicación son los factores que determinan su aplicación en los países con ingresos bajos. Los diferentes tratamientos que encontramos son los siguientes:

- **Vertido incontrolado:** Cuando los residuos son vertidos en un lugar seleccionado pero sin medidas de control ambiental. Esta opción produce problemas medio ambientales y con gran frecuencia sanitarios.
- **Rellenos sanitarios:** Disposición controlada de los residuos en la tierra. Se realiza una fosa de unas dimensiones determinadas y se crean capas de residuos y tierra para evitar problemas de vectores. En función del tamaño se puede realizar un lixiviado de aguas así como disponer una valla para evitar que niños y animales caigan dentro. Su aplicación es de bajo coste cuando hay terreno disponible.
- **Compostaje:** Descomposición biológica de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Aunque no es un sistema de disposición completo, ya que necesita una correcta proporción de material biodegradable en el residuo utilizado, los subproductos tienen valor como abono. Este tipo de tratamiento puede reducir el volumen de residuo de otro sistema de disposición completo.
- **Incineración:** Como en el caso anterior, la quema de residuos puede reducir su volumen y por otro lado se puede obtener energía de su combustión. Cuenta con

grandes desventajas, ya que a gran escala el costo de inversión es alto y requiere la operación experta y un control adecuado. A nivel rural puede ser un sistema familiar sencillo y de fácil uso, pero no hay que olvidar que es un sistema que produce contaminación atmosférica y puede generar enfermedades respiratorias.

- **Gasificación:** Consiste en la descomposición biológica de la materia orgánica en condiciones controladas con el fin de obtener gases como el metano que se puedan utilizar como combustible. Su desventaja es el alto coste que requiere y su complejidad tecnológica para los países en vías de desarrollo.

#### **4.4. Elección de los métodos de tratamiento**

Se ha podido realizar una caracterización de los residuos más típicos, partiendo de lo ya estudiado en los vertederos existentes y se ha podido ver que existe un gran interés por este proyecto y que la población aceptaría en su gran mayoría la separación entre residuos orgánicos e inorgánicos. Se ve posible reducir, gestionar y aprovechar el volumen de residuos siguiendo una serie de estrategias.

Para ello se pretende seguir la "*Ley de las tres erres (reducir, reciclar y reutilizar)*", dicha propuesta la popularizó la organización ecologista Greenpeace y consiste básicamente en:

- Reducir el volumen de residuos que se consumen. La prevención es la técnica más efectiva para disminuir el volumen de residuos, pero en ocasiones la más compleja cuando supone cambiar costumbres.
- Reutilizar a fin de producir menos basura y gastar la menor cantidad posible de recursos en fabricar otros nuevos. Es decir volver a dar utilidad a un producto.
- Reciclar, es decir, fabricar nuevos productos a partir de los materiales de productos desechados. Si no se puede reducir ni reutilizar algo se debe intentar reciclar.

Teniendo en cuenta esta ley, se proponen una serie de actuaciones que contribuyan al desarrollo y respeto del medio ambiente y de la salud social. Además se intentará obtener beneficios de los residuos llevando a cabo prácticas de compostaje. Después de un primer contacto se empiezan a tener algunas conclusiones, podríamos citar que aunque el volumen de residuos y la densidad de población sean relativamente grandes, hacer un único vertedero es desaconsejable, pues debido a las condiciones locales, su recogida sería poco sostenible y la

población no transportaría los residuos hasta un único punto cuando este estuviese alejado de sus barrios, por otro lado hacer un vertedero para toda la comunidad supondría una gran deforestación del espacio a utilizar, coincidir con muchos puntos que se deben evitar como ríos o afluentes, aguas subterráneas y manantiales que se utilizan para diferentes fines.

Se podría decir que posiblemente lo más apropiado en este caso sea procurar en primer lugar reducir la carga de residuos y utilizar métodos de gestión de residuos con posibilidades de cara al futuro, de forma general los métodos que se aplicarán son los siguientes:

- Reducción de producción de determinados residuos mediante métodos preventivos.
- Reutilización y reciclaje de residuos inorgánicos.
- Compostaje
- Incineración controlada de residuos sanitarios o en caso de que sea estrictamente necesario reducir el volumen de residuos en general.
- Rellenos sanitarios con lixiviado de aguas en diferentes lugares de la periferia para gestionar su recogida de forma sostenible con la conformidad de la comunidad y respetando el medio ambiente.
- Cierre de los vertederos incontrolados existentes mediante una capa de terreno y una plantación.

En caso de que la separación de residuos orgánicos de los inorgánicos tuviese éxito, estos se separarán también en distintos rellenos sanitarios para poder obtener compost y delimitar la zona donde se han enterrado los residuos inorgánicos para señalarla y posibilitar su recogida en un futuro si se crean empresas de reciclaje y el coste del transporte lo justifica.

#### **4.4.1. Técnicas preventivas de reducción de producción de residuos**

En un primer lugar se procurará eliminar parte de la producción de residuos por parte de la población, para ello se utilizarán técnicas de sensibilización que faciliten esta labor. Para encontrar eficacia en este trabajo se ha realizado un estudio de los residuos más comúnmente producidos y aquellos que justifiquen realizar una actuación de este tipo. Se proponen por tanto los siguientes residuos:

- El volumen de pequeñas bolsas negras de plástico es altísimo. Estas bolsas son utilizadas en el pequeño comercio de alimentación, introduciéndose dentro el alimento. También se utilizan en la venta de textiles, medicinas, y otros muchos artículos de comercio tanto en las tiendas como en el mercado semanal.
- Las baterías y pilas son muy utilizadas en linternas y artículos electrónicos como radios, suponiendo su ausencia de gestión un gran riesgo de contaminación para el medio ambiente. La cantidad de pilas que se pueden encontrar por el suelo es muy alta, en parte debido a que el precio no es muy alto y su vida relativamente corta.
- Con el vidrio no suele haber problemas debido a que las botellas en general son retornables, esta es una muy buena práctica y debe ser tomada como ejemplo.

Las soluciones que se proponen a estas evidencias son las siguientes:

- Se sensibilizará a la población para que acudan a realizar sus compras con bolsas más resistentes o recipientes como *tupperware* para alimentos precocinados de manera que puedan utilizarse muchas veces. Los vendedores deben reducir las bolsas que proporcionan de forma que esto suponga un ahorro para ellos.
- La mayor parte de las pilas provienen de la utilización de linternas que se utilizan por la noche cuando la luz se corta. Para tener una incidencia en la reducción de las baterías se propone que la población aumente la utilización de linternas de dinamo y promoción de la utilización de velas de cera.

#### **4.4.2. Reciclaje y reutilización de residuos inorgánicos**

En Togo no existe ninguna planta de reciclaje pero puede que en un futuro se haga una en Lomé, la capital. Por otro lado hay una planta de reciclaje en Ghana, el país vecino, pero el transporte de estos residuos inorgánicos supone un gran coste que no lo hace sostenible. Es por esta razón que se deben buscar otro tipo de alternativas. Se puede reducir el volumen de residuos inorgánicos mediante técnicas de reutilización y reciclaje. Se proponen las siguientes medidas cuya acción debe nacer en una campaña de sensibilización:

- Las bolsas de plástico son muy utilizadas y suponen un gran volumen de los residuos inorgánicos como se ha comentado en el apartado anterior. Las opciones que se han encontrado para este tipo de residuo son:
  - o Reciclaje realizando tejido con plásticos finos. En comunidades cercanas se ha observado cómo se están llevando a cabo actividades de este tipo de modo que el plástico sirve para realizar objetos como monederos, prendas de vestir, incluso bolsas más resistentes que se pueden utilizar de cara a la reducción de las bolsas en el comercio. El método de fabricación consiste en tejer el plástico con una aguja de ganchillo dándole la forma deseada.



**Figura 13. Reciclaje mediante tejido de plásticos**

- o Reutilización de las “bolsas de agua potable” para plantar árboles o plantas. Sencillamente hay que realizar orificios para permitir la salida de las raíces. Posibilidad de plantear la idea a los viveros locales. Las bolsas originales utilizadas para dicho fin son caras y de gran utilización por tratarse de una zona con mucha agricultura por lo que este método podría abaratar costes.



**Figura 14. Reciclaje de bolsas para realización de plantaciones**

- Fabricación de otros materiales resistentes como cuerdas, reciclando las “bolsas de agua potable” o materiales de plástico similares. Un método de fabricación que se ha observado en alguna localidad es el trenzado de este tipo de plástico.
- Botes de plástico y metal, botellas de agua mineral. Todos estos residuos pueden reutilizarse para utilizarlos en el llenado de otras sustancias así como para la potabilización de agua con lejía. También se pueden reciclar fabricando juguetes para los niños, canalones para la conducción del agua partiendo las botellas por la mitad, así como otras muchas aplicaciones que la imaginación nos permita.
- Neumáticos. Una práctica muy habitual es reutilizarlos como juguetes para los niños. Este tipo de práctica es muy positiva, pues este tipo de material supone un criadero de mosquitos en los vertederos.

#### **4.4.3. Compostaje. Reducción y aprovechamiento de los residuos orgánicos**

El compostaje es el proceso que se basa en transformar todo tipo de restos orgánicos en lo que se denomina compost o mantillo. Esta técnica se basa en un proceso biológico en condiciones de descomposición aeróbica. Para ello son necesarias unas condiciones mínimas de humedad y temperatura que aseguren la transformación higiénica de los restos orgánicos. Es este proceso los microbios juegan un papel muy importante, entre ellos encontramos a las bacterias, actinomicetos y hongos responsables del 95% de la actividad del compostaje así como algas, protozoos y cianofíceas. En la fase final intervendrán también seres vivos como colémbolos, ácaros, lombrices y otras especies. Las ventajas principales del compostaje son las siguientes:

- Reducción del volumen de residuos orgánicos a gestionar. El aprovechamiento de los residuos orgánicos reduce la carga de trabajo de recoger y trasladar los residuos orgánicos.
- Ahorro en abonos y fertilizantes. El compost es un sustitutivo perfecto de los abonos y sustratos utilizados en la agricultura.

- Mejora de la salud de la tierra y las plantas. El compost contribuye a vigorizar la tierra y favorece en general toda actividad biológica de los suelos, siendo una garantía cuando se quieren prevenir plagas y enfermedades en las plantas.
- Reducción de la contaminación. Se reducirán las posibilidades de formación de vertederos y acumulación de residuos, contribuyendo a una reducción de sustancias tóxicas gases nocivos debido a que en los vertederos los restos orgánicos se descomponen anaeróbicamente, es decir, se pudren al estar envueltos por otros materiales.

#### 4.4.3.1. Proceso de realización de compost

Teniendo en cuenta que un gran índice de población se dedica a la agricultura, se pretende implementar un programa de realización de compostaje por el cual no solo se reduzca el volumen de residuos orgánicos sino que se pueda mejorar la economía local mejorando los cultivos y evitando la carga económica que supone adquirir abonos comerciales. Para ello se ha comenzado a implementar pequeñas estructuras de compostaje unitarias, que puedan gestionar cada familia que se dedica al cultivo y más tarde puedan suponer un incentivo para organizarse y aumentar la producción de compost.

Para construir una estructura de compostaje, se pueden utilizar multitud de materiales orgánicos de los que dispongamos, como puedan ser restos de comida, cenizas, restos de animales, restos del huerto, el agua del lavado de alimentos, restos de la recolecta, excrementos de animales... Evitando en todo momento utilizar residuos inorgánicos y por supuesto prestando mucha atención de no utilizar ningún residuo peligroso que pudiese contaminar los cultivos. Las etapas que debemos seguir son las siguientes:

- El primer paso es elegir un lugar adecuado para realizar la estructura de compostaje, para ello procuraremos que se encuentre cerca de la casa y de una fuente de agua. En la época de lluvias buscaremos un entorno soleado, y durante la estación seca procuraremos situarla bajo la sombra.



**Figura 15. Lugar escogido para la realización de la estructura de compostaje**

- A la hora de realizar nuestra compostera, podemos construir sobre la superficie del terreno o crear una fosa sobre el suelo depositando la tierra al lado o utilizando esta para cerrar vertederos incontrolados. Las dimensiones dependerán del volumen de residuos del que dispongamos, en el caso de las realizadas de forma experimental, se han construido de 2 m<sup>2</sup> de superficie y medio metro de profundidad.

Los pasos que debemos seguir a continuación son los que se muestran:

1. Remover la tierra y desinfectarla con cenizas, después aplanar y regar con agua.
2. Extender una capa de materia vegetal verde.
3. Extender una capa de materia vegetal seca (rastrojos).
4. Por encima de las dos capas anteriores, se depositará una capa de desechos orgánicos de unos 20 o 30 cm de espesor.
5. Se cubrirán estos con una capa de estiércol fresco, si disponemos de ella.
6. Por último se cubrirá con una capa de tierra.



**Figura 16. Fases para la realización de compostera**

- Se regará después de haber completado cada capa de la compostera, repitiendo este proceso hasta alcanzar la altura deseada. Por otro lado, se realizarán agujeros con una herramienta o cañas de bambú para facilitar la entrada de aire y de esta forma la descomposición de todos los materiales.
- Por último, se cubrirá la estructura con hojas verdes o plástico para conservar mejor la humedad y proteger de la lluvia, el viento y los animales.



**Figura 17. Estructura de la compostera [7]**

#### 4.4.3.1.1. Mantenimiento

Los factores más importantes que se deben controlar cuando realizamos compost son la humedad y la temperatura. Para ello se llevarán a cabo una serie de actividades:

- Al cabo de 3 o 4 días es necesario verificar si la tierra está caliente. Si es así, después de una semana se deberá remover, voltear y regar de nuevo. El calor indica la descomposición de los materiales orgánicos.
- Si después de 3 o 4 días no detectamos calor será necesario remover y echar agua en ese momento.
- A continuación, se removerá la compostera todas las semanas para permitir la entrada de aire. El tiempo necesario para que el abono esté listo dependerá de los cuidados y las condiciones que se tengan, de forma que puede rondar entre un 1 mes y 4 meses.

Se deben tener en cuenta además las siguientes recomendaciones:

#### 4.4.3.1.2. Humedad

Para medir el grado de humedad se puede poner el puño sobre la superficie y presionar, al levantar el puño, la mano debe estar húmeda y manchada, si no es así, se puede decir que la compostera está demasiado seca y es necesario regarla. Si por el contrario el agua circula es que se encuentra demasiado húmeda.

#### 4.4.3.1.3. Temperatura

La temperatura nos indica si la descomposición se está produciendo correctamente, por ello es importante controlarla. Una manera práctica de poder controlar la temperatura es introducir un machete en la compostera durante dos minutos:

- Si el machete está caliente y al tocarlo se percibe que está húmedo, se puede afirmar que la descomposición se está realizando correctamente y el grado de humedad es el adecuado.
- Si está caliente pero seco, es necesario regar.
- Si está frío, será necesario remover y regar.
- Si nuestra estructura de compostaje no se calienta, será necesario añadir abono, materia verde y agua.

#### 4.4.3.2. Reducción de residuos orgánicos mediante otras vías

Una gran parte de los residuos orgánicos pueden servir de alimento para muchos animales de consumo humano, actualmente esta práctica es muy frecuente produciendo una gran reducción de los residuos orgánicos. Sin embargo se debe modificar esta práctica para gestionarla correctamente pues actualmente se mezclan los residuos orgánicos con los inorgánicos, e incluso peligrosos. En los vertederos incontrolados se han podido ver asiduamente animales como gallinas alimentándose de los residuos, de manera que muchos de ellos enferman o son portadores de enfermedades. En otras ocasiones los animales se encuentran conviviendo en los mismos espacios que las personas, alimentándose de los restos de comida que se les proporciona, y siendo estos un gran foco de vectores. Por ello es necesario separar el ganado y los animales de los lugares habitables, creando entornos

cerrados para poder evitar el contacto directo con las personas y poder alimentarles sin riesgo de atraer más vectores.

#### **4.4.4. Incineración de desechos sanitarios**

En el caso de residuos médicos que puedan resultar peligrosos para la salud del resto de las personas se llevará a cabo un tratamiento diferente, y es la incineración de estos. Detrás del hospital de Apéyémé hay un incinerador el cual puede utilizarse para dicho fin. Estos desechos pueden ser jeringuillas, material sanitario, etc.



**Figura 18. Incinerador**

#### **4.4.5. Rellenos sanitarios**

Los rellenos sanitarios son fosas realizadas sobre el terreno para la disposición final de las basuras. Su funcionamiento consiste en depositar en la fosa los residuos sólidos urbanos, los cuales se esparcirán y se compactarán reduciendo su volumen. Finalmente se cubren los residuos con una capa de tierra y se compactan nuevamente.

##### **4.4.5.1. Ubicación**

Se debe seleccionar un terreno que reúna una serie de condiciones técnicas adecuadas que permita un funcionamiento adecuado, faciliten el transporte de residuos hasta ellos, respete el medio ambiente y la salud de las personas. Los criterios serán los siguientes:

- Topografía.
- Nivel de aguas subterráneas.
- Distancia hasta las fuentes superficiales de agua así como pozos y zonas de extracción.
- Distancia mínima hasta las viviendas para evitar malos olores y enfermedades.
- Terreno lo más impermeable posible para evitar infiltraciones, es decir, buscar una barrera geológica (los suelos arcillosos de la zona permiten prescindir de una capa de plástico).

La ubicación de los rellenos se ha realizado teniendo en cuenta estos criterios, y se han marcado cada uno de estos entornos utilizando el receptor GPS. Los puntos elegidos para la construcción de los rellenos sanitarios o depósitos están reflejados sobre el PLANO 3.

#### 4.4.5.2. Construcción

La construcción de rellenos sanitarios puede realizarse siguiendo los métodos de área, zanja o la combinación de ambos en función de las características del terreno. En nuestro caso el terreno permite realizar fosas y combinarlo llenándola con residuos por encima del nivel del suelo, siempre que se busque un lugar adecuado que evite la contaminación de aguas. El relleno se tapaná con la tierra extraída al realizar la fosa. La basura se esparce y se compacta recubriéndola periódicamente con una capa de tierra.

Los rellenos sanitarios deben contar con siguientes estructuras

- Drenajes y canales que impidan en lo posible que el agua de lluvias ingrese dentro del relleno.
- Tubos de bambú colocados en vertical de forma que se evite la acumulación de gases producidos en la descomposición, y evitando de esta forma posibles incendios.
- Lixiviado de aguas que accedan al relleno sanitario con tratamiento previo de escorrentía superficial para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el medioambiente.
- Vallado perimetral que impida el paso de animales y niños para evitar accidentes.

#### 4.4.5.3. Funcionamiento

Las carretas con residuos llegaran al recinto vallado y depositaran los residuos orgánicos en una fosa y los inorgánicos en la otra. Las personas deberán portar guantes, botas y mascarillas de seguridad, de manera que se eviten accidentes y enfermedades respiratorias derivadas de las basuras. Los residuos se esparcirán por la fosa extendiéndolos por toda su área de forma que puedan ser comprimidos de forma manual.

Realizando dos fosas se podrá obtener compost de la fosa de residuos orgánicos, para ello se deberán mover los residuos cada cierto tiempo para airearlos y acelerar la descomposición aeróbica, posteriormente estos se taparán con una capa de tierra. En lo que respecta a la fosa de residuos inorgánicos, estos serán compactados antes y después de cubrirlos con una capa de tierra. Una vez lleno el relleno sanitario de inorgánicos se cerrará y se realizará una plantación sobre él. Se pondrá un cartel indicativo de que en ese lugar se han enterrado ese tipo de residuos de forma que haya posibilidades de recuperarlo en un futuro en caso de haber una planta de reciclaje.

#### 4.4.5.4. Ventajas

- Bajo coste de operación y mantenimiento.
- Puede ubicarse relativamente cerca del área urbana reduciendo el coste de transporte y facilitando su supervisión.
- Una vez cerrados los terrenos pueden ser utilizados para otras actividades.
- Evita los problemas de cenizas y materiales que no se descomponen.
- Método completo y definitivo para la eliminación de todo tipo de desechos.

#### 4.4.5.5. Desventajas

- Peligro de contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precauciones.

- Se requiere de una buena planificación y concientización de la comunidad, para llevar a cabo la gestión pertinente
- Pueden provocar contaminación del suelo, aire, agua y desvalorización de terrenos aledaños.
- Se puede obstruir la tendencia de crecimiento de la población.

#### **4.4.6. Cierre de vertederos existentes**

Se pretende cerrar los vertederos incontrolados existentes para evitar accidentes y facilitar el funcionamiento de los nuevos rellenos sanitarios. Para ello se taparán los residuos de estos vertederos con una capa de terreno la cual será compactada y sobre ella, al igual que para el caso de los rellenos sanitarios, se podrán utilizar para distintos fines.

Los rellenos sanitarios así como los vertederos cerrados siguen produciendo emisiones de gas hasta 25 años después de su cierre en función de la cantidad de material orgánico relleno, de la compactación y de las condiciones climáticas. En nuestro caso, al tratarse de rellenos relativamente pequeños y tratarse de una zona con unas condiciones climáticas relativamente calurosas, este periodo seguramente sea más corto, pero existe el peligro de asentamientos, derrumbes y explosiones causadas por el gas metano. Es por esta razón que el área de relleno no se debe utilizar para urbanizaciones o para agricultura durante este periodo. Los usos que podemos dar al terreno de un relleno sanitario cerrado son:

- Protección natural (bosque protector, vivero, o área verde sin interferencia humana)
- Uso del terreno para otras actividades de manejo de los desechos sólidos, que no implican la construcción de grandes edificios o máquinas pesadas.
- Parque, área de deportes (con prohibición de fumar o de cocinar con fuego)

#### 4.5. Cálculo del volumen de residuos

Al no disponer de una fuente de datos que nos proporcione información sobre la cantidad media de residuos que genera un individuo o una familia, se ha realizado un estudio para estimar dicha cantidad de forma orientativa, y así poder dimensionar el tamaño y número de rellenos sanitarios, cubos de basura, así como de periodos de recogida.

Para realizar dicho cálculo, se han sensibilizado a 15 familias para que supiesen realizar la separación entre residuos orgánicos e inorgánicos, se les ha proporcionado un recipiente amarillo para los inorgánicos y otro diferente para los residuos orgánicos. De esta forma se ha podido conocer mediante un cuestionario (ANEXO VI) el tiempo en que se tardaban en llenar dichos cubos, y en función del número de componentes de la familia se ha podido calcular de forma aproximada el volumen perca pita de residuos sólidos urbanos. La elección de dichas familias se ha realizado de forma que comprendiesen familias de diferente clase social y con presencia en los distintos barrios. Dicho cálculo se ha realizado de la siguiente forma:

$$V_T = V_{org} + V_{inorg}$$

Donde,

$$V_{org} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{V_{cubo\ org}}{N_i \cdot t_{org\ i}}}{n}$$

$$V_{inorg} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{V_{cubo\ inorg}}{N_i \cdot t_{inorg\ i}}}{n}$$

$$V_T \equiv \text{Volúmen medio perca pita de RSU gernerádo al día} \left[ \frac{m^3}{\text{Persona} \cdot \text{día}} \right]$$

$$V_{org} \equiv \text{Volúmen medio perca pita de RSU orgánicos al día} \left[ \frac{m^3}{\text{Persona} \cdot \text{día}} \right]$$

$$V_{inorg} \equiv \text{Volúmen medio perca pita de RSU inorgánicos al día} \left[ \frac{m^3}{\text{Persona} \cdot \text{día}} \right]$$

$$V_{cubo\ org} \equiv \text{Capacidad volumétrica del cubo de residuos orgánicos} [m^3]$$

$$V_{cubo\ inorg} \equiv \text{Capacidad volumétrica del cubo de residuos inorgánicos} [m^3]$$

$$N \equiv \text{Número de personas que habitan en la casa}$$

$t_{org} \equiv$  Tiempo necesario para llenar el cubo de residuos orgánicos [días] $t_{inorg}$

$t_{inorg} \equiv$  Tiempo necesario para llenar el cubo de residuos inorgánicos [días]

Se ha estimado la capacidad volumétrica del cubo que se utilizó en la encuesta destinado a los residuos orgánicos, para ello se han medido las dimensiones del radio y la altura.



Figura 19. Contenedor de basura destinado a desechos orgánicos

$$V_{cubo\ org} \approx \pi \cdot r^2 \cdot L = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot L$$

$$V_{cubo\ org} \approx \pi \cdot \left(\frac{0.28m}{2}\right)^2 \cdot 0.3m = 0,01847m^3$$

Se conoce la capacidad volumétrica del recipiente utilizado para los residuos inorgánicos:



Figura 20. Contenedor de basura destinado a desechos inorgánicos

$$V_{cubo\ inorg} = 25l = 0,025m^3$$

Los datos que se obtuvieron de las encuestas realizadas para dicho cálculo son los que se muestran a continuación:

Volumen de residuos						
Encuesta (i)	N	t org	V org	t inorg	V inorg	V t
1	9	3	0,0006841	10	0,0002778	0,0009619
2	8	3	0,0007696	12	0,0002604	0,0010300
3	7	4	0,0006596	8	0,0004464	0,0011061
4	10	3	0,0006157	12	0,0002083	0,0008240
5	9	4	0,0005131	10	0,0002778	0,0007908
6	7	4	0,0006596	14	0,0002551	0,0009147
7	9	4	0,0005131	7	0,0003968	0,0009099
8	6	4	0,0007696	10	0,0004167	0,0011863
9	5	5	0,0007388	9	0,0005556	0,0012944
10	7	3	0,0008795	10	0,0003571	0,0012367
11	6	4	0,0007696	12	0,0003472	0,0011168
12	4	5	0,0009235	15	0,0004167	0,0013402
13	8	3	0,0007696	13	0,0002404	0,0010100
14	5	5	0,0007388	14	0,0003571	0,0010959
15	7	4	0,0006596	12	0,0002976	0,0009573
<b>PROMEDIO</b>			<b>0,0007109</b>		<b>0,0003407</b>	<b>0,0010517</b>

Tabla 4. Datos obtenidos en la encuesta para calcular volumen de residuos

Por lo tanto, el volumen medio per cápita de residuos sólidos urbanos de tipo orgánico generado es de:

$$V_{org} = 0,0007109 \frac{m^3}{Persona \cdot día} \cong 0,71 \frac{l}{Persona \cdot día}$$

El volumen medio generado per cápita de residuos sólidos urbanos de tipo inorgánico es:

$$V_{inorg} = 0,0003407 \frac{m^3}{Persona \cdot día} \cong 0,34 \frac{l}{Persona \cdot día}$$

Sumando los dos volúmenes anteriores, se obtiene el volumen total de RSU generado por un habitante:

$$V_T = V_{org} + V_{inorg} = 0,0010517 \frac{m^3}{Persona \cdot día} \cong 1,1 \frac{l}{Persona \cdot día}$$

Según datos de la Universidad de Murcia [8], la producción per cápita de residuos sólidos urbanos en el año 2004 en España es de 524 kg por habitante y año. Si tenemos en cuenta los datos de densidad del Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía [9], en los que la basura en recipiente tiene una densidad en torno a los 150-300 kg/m<sup>3</sup>, se puede calcular de

forma aproximada el volumen total de RSU per cápita generados en España y realizar una comparativa:

$$V_{T \text{ España}} = \frac{524 \text{ kg/Persona} \cdot \text{año}}{200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 365 \text{ días/año}} = 0,007178 \frac{\text{m}^3}{\text{Persona} \cdot \text{día}} \cong 7,2 \frac{\text{l}}{\text{Persona} \cdot \text{día}}$$

Es decir, en España se produciría aproximadamente siete veces más residuos sólidos urbanos que en Apéyemé.

#### 4.5.1. Volúmenes gestionados para relleno sanitario

Si mediante los métodos de reducción y prevención de residuos antes expuestos nos planteamos los siguientes objetivos:

- Gestión de un 60% de los RSU orgánico mediante vías alternativas al relleno sanitario.
- Reducción mediante prevención, reciclaje y reutilización del 20% de los RSU inorgánicos que van al relleno sanitario.

Estos objetivos se han planteado desde un punto de vista factible por los métodos de reducción planteados, y buscando de alguna forma que el volumen de residuos orgánicos e inorgánicos sea parejo y se pueda gestionar con mayor facilidad y eficacia.

$$V_{TRS} = V_{orgRS} + V_{inorgRS}$$

Donde:

$$V_{TRS} \equiv \text{Volumen RSU total per capita destinado al relleno sanitario}$$

$$V_{orgRS} \equiv \text{Volumen RSU de tipo orgánico per capita destinado al relleno sanitario}$$

$$V_{inorgRS} \equiv \text{Volumen RSU de tipo inorgánico per capita destinado al relleno sanitario}$$

$$V_{orgRS} = \frac{V_{org} \times 40}{100} = 0,0002844 \frac{\text{m}^3}{\text{Persona} \cdot \text{día}} \cong 0,28 \frac{\text{l}}{\text{Persona} \cdot \text{día}}$$

$$V_{inorgRS} = \frac{V_{org} \times 80}{100} = 0,0002726 \frac{\text{m}^3}{\text{Persona} \cdot \text{día}} \cong 0,27 \frac{\text{l}}{\text{Persona} \cdot \text{día}}$$

Podemos ver que con las reducciones esperadas, el volumen de residuos sólidos urbanos orgánicos es muy parecido al de inorgánicos por lo que su recogida y gestión serian paralelos.

$$V_{TRS} = 0,0005570 \frac{m^3}{Persona \cdot día} \cong 0,56 \frac{l}{Persona \cdot día}$$

Finalmente se podría decir que el volumen de RSU medio por habitante que llegaría al relleno sanitario es de algo más de medio litro al día.

#### 4.5.2. Dimensionamiento de los recipientes de recogida

Para los recipientes que se distribuirán por los caminos y calles se han seleccionado contenedores de plástico con una capacidad de de 100l, con tapa y se ha diseñado un soporte metálico para cada dos contenedores. Los criterios que se han seguido para dicha selección son los siguientes:

- Costumbres, hábitos locales y opiniones expresadas por parte de la contraparte en las reuniones realizadas.
- Relación calidad precio.
- Tamaño y ligereza que proporcionen funcionalidad a la hora de la recogida.
- Capacidad suficiente para una periodicidad de recogida relativamente cómoda.
- Tapa y elevación del cubo para evitar presencia de vectores y malos olores.

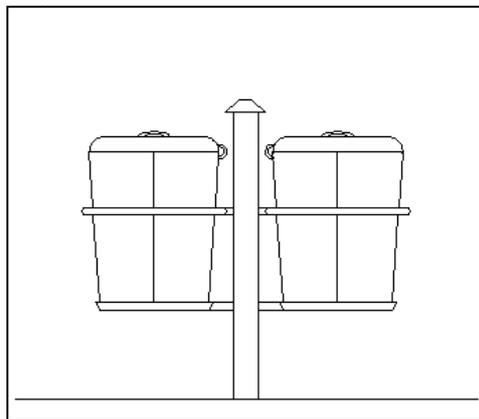


Figura 21. Estructura de soporte y contenedores de recogida de basuras

Teniendo en cuenta que se cumpliesen los objetivos planteados, los resultados de los apartados anteriores permiten realizar una hipótesis de cálculo del número de recipientes de recogida necesarios en función del periodo de recogida deseado de 7 días y del modelo de

cubo seleccionado con el que se llevará a cabo la recogida. Este dato viene expresado por la formula que se expresa a continuación:

$$n = \frac{V_{TRS} \cdot H \cdot P}{V_{cubo\ recogida}}$$

$n \equiv N^{\circ}$  de contenedores a distribuir en los entornos precisos de Apéyémé y Todomé

$H \equiv N^{\circ}$  de habitantes estimados en Apéyémé y Todomé

$P \equiv$  Periodo de recogida de los RSU y transporte hasta el relleno sanitario[días]

$V_{cubo\ recogida} \equiv$  Capacidad volumétrica del cubo del cubo de recogida [ $m^3$ ]

$V_{TRS} \equiv$  Volumen RSU total per capita destinado al relleno sanitario

Sustituyendo los valores de cada variable se obtiene el número de contenedores:

$$n = \frac{0,0005570 \frac{m^3}{persona \cdot día} \cdot 6000\ personas \cdot 7\ días}{0,1m^3} \cong 234\ contenedores$$

Cada soporte contendrá dos contenedores, por lo que para saber el número de soportes necesarios, se divide el número de contenedores entre dos:

$$n^{\circ}\ de\ soportes = \frac{234\ contenedores}{2} = 117\ soportes$$

Estos números estarían sujetos a la financiación conseguida para el proyecto, pudiendo reducirse el número de contenedores en aquellas zonas urbanas cercanas a los rellenos sanitarios, donde la población podría dirigirse directamente a tirar sus residuos al relleno sanitario, como hacen actualmente en los vertederos incontrolados. Los soportes se colocarán a lo largo de las rutas principales permitiendo el paso de una carreta de al menos un metro y medio de anchura, de manera que se pueda gestionar su recogida.

#### 4.5.3. Dimensionamiento de los rellenos sanitarios

Por motivos geográficos y de recogida se pretenden construir 16 recintos de rellenos sanitarios (marcados en el PLANO 3), cada uno de ellos con dos rellenos sanitarios (PLANO 7), uno dedicado a los residuos orgánicos de forma que se lleve a cabo un compostaje y otro para los residuos inorgánicos para poder señalar este espacio y que se conozca su situación en el

futuro. Se cerrarán estos recintos mediante una valla para evitar la caída de niños en las fosas y la entrada de animales.

Se va a calcular el tiempo de vida de los rellenos sanitarios para verificar que las dimensiones y número de recintos es el adecuado. El volumen calculado para cada relleno sanitario es el siguiente:

$$V_{\text{relleno sanitario}} = 40,5 \text{ m}^3$$

Por lo tanto la capacidad volumétrica que compondrían todos los rellenos sanitarios que se pretenden construir, teniendo en cuenta que hay en total 32 fosas es el siguiente:

$$V_{\text{Total RS}} = V_{\text{relleno sanitario}} \cdot 16 \text{ recintos} \cdot 2 \text{ rellenos/recinto}$$

$$V_{\text{Total RS}} = 1296 \text{ m}^3$$

Para estimar el volumen de desechos generados por la comunidad en un año cuyo destino es el relleno sanitario seguiremos la siguiente fórmula:

$$V_{\text{generado año}} = V_{\text{TRS}} \cdot H \cdot 365 \text{ días/año}$$

$$V_{\text{generado año}} = 0,0005570 \frac{\text{m}^3}{\text{persona} \cdot \text{día}} \cdot 6000 \text{ personas} \cdot \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \cong 1220 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Según el manual de “Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales” [10] la densidad de la basura del recipiente domiciliario a un relleno sanitario de compresión manual, puede ser unas cuatro veces mayor, lo que quiere decir que el volumen se reduce a la cuarta parte, es decir al 25 % del volumen que ocupaba al principio. Tomando este criterio y teniendo en cuenta que la reducción de volumen aproximada que se podía conseguir mediante compresión en los cubos de basura llenados en la encuesta era de un valor similar, se puede calcular el volumen que ocuparían los residuos en los rellenos sanitarios expresándose de la siguiente forma:

$$V_{\text{comprimido año}} = V_{\text{generado año}} \cdot 0,25 \cong 305 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Para calcular el tiempo de vida de los rellenos sanitarios (t) se dividirá la capacidad volumétrica de todos los rellenos sanitarios entre el volumen que llega a estos al año de la siguiente forma:

$$t = \frac{V_{\text{Total RS}}}{V_{\text{comprimido año}}} = \frac{1296 \text{ m}^3}{305 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}} \cong 4,25 \text{ años}$$

Se tiene por lo tanto una vida aproximada de cuatro años para los rellenos sanitarios que seguramente se vea aumentada debido a que sobre el relleno sanitario se puede crear algo de relieve con residuos, aumentando de esta forma su capacidad. Es por lo tanto necesario cerrar y señalar los rellenos sanitarios con una frecuencia de cuatro años así como crear una nueva fosa en el entorno cercano o de características similares, procurando siempre respetar el medio ambiente y las distancias mínimas establecidas. El relleno sanitario de residuos orgánicos puede abrirse de nuevo y volver a utilizarse en caso de que el residuo se haya convertido en compost.

## **5. SANEAMIENTO**

En este apartado vamos a realizar un estudio de saneamiento, identificando las necesidades más urgentes así como las prácticas más habituales en cuanto a letrinas, y con letrinas se hace referencia a las infraestructuras de saneamiento construidas para el control directo de las excretas humanas. La función principal del control y eliminación de excretas es reducir el índice de enfermedades producido por la contaminación ambiental que produce la materia fecal así como los vectores y su proliferación.

De cara a saber que método es el más adecuado, se deberán tener más en cuenta los factores socioculturales y prácticas locales que las consideraciones técnicas que tampoco se dejarán de lado. Desde el punto de vista técnico existen multitud de infraestructuras y técnicas de saneamiento pero cada una de éstas se ajusta mejor a las condiciones del lugar y de la comunidad con la que se trabaja. Si no se atiende a este principio básico, el proyecto puede fracasar y las infraestructuras caer en desuso o incluso suponer un riesgo para la comunidad.

Se tendrá un contacto previo con las instalaciones presentes en la comunidad y se valorarán los diferentes tipos de letrinas, describiendo las diferentes alternativas que durante el transcurso de la planificación del proyecto se han planteado, justificándose porqué se descartan unas alternativas y no otras.

### **5.1. Análisis preliminar de infraestructuras de saneamiento**

Con el objetivo de conocer mejor la situación de la comunidad en lo que respecta a sus infraestructuras de letrinas, se ha realizado un estudio de campo y se ha buscado información sobre las instalaciones actuales y su localización. Del mismo modo se ha investigado los entornos adecuados así como las diferentes preferencias de cara a conocer las necesidades y justificar la construcción de nuevas instalaciones. Se han extraído entre otras las siguientes conclusiones:

- La carencia de control de excretas es obvia y la comunidad expresa la necesidad de creación de infraestructuras para su uso.
- La gran mayoría de los niños no utilizan las letrinas simples y van a los vertederos incontrolados a hacer sus necesidades.

- El porcentaje de familias sin letrina es considerablemente alto y se plasma en la encuesta realizada por la ONG IROKO.
- Hace más de una década se llevó a cabo un proyecto de construcción de letrinas de sello hidráulico las cuales basan su funcionamiento en la utilización de agua. Estas letrinas cayeron en desuso al principio, por la necesidad de transportar agua largas distancias y en especial en la estación seca. Actualmente muchas están en pie y en ocasiones suponen un peligro por presentar fosas abiertas que representan un riesgo de accidentes.



**Figura 22. Fotografía de letrinas de sello hidráulico**

- Existen algunas letrinas familiares que se construyen al lado de la casa y generalmente son de tipo simple y sin ventilación.
- Por regla general el único tipo de control de excretas son letrinas simples sin cabina, es decir una fosa a las afueras del poblado que una vez llena se cierra con tierra. En los casos en los que se ha construido cabina ha quedado en pie y en desuso cuando la fosa estaba llena.



**Figura 23. Letrinas simples sin cabina**

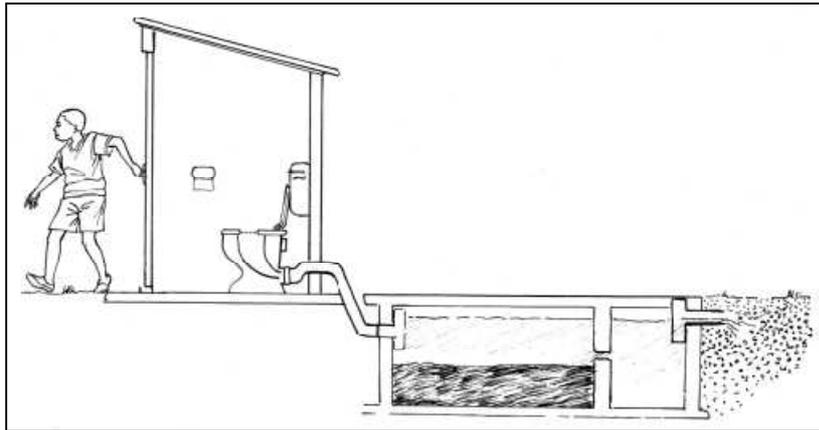
- En algún colegio se han construido letrinas con doble fosa, las cuales permiten la recogida del residuo en forma de abono un largo periodo después de su disposición.
- Las letrinas de doble fosa construidas en los colegios no son ventiladas y se han llenado rápidamente debido a que la población que habita en el entorno del colegio acude a utilizarlas.
- Los sistemas de saneamiento de las comunidades cercanas son similares y en algún caso algo mejorados.
- Se ha sabido que en comunidades cercanas proyectos de letrinas aboneras o con altura de la cabina no han sido bien aceptadas culturalmente.

Con este análisis se clarifican aun más las necesidades en lo que a saneamiento respecta. Se han detectado una especial motivación y un gran impulso de la comunidad en lo que a este apartado se refiere por lo que se tendrá especial cuidado en la selección de las alternativas, sobre todo viéndose como las letrinas de un antiguo proyecto han caído en desuso, lo cual ayuda a descartar posibles alternativas cuyo funcionamiento se base en sistemas con agua.

## **5.2. Alternativas de saneamiento**

### **5.2.1. Fosa séptica**

Como se ha dicho anteriormente en la comunidad se construyeron varios módulos de letrinas comunitarias de sello hidráulico con fosa séptica, las cuales cayeron en desuso por la necesidad de una alimentación de agua para su funcionamiento (en torno a 1,5 y 2 litros de agua). El lugar donde se han construido es apropiado desde el punto de vista de que este sistema necesita un suelo relativamente permeable pero por otro lado el problema es que necesita un suministro de agua seguro.



**Figura 24. Letrina con fosa séptica [11]**

Las aguas residuales llegan a través de una conducción a la fosa séptica, que es un compartimento subterráneo y estanco donde se separan los sólidos de los líquidos por decantación en el fondo, donde comienzan su descomposición mientras que el afluente líquido va abandonando la fosa después de un tiempo de residencia que depende del diseño. Este efluente se infiltrará en el terreno a través de drenajes o fosas de infiltración. Los lodos son retirados cada cierto tiempo para evitar que ocupen una proporción demasiado grande.

### **5.2.2. Letrina simple**

Se trata del sistema de disposición de excretas más utilizado en muchas partes del mundo a nivel familiar puesto que es uno de los sistemas más baratos y sencillos de eliminar los desechos humanos. Consiste básicamente en una fosa cubierta con una losa con agujero a través del cual se depositan las excretas que van acumulándose en la fosa. Este agujero puede tener una tapa para evitar la entrada de insectos y los malos olores. Normalmente esta estructura está cubierta por una cabina la cual proporciona privacidad. Si se diseña y se construye bien y si se encuentra correctamente ubicada y tiene un buen mantenimiento puede contribuir significativamente a la prevención de enfermedades transmitidas por vía fecal-oral.

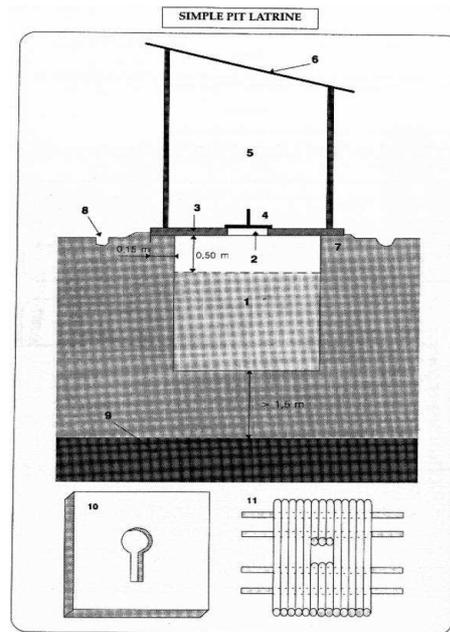


Figura 25. Letrina simple [5]

La principal desventaja de este tipo de letrina es que el control de olores y de insectos es muy difícil siendo en ocasiones estos motivos de rechazo por la población. Por otro lado cuando la fosa se llena, la letrina debe cambiar de lugar por lo que en ocasiones se pueden construir dos fosas para que cada cierto tiempo se cambie la cabina de lugar.

### 5.2.3. Letrina ventilada mejorada (VIP)

Este tipo de letrina se suele conocer por las siglas en inglés VIP (Ventilated Improved Latrine) y se trata básicamente de una letrina simple mejorada con un sistema de ventilación. Este tipo de letrina reduce considerablemente los olores y las moscas. El sistema de ventilación se compone de un tubo que se extiende desde la misma fosa hasta el tejado de la cabina. El extremo exterior del tubo debe pintarse de negro para que por efecto del calor del sol favorezca la ventilación. Además es aconsejable:

- Un sombrero de PVC al final del tubo para evitar la entrada de agua de lluvias.
- Agujeros en el extremo para que entre la luz y atraer de esta forma a los insectos.
- Una malla fina en los agujeros del tubo para impedir la salida de los insectos, creándose de esta forma una trampa para insectos.

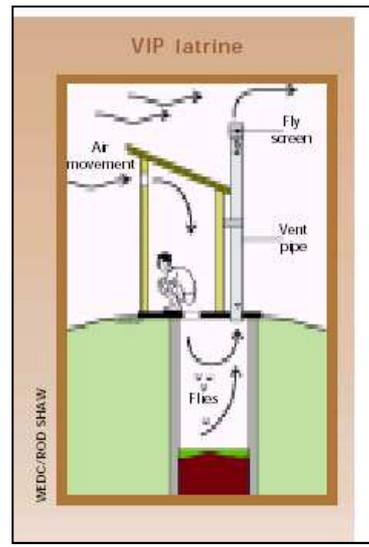


Figura 26. Letrina VIP [5]

La construcción de este tipo de letrina puede ser realizada por las propias familias aprovechando los materiales locales. Tanto en el diseño de este tipo de letrina como en el de otras se debe tener en cuenta que la losa debe estar firmemente sujeta y elevada del suelo para evitar la entrada de aguas de escorrentía superficial. La principal desventaja que encuentra al igual que en el caso de la letrina simple, es que la recogida del residuo es difícil, suponiendo en ocasiones la necesidad de cambiar de lugar la losa y la cabina cuando la fosa se llena si se quieren aprovechar los materiales utilizados.

#### 5.2.4. Letrina VIP de doble fosa

La base de funcionamiento es el mismo que en el caso de la letrina ventilada mejorada pero con la diferencia de que por cada cabina se construyen dos fosas separadas con dos agujeros en la losa, uno para cada fosa. De esta manera se comienza a utilizar una fosa mientras la otra se encuentra sellada. Cuando se llena la primera fosa se comienza a utilizar la otra y se deja sellada la primera de manera que debe transcurrir el tiempo necesario mientras se utiliza la segunda para que el residuo de la primera se descomponga y pueda ser vaciado para su uso de nuevo.

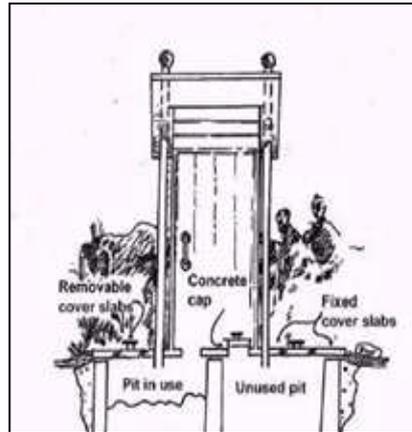


Figura 27. Letrina VIP de doble fosa [5]

La ventaja de este tipo de letrina sobre las anteriores es que evitan la construcción de una nueva letrina cada vez que se llena la fosa. Este tipo de letrina ya se ha construido de forma comunal y la posibilidad de aceptación por parte de la comunidad es alta y ha expresado una gran satisfacción con este modelo.

#### 5.2.5. Letrina abonera

El funcionamiento de este tipo de letrina se basa en el tratamiento de excrementos sin utilizar agua para producir un abono seguro, estable y sólido. El residuo se deposita en una pequeña fosa añadiendo ceniza para secar las heces y evitar además malos olores. Normalmente esta fosa es elevada para facilitar la recogida del residuo el cual se descompone para formar abono en un periodo aproximado de cuatro a seis meses, el cual puede usarse como fertilizante al haber muerto los patógenos. En este tipo de letrina es necesario separar la orina de las heces para acelerar el proceso de deshidratación y por tanto la eliminación de los patógenos. Para ello se dispondrá de un receptáculo donde se deposita la orina.

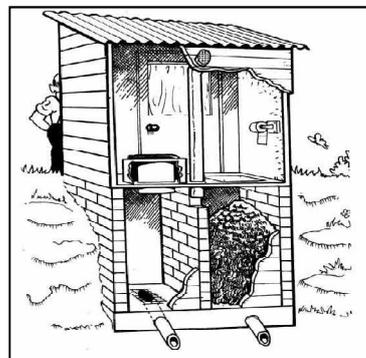
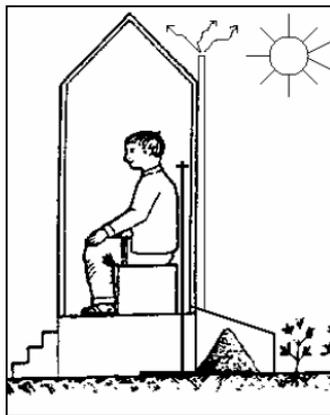


Figura 28. Letrina abonera. [12]

Las principales ventajas son que además de producir fertilizante se reduce la contaminación, se ahorra agua y generan un producto útil. La principal desventaja desde el punto de vista de preferencias de los beneficiarios es que la recogida de residuos se realiza con una frecuencia relativamente alta y el origen del abono produce controversias. Por otro lado se sabe que en una comunidad cercana este tipo de letrina ha caído en desuso.

#### **5.2.6. Letrina con colector solar**

Este tipo de letrina fue la primera en la que se pensó antes de realizar el análisis preliminar de campo. Se basa en una letrina en la que no es necesaria la construcción de una fosa, pues el residuo va a parar a un colector solar en el que por efecto de la temperatura se deseca acelerando el tiempo en que éste puede ser recogido para su uso como en la agricultura. Los patógenos mueren en el residuo seco y este entonces puede ser utilizado como fertilizante. El colector debe estar orientado hacia el sur y con una inclinación igual a la latitud, que en nuestro caso es de aproximadamente 7° Norte, consiguiendo de esta forma aprovechar al máximo la radiación solar.



**Figura 29. Letrina solar [13]**

El problema principal que presenta este tipo de letrina, al igual que la letrina de tipo abonera, es que la recogida del residuo se tiene que hacer en un periodo relativamente corto algo que para muchas comunidades no es una práctica agradable, lo que puede hacer que caigan en desuso. Por otro lado son necesarias unas condiciones climáticas mínimas. En el estudio de campo que se ha realizado, se sabe que en algunas comunidades este modelo de letrina funciona, en especial en lugares donde no existe mucha altitud, sin embargo, se sabe que en poblaciones donde la altitud es similar a la de Apéyémé y Todomé, este tipo de letrina ha

producido problemas de secado por la gran humedad existente (entre el 60% y más del 80%), este problema se agrava en la estación de lluvias, cuando la radiación solar no es muy alta.

### **5.3. Elección de tipo de letrina**

En un principio se pensó en la letrina con colector solar debido a que hay una gran radiación solar, en especial en la estación seca, sin embargo los problemas de humedad en la estación de lluvias, así como el mantenimiento de recogida que requiere hizo que se optase por manejar otras alternativas. Sin embargo, no se descarta que en un futuro se pueda construir una letrina solar experimental para promover su construcción de forma unifamiliar si se consigue un buen rendimiento.

Las consideraciones socioculturales en conjunto con una buena respuesta desde el punto de vista técnico han hecho que la decisión se incline hacia el modelo de **letrina comunitaria VIP con doble fosa**. Su funcionamiento en otras comunidades de Togo es correcto y se piensa que es un modelo sostenible, económico y duradero. De cara a su construcción se ha decidido construir módulos comunitarios porque así lo prefería la sociedad local y porque este tipo de construcción supone una actuación más económica, de forma que se pueda llegar a cubrir las necesidades de la comunidad en lo que a saneamiento respecta. Para aumentar las posibilidades de éxito del proyecto, se quiere construir en un primer momento un **módulo experimental** en el barrio con menor índice de letrinas y poder ver si existe una aceptación y su funcionamiento es el correcto. En caso de existir aceptación, esto supondrá un impulso de cara a los trabajos comunitarios de las siguientes construcciones.

Por otro lado se tiene en cuenta que hay un conjunto de módulos de letrinas con fosa séptica. Se respetará su construcción con el objetivo de tener la posibilidad de repararlos y ponerlos en funcionamiento si en un futuro el sistema de agua puede llegar hasta estos puntos.

### **5.4. Especificaciones técnicas**

Con el objetivo de mejorar la situación sanitaria de la comunidad se van a definir las especificaciones técnicas a seguir para su construcción y mantenimiento. Se pretenden construir módulos de letrinas comunales con ventilación mejorada y fosa doble para dotar de letrinas a las comunidades de Apéyémé y Todomé. Para ello se tendrán en cuenta los datos obtenidos en el censo realizado por IROKO.

#### **5.4.1. Requisitos previos**

Se deben tener en cuenta una serie de requisitos previos al diseño y construcción, para ello se tendrán en cuenta entre otras las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [14] en referencia a los modelos de letrina de hoyo seco con ventilación.

- Los materiales a utilizarse deben ser materiales locales y que permitan la autoconstrucción mantenimiento y reparación por parte de la comunidad de beneficiarios.
- La ubicación de la letrina deberá seguir una serie de distancias mínimas que se expresan más adelante, evitando posibles contaminaciones y molestias a la comunidad.
- El espacio reservado para el almacenamiento del residuo humano será de tipo fosa siempre que las condiciones del suelo favorezcan su excavación. Si se toman las medidas de precaución necesarias, se podrá construir en terrenos calcáreos o con presencia de fisuras.
- En el lugar elegido para la construcción no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros. En cualquier caso las letrinas deberán ubicarse aguas debajo de manantiales o pozos de agua.
- Las estructuras deberán respetar una serie de medidas mínimas que no impliquen un peligro para los usuarios. Durante su construcción se deberán tener en cuenta una serie de medidas de seguridad para evitar accidentes, delimitando la zona de trabajo.

#### **5.4.2. Definiciones**

Se van a definir una serie de conceptos que faciliten la comprensión de las distintas partes de la letrina así como su función.

- Cabina: Caseta construida con bloques de arena y cemento comprimidos que sirve para dar privacidad al usuario y resguardar el aparato sanitario.
- Fosa: Cavidad realizada en el terreno con una determinada profundidad, el cual servirá para depositar las excretas y residuos humanos y permitir su descomposición.
- Cámara: Estructura fabricada con ladrillos revistiendo las juntas con mortero de cemento y arena, será la cubierta de la fosa y permitirá la división de los residuos en distintos emplazamientos.
- Brocal: Anillo de protección de hormigón armado que se ubicará en la parte superior de la cámara a nivel del suelo y su función principal es estabilizar la boca de la cámara, sostener la losa interior y exterior e impedir el ingreso de insectos y roedores a la cámara.
- Losa interior: Estructura de hormigón armado que se construye sobre el brocal y sirve para soportar al usuario en el interior de la cabina.
- Losas exteriores: Estructuras de hormigón armado que se soportan sobre el brocal fuera de la cabina y sirven para la recogida del residuo por la zona posterior de la letrina.
- Terraplén: Tierra apisonada que se construye alrededor de la letrina con el objetivo de proteger la fosa de la entrada de aguas superficiales de lluvia y de conducir a éstas hasta un drenaje adecuado a la zona de construcción.
- Tubería de Ventilación: Conducto que se coloca para evitar malos olores y cumplir la función de trampa para insectos mediante un diseño adecuado que deje la entrada de luz en su punto más alto.
- Aparato Sanitario: Dispositivo diseñado sobre la losa cuya función es proporcionar la comodidad adecuada a la persona a la hora de defecar, en este caso es de tipo turco.

### 5.4.3. Diseño de la letrina

#### 5.4.3.1. Fosa y cámaras

Al tratarse de módulos de letrinas comunales de fosa doble, teniendo en cuenta que se construirán cuatro cabinas con dos aparatos sanitarios, la fosa se dividirá en cinco cámaras:

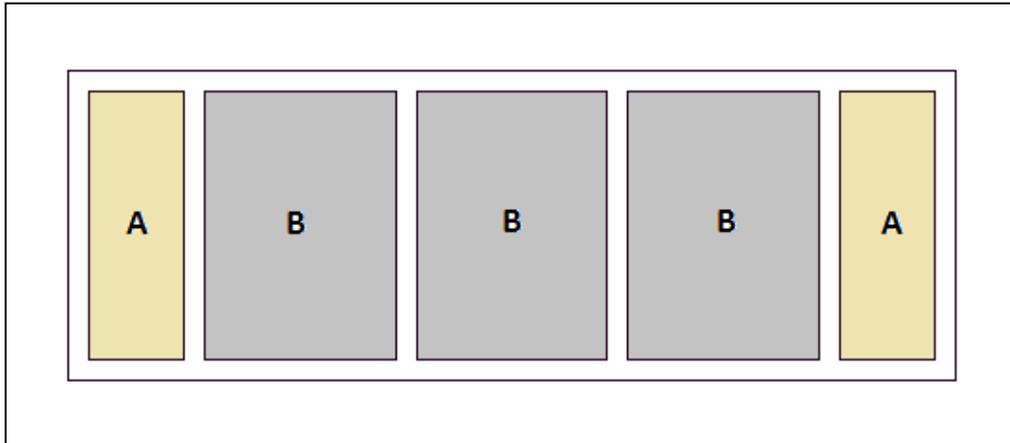


Figura 30. Cámaras de la fosa de letrina comunitaria

- A. Dos cámaras, una en cada lateral de la fosa que en su momento de funcionamiento soportarán el residuo de una sola letrina.
- B. Tres cámaras situadas en la zona central que en su momento de funcionamiento soportarán el residuo de dos letrinas cada una.

Para que las cámaras se llenen al mismo tiempo se realizará el diseño de las cámaras centrales (B) con el doble de capacidad que las que funcionan para un solo aparato sanitario.

En general suele ser más ventajoso cavar un hoyo lo más profundo posible para disminuir la frecuencia de recogida del residuo pero se debe tener en cuenta una serie de factores, es por ello que la **profundidad** de la fosa será de **3 metros** por una cuestión de tradición y respeto a las aguas subterráneas.

Para calcular el volumen de las cámaras se ha utilizado una regla comúnmente usada que se expresa de la siguiente forma:

$$V_A = U \cdot A \cdot t$$

Donde:

$V_A \equiv$  Volumen de la cámara que trabaja con un solo aparato sanitario [ $m^3$ ]

$U \equiv$  Número de usuarios

$A \equiv$  Aporte perca pita de desechos orgánicos  $\left[ \frac{m^3}{\text{Usuario} \cdot \text{año}} \right]$

$t \equiv$  Tiempo de llenado [años]

Para el caso de las dos cámaras que trabajan con un solo aparato sanitario (A) el volumen será el siguiente:

$$V_A = 50 \text{ usuarios} \cdot 0,05 \frac{m^3}{\text{usuario} \cdot \text{año}} \cdot 1,5 \text{ años} = 3,75 \text{ m}^3$$

La capacidad de las cámaras que trabajan con dos aparatos sanitarios al mismo tiempo (B) será del doble que en el caso anterior con objeto de controlar que el llenado y frecuencia de recogida es el mismo.

$$V_B = 2 \cdot V_A = 7,5 \text{ m}^3$$

Siendo:

$V_B \equiv$  Volumen de la cámara que trabaja con dos aparatos sanitarios [ $m^3$ ]

#### 5.4.3.1.1. Número de usuarios

De cara a proporcionar saneamiento a todos los usuarios sin letrinas de Apéyémé y Todomé y evitar la sobrecarga de los módulos que se construyan se ha estimado que cada letrina será utilizada por **50 habitantes**, es decir en torno a unas 5 familias por letrina.

#### 5.4.3.1.2. Aporte perca pita de desechos orgánicos

Según distintas fuentes el aporte perca pita de desechos orgánicos dependerá del método de limpieza anal. En nuestro caso al realizarse en su mayor parte con papel grueso y telas tomaremos un valor de **0.05 m<sup>3</sup>/hab-año**.

#### 5.4.3.1.3. Tiempo de llenado

El tiempo de llenado determinará la frecuencia de recogida del residuo descompuesto. Para que su descomposición se produzca al completo, el residuo pueda ser utilizado como fertilizante y la frecuencia de recogida sea cómoda para los beneficiarios se va a definir un tiempo de llenado de **un año y medio**.

#### 5.4.3.1.4. Otras consideraciones

- El volumen efectivo de las cámaras se efectuará descontando el espacio que ocupan los muros que las forman.
- El espacio que queda entre las paredes verticales de la fosa y el terreno natural se deberá llenar con grava.
- La armadura de los pilares que aparecen en los planos estará formada por barras de metal corrugado de 8 mm de diámetro, respetando las distancias mínimas. El encofrado se realizará con madera blanca.

#### 5.4.3.2. Brocal

- Tendrá una geometría similar a la de la fosa, añadiendo un pilar central que soporte las losas.
- Estará construido de hormigón armado con barras de 8 y 10 mm de diámetro. El encofrado se realiza con madera blanca y bambú.
- La superficie superior del brocal debe quedar por encima de la superficie del terreno.

#### 5.4.3.3. Losa interior y aparato sanitario.

- La losa interior tendrá un espesor de 15 cm y parte de su geometría se apoyará sobre el brocal como se indica en los planos.
- La armadura le proporcionará resistencia con el objetivo de soportar el peso de las personas, formada con barras corrugadas de 8 mm de diámetro. Encofrado con madera blanca y bambú.

- Sobre la losa se construirá el aparato sanitario de tipo turco, es decir una abertura sobre el suelo con plantillas para situar los pies. La construcción del aparato sanitario se realizará con un molde de madera de contrachapado.
- La mitad de los aparatos sanitarios se tapanán en función de su funcionamiento como se indica en los planos.

#### 5.4.3.4. Losas exteriores

- Su función será la de cubrir la zona posterior de la fosa quedando éstas fuera de la cabina. Con el tiempo podrán ser levantadas para realizar la recogida del residuo.
- Estas losas se prefabricaran con un molde de madera y su armadura estará formada por barras de 6 mm de diámetro.
- Su geometría dejará un hueco entre losa y losa el cual se rellenará con mortero para asegurar su fijación y evitar riesgos de accidentes.
- Se colocarán con una inclinación de al menos un 2% hacia fuera para que el agua de lluvias circule y no se acumule sobre la superficie.
- Cinco de estas losas llevarán un agujero de 10 mm de diámetro por el que pasarán los tubos de ventilación.

#### 5.4.3.5. Terraplén

- Una vez instalada las losas se colocará tierra o arcilla apisonada alrededor del perímetro de las letrinas con una inclinación hacia el exterior para evitar el acceso de aguas superficiales.
- El nivel deberá ubicarse a más de 10 cm y menos de 60 cm con respecto al terreno natural. Para ello se deberá tener muy en cuenta la profundidad del hoyo cavado en un principio.

#### 5.4.3.6. Cabinas

- Se construirán con ladrillos de arena y cemento comprimidos, fabricados in-situ con una maquina de compresión.

- El techo se construirá con chapas metálicas onduladas y maderas locales. Su inclinación será mayor del 10% teniendo en cuenta las lluvias torrenciales. Se podrá poner un canalón en la parte trasera para evitar la caída del agua sobre las losas exteriores y conducir el agua a un lixiviado.
- La puerta estará construida de madera y contará con un tirador y un sistema de cierre manual que permita la privacidad.
- Para la iluminación y ventilación en el interior de la cabina, ésta contará con una ventana en la parte superior de la puerta.

#### 5.4.3.7. Ventilación e insectos

- El tubo de ventilación y trampa para insectos estará formado por una tubería de PVC, de 10 cm de diámetro.
- El tubo será fijado a la cabina en distintas alturas para evitar los robos y vandalismo.
- La parte superior de la tubería se pintará de negro para que con la radiación solar ésta aumente de temperatura y favorezca la ventilación.
- En su extremo superior se pondrá un sombrero de PVC, con el objetivo de evitar el acceso de lluvia de aguas y permitir la entrada de luz que atraiga a los insectos.
- Se recubrirá los huecos de entrada de luz con una malla plástica que evite la salida de moscas y mosquitos, creándose de esta forma una trampa y reduciendo la cantidad de vectores.

### 5.5. Dimensionamiento

Para conocer el número de letrinas necesarias para abastecer a la comunidad de beneficiarios, se ha utilizado el censo realizado por la ONG IROKO (ANEXO VII), así como la estimación del número de personas en Apéyémé y Todomé. Por lo tanto las necesidades que habría que cubrir teniendo en cuenta que el porcentaje de habitantes con letrina es de un 29% es el que se muestra a continuación:

$$N_{\text{habitantes sin letrina}} = 0,71 \cdot 6000 \text{ habitantes} = 4260 \text{ habitantes}$$

Teniendo en cuenta que el número de usuarios por letrina es de 50 habitantes y que cada módulo comunitario de letrinas cuenta con cuatro letrinas de fosa doble, saber el número de módulos necesarios se reduce al siguiente cálculo:

$$N_{\text{módulos}} = \frac{4260 \text{ habitantes}}{50 \text{ usuarios} \cdot 4 \text{ cabinas}} = 21,3 \cong 22 \text{ módulos comunitarios}$$

## **5.6. Ubicación**

Se ha tenido en cuenta una serie de criterios para evitar contaminaciones siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. Para ello se han tomado una serie de distancias mínimas entre la letrina y las siguientes estructuras:

- Letrina - pozo excavado : 30.00 m
- Letrina - vivienda : 5.00 m
- Letrina - linderos de propiedad : 5.00 m
- Letrina - tanque de agua sobre suelo : 10.00 m
- Letrina - tanque de agua sobre torre : 8.00 m
- Letrina - tubo de agua potable : 3.00 m

Por otro lado tendremos en cuenta las siguientes consideraciones para elegir los lugares adecuados:

- No se deben construir en sitios de fácil inundación ni pantanosos.
- Su instalación en suelos rocosos no es conveniente por las dificultades que ofrecen.
- Su ubicación debe ser de preferencia en la huerta, y que no sea muy alejado para ser usado por toda la familia.
- Cuando el terreno es montañoso la letrina de hoyo seco se debe ubicar en una parte más baja que la fuente de suministro de agua para evitar que ésta se contamine.

- En terrenos que presenten aguas subterráneas se recomienda que la base del hoyo se encuentre separada del nivel de agua por lo menos en 1,50 metros.

Con estos criterios y teniendo en cuenta la comodidad de los usuarios, se han marcado una serie de ubicaciones posibles con el GPS. En el PLANO 2 podemos ver un plano con los entornos seleccionados para la construcción de los módulos de letrinas. Estos lugares estarán sujetos a una conformidad previa con las autoridades locales y los usuarios, aunque en la elección de dichos entornos haya estado presente un miembro representante de las autoridades.

### 5.7. Orden de construcción de los módulos comunitarios

El criterio que se ha tomado para dar un orden de construcción se basa en los datos obtenidos en el censo realizado por IROKO [15] (ANEXO VII), dándose preferencia a aquellos lugares que estén en barrios en los que el porcentaje de letrinas sea menor. Con dichos datos se ha realizado el siguiente diagrama de barras:

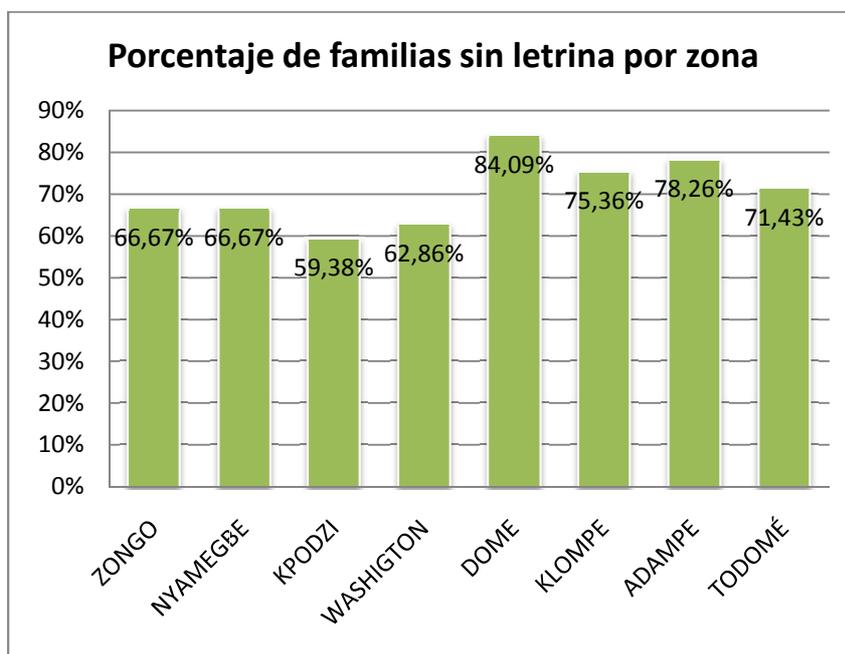


Figura 31. Gráfico de barras de porcentajes de familias sin letrina por barrio

En dicho diagrama podemos ver que siguiendo el criterio expresado, el primer barrio por el que se debería empezar la construcción sería Dome, seguido por Adampe, Klompe, Todomé, por Zongo y Nyamegbe, Washington y finalmente Kpodzi.

### **5.8. Cronograma de construcción**

El siguiente cronograma ha sido realizado con el programa MS Project y se describen las actividades realizadas en la construcción del primer módulo de letrinas experimental.

Se puede ver que en aproximadamente un mes, con un jefe de obra y un equipo de obreros se puede finalizar la obra en aproximadamente un mes. Este trabajo se puede hacer en paralelo, por lo que las próximas construcciones se cree factible poder realizar tres módulos comunitarios de letrinas a la vez, suponiendo la construcción de las 21 letrinas restantes un periodo de siete meses.

En lo que se refiere a la sensibilización, ésta se desarrolla durante todo el proyecto y en paralelo, es de gran importancia desde el primer día de comienzo del proyecto y seguirá después de terminar del proyecto de forma que asegure una buena utilización y mantenimiento de las letrinas. La mano de obra y materiales están detallados en los presupuestos realizados.



### **5.9. Mantenimiento**

El mantenimiento de las letrinas debe seguir una serie de actividades y recomendaciones que permitan alargar su vida y mejorar sus condiciones de funcionamiento. Entre ellas encontramos las siguientes:

- Recogida del residuo descompuesto por la zona posterior, levantando las losas exteriores cuando todas las fosas estén llenas, aprovechamiento de este residuo para la agricultura.
- Limpieza del aparato sanitario con una pequeña cantidad de agua cada cierto tiempo.
- Limpieza del interior de la cabina (suelo, telas de araña...).
- Poner un recipiente dentro de cada cabina donde se tire el papel y material de limpieza y que se descargue cuando se llene.
- Utilización de ceniza para evitar malos olores y acelerar el proceso de descomposición.
- Reparar los desperfectos que el tiempo pueda causar mediante trabajos comunitarios.

Todas estas actividades deben ser respaldadas con una campaña de sensibilización que haga hincapié también en los hábitos de higiene relacionados con las letrinas.

## **6. DRENAJES Y CONTROL DE VECTORES**

### **6.1. Drenajes**

Un sistema de saneamiento debe contar con un conjunto de infraestructuras adecuadas que incluyan un sistema de drenaje, ya que cualquier sistema de saneamiento o gestión de residuos puede convertirse en una fuente de contaminación, en especial cuando ocurren inundaciones debidas a lluvias torrenciales. Las aguas de inundación se mezclarán con la contaminación extendiéndola por muchos más lugares, por lo que se debe diseñar el sistema de drenaje de forma que se canalicen las aguas de lluvias torrenciales evitando por otro lado que se produzcan destrozos en las poblaciones.

Se debe considerar el drenaje de aguas superficiales desde el punto de vista de control de vectores. La acumulación de agua es un lugar óptimo de cría para mosquitos que transmiten diferentes enfermedades. Por ello se procurará que el flujo de agua sea lo suficientemente rápido aprovechando las pendientes naturales del terreno.

Las aguas de drenaje y lixiviados deben ser conducidas hasta algún lugar fuera de la población o establecimiento humano pudiendo llevar estas aguas grises tratamientos diferentes como escorrentías superficiales, sistemas de infiltración siempre que el terreno sea adecuado y procurando el respeto del medio ambiente.

Tanto en Apéyemé como en Todomé la problemática en lo que a acumulación de aguas concierne, no es excesivamente grave, esto en parte es debido a que el suelo posee gradiente de filtración relativamente alto, sin embargo, se han encontrado varios puntos en los que hay una acumulación de aguas después de las lluvias torrenciales, en especial en la ruta principal que conecta la zona donde la densidad de población es más grande con el hospital y algunos colegios. Esta acumulación de aguas se produce en los laterales de la carretera por donde muchos peatones pasan a diario, esquivándolos.

Antes de la construcción de ningún sistema de drenaje se deben tener gestionados desde un principio los residuos sólidos, si éstos no son adecuadamente dispuestos encontraremos que pueden bloquear las vías de drenaje natural o artificial de las aguas contribuyendo a crear zonas de contaminación y de inundación. Por eso se dice que la mejor inversión en drenaje es un buen sistema de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

Se han podido ver en muchas comunidades de los alrededores con un sistema de drenaje ya construido, que tienen un gran problema de acumulación de residuos en dichos drenajes, contaminando aún más las aguas de lluvia y produciendo su acumulación.



**Figura 32. Drenaje de Kpalime**

Por lo tanto, una vez gestionados correctamente los residuos sólidos convendría construir en este punto una serie de drenajes así como ensanchar el camino para evitar riesgo de accidentes. Por otro lado es importante que las actividades de construcción de infraestructuras de drenaje sean coordinadas con la construcción de otras infraestructuras, ya que el diseño de éstas debe tener en cuenta las lluvias torrenciales.

## **6.2. Control de vectores**

Se considera que los factores medioambientales que favorecen la presencia de vectores, entre otros por la falta de gestión medioambiental y la degradación del medioambiente, son los que se enumeran a continuación:

- Falta de letrinas. Al no haber un saneamiento adecuado los residuos humanos no están controlados y éstos son fuentes de cría de muchos vectores así como de transmisión directa de enfermedades.
- Mala gestión de los RSU. Vertederos incontrolados y ausencia de sitios apropiados para depositar las basuras. Cuando las basuras están a la intemperie, éstos son fuentes de alimento y cría de muchos vectores. Si además estos vertederos se encuentran cerca de las viviendas, los vectores estarán más en contacto con la población.
- Falta de higiene personal y de limpieza en las casas. Los insectos y animales transmisores de enfermedades serán más frecuentes en aquellos sitios donde no existan unas pautas de higiene.

- Ausencia de canalizaciones de agua que drenen las aguas estancadas, que son lugares ideales para la cría de insectos como el mosquito Anopheles responsable de la transmisión de la malaria.
- Mala calidad de las casas. Siendo en muchas ocasiones espacios muy reducidos y a la intemperie. Esto permite la entrada de animales como ratas e insectos que pueden estar en contacto directo con los habitantes de la casa.
- Clima tropical y situación geográfica. Emplazamiento de la comunidad donde la presencia de vectores es muy frecuente. Las dos poblaciones están rodeadas por un bosque tropical, lo que quiere decir que si no se toman medidas adecuadas de control, los vectores serán atraídos con mucha facilidad.
- Presencia de animales dentro de las casas y errando por la comunidad. Estos animales son portadores de piojos, pulgas y garrapatas que pueden ser transmitidas al ser humano.

### *Metodología*

Se han detectado por lo tanto, una serie de problemas de salud que se asocian directamente a los vectores, por lo que la metodología que seguiremos será la siguiente:

- Prevención.
  - Distribución de mosquiteras, en centros de salud y especial para los niños menores de 5 años.
  - Programa de fomento de la higiene personal.
- Identificación de las áreas de riesgo y su eliminación.
  - Mejorando el saneamiento.
  - Gestionando los residuos sólidos urbanos.
  - Construyendo sistemas de drenaje en los lugares de acumulación de aguas.
  - Se llevará a cabo una serie de medidas preventivas y se evitará el establecimiento de la población en las áreas de riesgo identificadas.
- Identificación de las enfermedades producidas por los vectores.
- Control directo de los vectores.
  - Campaña de sensibilización para mejorar la limpieza de los hogares.
  - Campaña de sensibilización para mejorar la higiene y para el lavado de manos.
  - Limpieza de letrinas, losa y estructura, añadir a éstas trampas para moscas.
  - Uso de insecticidas y mata-ratas o trampas para ratas.

En la siguiente tabla [16] se muestran las medidas a adoptar en función de los diferentes vectores que ocasionan enfermedades.

VECTOR	RIESGO	AMBIENTES FAVORABLES	MEDIDA DE CONTROL
<b>Moscas</b>	Infecciones de ojos (particularmente entre niños), enfermedades diarreicas.	Alimentos expuestos; excretas; animales muertos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar el saneamiento ambiental sobre todo la disposición de basuras orgánicas, incluyendo animales muertos.</li> <li>- Construcción de letrinas con protección para las moscas (VIP).</li> <li>- Pantallas en ventanas de las cocinas de hogares, hospitales y centros de salud.</li> <li>- Rociar los contenedores de basura de vez en cuando con insecticida.</li> </ul>
<b>Mosquitos</b>	Malaria, filariasis, encefalitis.	Agua estancada, sobre todo en la periferia de áreas inundadas; y agua de circulación lenta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rociar con larvicidas o inhibidores de crecimiento los lugares con aguas estancadas.</li> <li>- Eliminar en lo posible los hábitats, especialmente aguas estancadas.</li> </ul>
	Fiebre amarilla y dengue.	Agua almacenada en alrededor de viviendas, charcos o agua de lluvia acumulada en viejas latas y otros contenedores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rociar con insecticidas los lugares donde existan mosquitos adultos.</li> <li>- Promover el uso de mosquiteras, sobre todo mujeres embarazadas y niños menores de 5 años.</li> </ul>
<b>Ácaros</b>	Escabiasis, tifus.	Hacinamiento e higiene pobre personal.	
<b>Piojos</b>	Tifus epidérmico, fiebre recurrente.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la higiene personal.</li> <li>- Si el problema es severo, rociado de personas y ropas con insecticidas.</li> </ul>
<b>Pulgas</b>	Peste (desde ratas infectadas), tifus endémico.	Animales infectados, especialmente ratas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fumigación de las madrigueras de roedores.</li> <li>- Tratamiento con insecticida de las camas.</li> </ul>

			- Si el problema es severo, rociado de personas y ropas con insecticidas.
<b>Garrapatas</b>	Fiebre recurrente, varicela.	Animales infectados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fumigación en el perímetro de la comunidad.</li> <li>- Limpiar la maleza en 50-100 m alrededor del hogar o comunidad.</li> <li>- En casos severos fumigación en las casas.</li> </ul>
<b>Ratas</b>	Leptospirosis, salmonelosis	Alimento inadecuadamente protegido, basura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar el saneamiento ambiental general.</li> <li>- Uso de raticidas.</li> <li>- Trampas en lugares estratégicos (lugares en donde se almacena comida, basureros, etc.).</li> </ul>

**Tabla 5. Enfermedades producidas por los diferentes vectores y medidas a tomar [16]**

Una revisión en la comunidad de los principales hábitats y de las condiciones en las cuales se pueden encontrar un nido de reproducción de vectores puede revelar cuáles son los principales peligros para la salud.

## **7. GESTIÓN DE LOS TRABAJOS Y MANTENIMIENTO**

Durante todo el proceso de desarrollo del proyecto se distinguen cuatro etapas diferenciadas, una primera de análisis e identificación de necesidades, una segunda de diseño y planificación, otra de construcción y finalmente una de implementación y mantenimiento. Es en esta última en la que nos centramos en este apartado y no de menos importancia. Para que el proyecto tenga éxito se hace de vital importancia que exista una base organizativa sólida tanto por parte de la ONG como de los beneficiarios y la relación entre ambos. Durante las cuatro etapas citadas anteriormente, se requiere de esta organización. La Junta Directiva de la comunidad será la responsable de organizar muchos trabajos y aprobar las acciones ejecutadas, esta junta para tener legalidad debe ser aprobada por el jefe ancestral y los notables.

### **7.1. Organización de trabajos y mantenimiento de infraestructuras**

Para la organización de recogida de basuras y trabajos de implementación y mantenimiento de los rellenos sanitarios, los beneficiarios tomarán gran parte de las decisiones, realizando una recogida semanal y distribuyendo las zonas geográficas por barrios, de manera que el jefe de cada barrio junto con la Junta Directiva y los comités realizados para el proyecto puedan organizar los trabajos y asignar de forma efectiva los rellenos sanitarios más adecuados, siempre con el consejo técnico proporcionado por los especialistas de la ONG Iroko.

Los gastos de todo este tipo de trabajos son nulos pues se suponen como trabajos comunitarios. Esta idea se toma directamente de la experiencia observada en Todomé, donde la comunidad se organiza cada cierto período de tiempo para limpiar las calles y transportar los desechos a los vertederos incontrolados actuales. Este tipo de organización permite que el funcionamiento de las infraestructuras sea sostenible y solo se tengan ciertos gastos en lo que a las actividades de mantenimiento se refiere.

Del mismo modo la limpieza y control de usuarios de las letrinas será una decisión de las autoridades citadas, de forma que aun existiendo un control de evaluación por parte de la ONG, los beneficiarios sean capaces de evaluar y corregir los problemas detectados sobre la marcha, sintiéndose participes en todo momento y adquiriendo un sentimiento de propiedad que propicie un mayor cuidado y atención de las infraestructuras.

## **7.2. Formación de comités para el proyecto de gestión medioambiental**

Después de un análisis previo y una presentación del proyecto a la comunidad, se planteó la posibilidad de crear una asociación o asociaciones que permitiesen gestionar el proyecto integrando más a los beneficiarios en todos los trabajos y decisiones. La propuesta de la contraparte AJEVES (ANEXO VIII) en una reunión fue la de realizar dos comités para que el proyecto tenga continuidad en todo momento y exista un control de las actividades desde varias perspectivas.

### **7.2.1. Comité de seguimiento de trabajos**

Este comité está puramente constituido por la asociación AJEVES y estará encargado de:

- Gestión de los materiales
- Reclutamiento de la mano de obra local necesaria
- Gestión de los recursos que se pondrán a disposición para seguir trabajando
- Redactar un informe dos veces al mes sobre la continuidad de los trabajos
- Relación con las autoridades

Este comité se encargará de parte del trabajo que queda para la construcción de letrinas y otras actividades de construcción de rellenos sanitarios. Este comité se acreditará ante la ONG Iroko siguiendo las normas y estándares que se definan posteriormente por ambas partes.

Estará compuesto de la siguiente manera:

- Coordinador: ATRAH Y.S. Philippe (Presidente de AJEVES)
- Secretario: Koffigan Sena
- Tesorero: AMEWO Raoul
- Responsable de la movilización: Koffigan Boga

El presidente del comité del agua, AVOUSSE Koffi, será responsable de las relaciones con el liderazgo y contribuirá a la gestión de equipos AJEVES mediante su asesoramiento.

En total hay cinco personas en este comité. Este comité finalizará sus funciones al final de las construcciones y el Comité medioambiental continuará con la gestión.

#### 7.2.2. Comité medioambiental

Su función será la de movilizar a la población durante el proyecto para el trabajo comunitario y se ocupará de la gestión de instalaciones y mantenimiento al final del proyecto. Este comité estará integrado por nueve miembros, de la siguiente manera:

- Representante del Jefe
- Representante de los notables
- Representante de las mujeres
- Representante del CVD
- Tres (3) representantes de los jóvenes con al menos una mujer
- Dos (2) representantes de las asociaciones de desarrollo comunitario.

Estas personas serán seleccionadas para una representación, organizándose para tener un grupo compuesto por:

- Presidente
- El Secretario
- Subsecretario
- Tesorero
- Tesorero Adjunto
- Encargado de información y promoción
- Asesores

Estos miembros serán elegidos y presentados a las autoridades y la población, teniendo un plazo renovable de dos años.

## **8. CRONOGRAMAS**

Se quiere dar a conocer la cronología de las diferentes actividades que se van a desarrollar. En primer lugar se darán a conocer las actividades realizadas durante el trabajo de planificación y diseño realizado en campo para desarrollar el Proyecto Fin de Carrera. Posteriormente se hará una descripción de las actividades y el tiempo que requieren para llevar a cabo el proyecto al completo.

### **8.1. Cronograma de actividades en campo**

Posteriormente a un análisis con datos teóricos e información recopilada por la ONG Iroko, se ha llevado a cabo un trabajo de campo en el que las actividades realizadas son las que se muestran a continuación:

- 1.** Presentación del proyecto de gestión medioambiental a la población y a las autoridades locales, tanto de tipo político como religioso, en una “gran reunión” que se celebrará en el Centro Comunitario el sábado 31 de julio del 2010.
- 2.** Estudio, identificación, localización y caracterización de los diferentes vertederos existentes en los alrededores de Apéyémé y Todomé.
- 3.** Estudio, identificación, localización y caracterización de las diferentes estructuras de saneamiento existentes en Apéyémé y Todomé, así como de los modelos de letrina y conducciones de saneamiento de otras poblaciones cercanas.
- 4.** Cálculo estadístico de los diferentes tipos de residuo así como su volumen y cantidad en cada barriada, en colaboración con los miembros de AJEVES. Se valorarán las posibles soluciones para cada tipo de residuo.
- 5.** Buscar los posibles métodos de reducción, reciclaje y reutilización de los residuos y buscar la mejor solución de cara a la gestión de RSU en lo que se refiere a infraestructuras en función de los hábitos y costumbres de la población.
- 6.** Diseño de infraestructuras de saneamiento siguiendo una serie de patrones relacionados con las consideraciones socioculturales y de tipo técnico. Realización de los planos y dimensionamiento de capacidades.

**7.** Hacer un estudio de los lugares que servirán para la construcción de los rellenos sanitarios teniendo en cuenta diferentes consideraciones de cara a respetar el medioambiente y la salud de las personas. Realizar un estudio de los diferentes entornos en los que los módulos comunitarios de letrinas deben construirse atendiendo a las restricciones indicadas en las especificaciones técnicas desarrolladas en la etapa de diseño.

**8.** Construir módulo de letrinas experimental que nos proporcione información precisa sobre las etapas del proceso y permita una corrección precisa de los precios estimados. Este módulo permitirá saber si la comunidad acepta el modelo y su funcionamiento es el correcto.

**9.** Construcción de estructura de compost que permita sensibilizar a los beneficiarios sobre las ventajas de realizar compost y promoviendo su uso y dándoles a conocer el método que deben seguir para su realización.

**10.** Cierre de un vertedero incontrolado donde se tenga previsto realizar un recinto de de rellenos sanitarios. Se utilizará la tierra de la fosa realizada para la construcción de la letrina, por su cercanía y con el objetivo de respetar el entorno.

El cronograma con estas actividades se ha desarrollado con el programa MS Project y se muestra a continuación. Se puede ver que el proceso se ha llevado a cabo en un período de tres meses en los que se han sufrido pocos retrasos y los problemas surgidos se han resuelto con la mayor brevedad posible.



## **8.2. Cronograma general**

**A1.1.-** Contacto previo y estudio de informaciones recabadas por Iroko DFS con anterioridad. Recopilación de fuentes de información en España que puedan ser útiles en terreno. Solicitud de propuesta de acción a la asociación local AJEVES. Estudio de la propuesta y presentación de alternativas.

**A1.2.-** Contraste de la identificación del estado de los vertederos incontrolados y de la información disponible. A través del Proyecto Fin de Carrera se contrastará la información acerca de la situación actual y el análisis del problema que AJEVES e Iroko DFS han realizado, con el fin de detectar posibles errores en el mismo.

Esta información incluye el estudio cartográfico y socioeconómico de ambas localidades, los datos médicos y la tipología, composición y distribución de los residuos.

**A2.1.-** Concreción del diseño de un sistema integral de gestión de residuos. Partiendo de:

- Las propuestas realizadas por la contraparte AJEVES;
- La información técnica recabada en España (modelos y experiencias de otros proyectos de gestión de residuos en África);
- La información recabada en la actividad 1.1
- Las prácticas locales y factores socioculturales.

Se procederá a concretar el diseño y la ubicación de las fosas de ambos barrios, así como el sistema de recogida y separación de residuos y su proceso para la reutilización en los casos en que sea posible.

**A2.2.-** Construcción de los rellenos sanitarios e infraestructuras de gestión de residuos. A partir del diseño confirmado en la actividad A2.1, y con la participación de los profesionales y la población local, se procederá a la construcción de estas infraestructuras.

**A2.3.-** Implementación de un sistema de recogida de residuos. Bajo la responsabilidad del Comité Local de Desarrollo (CVD) y del Comité Medioambiental (organismos de representación local) se establecerá el sistema de recogida y selección de residuos.

**A2.4.-** Establecimiento de procesos de reutilización. En colaboración con asociaciones locales de campesinos (APED y otras) se lanzarán procesos de reutilización de residuos orgánicos (compostaje, alimentación animal) e inorgánicos (envases de plástico y bolsas para su uso en viveros), en función de las posibilidades ya identificadas y a confirmar por la actividad A2.1.

**A3.1.-** Contraste y confirmación de la información disponible acerca del saneamiento. A través del Proyecto Fin de Carrera del alumno solicitante de esta subvención, se contrastará la información acerca de la situación actual y el análisis del problema de saneamiento que AJEVES e Iroko DFS han realizado, con el fin de detectar posibles errores en el mismo.

Así mismo, se confirmará el censo de familias con acceso a saneamiento adecuado actualmente (realizado en 2008), para confirmar la ubicación y el dimensionado de los sistemas de saneamiento a construir.

**A3.2.-** Construcción de las letrinas. A partir del diseño confirmado en la actividad A2.1, y con la participación de los profesionales y la población local, se procederá a la construcción de las letrinas.

**A3.3.-** Implementación de un sistema de mantenimiento y limpieza de las letrinas. Bajo la responsabilidad del Comité Local de Desarrollo (CVD) y del Comité del Agua (organismos de representación local) se establecerá el sistema de limpieza y mantenimiento de las letrinas comunales, implicando a la población en el mismo.

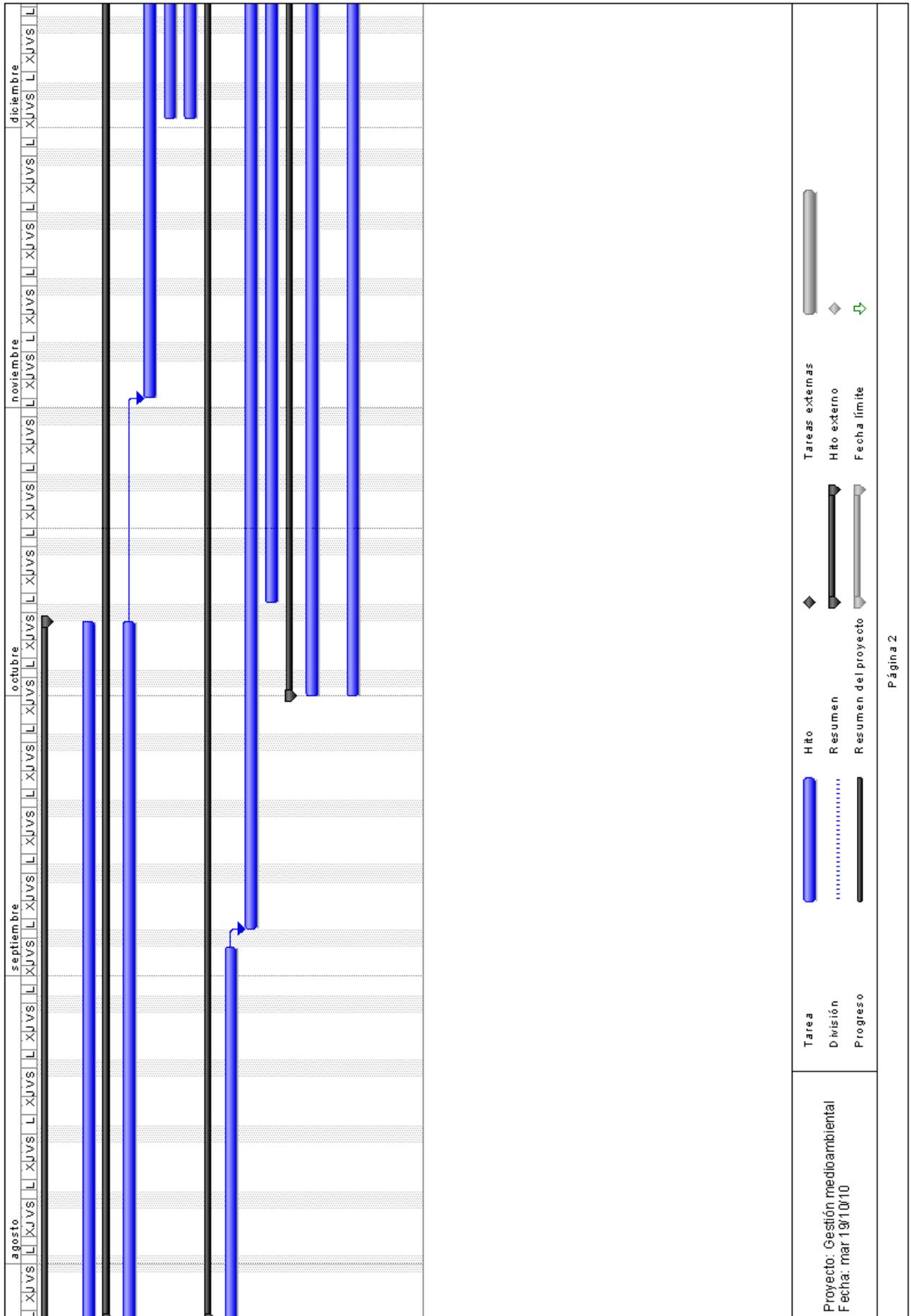
**A4.1.-** Campaña de sensibilización radiofónica. Se diseñará un “corte radiofónico” en ewé (idioma local) y francés con la finalidad de poner en conocimiento de la población la existencia de estos nuevos sistemas de gestión de residuos y saneamiento, cuál es su finalidad y la importancia en la salud de las familias.

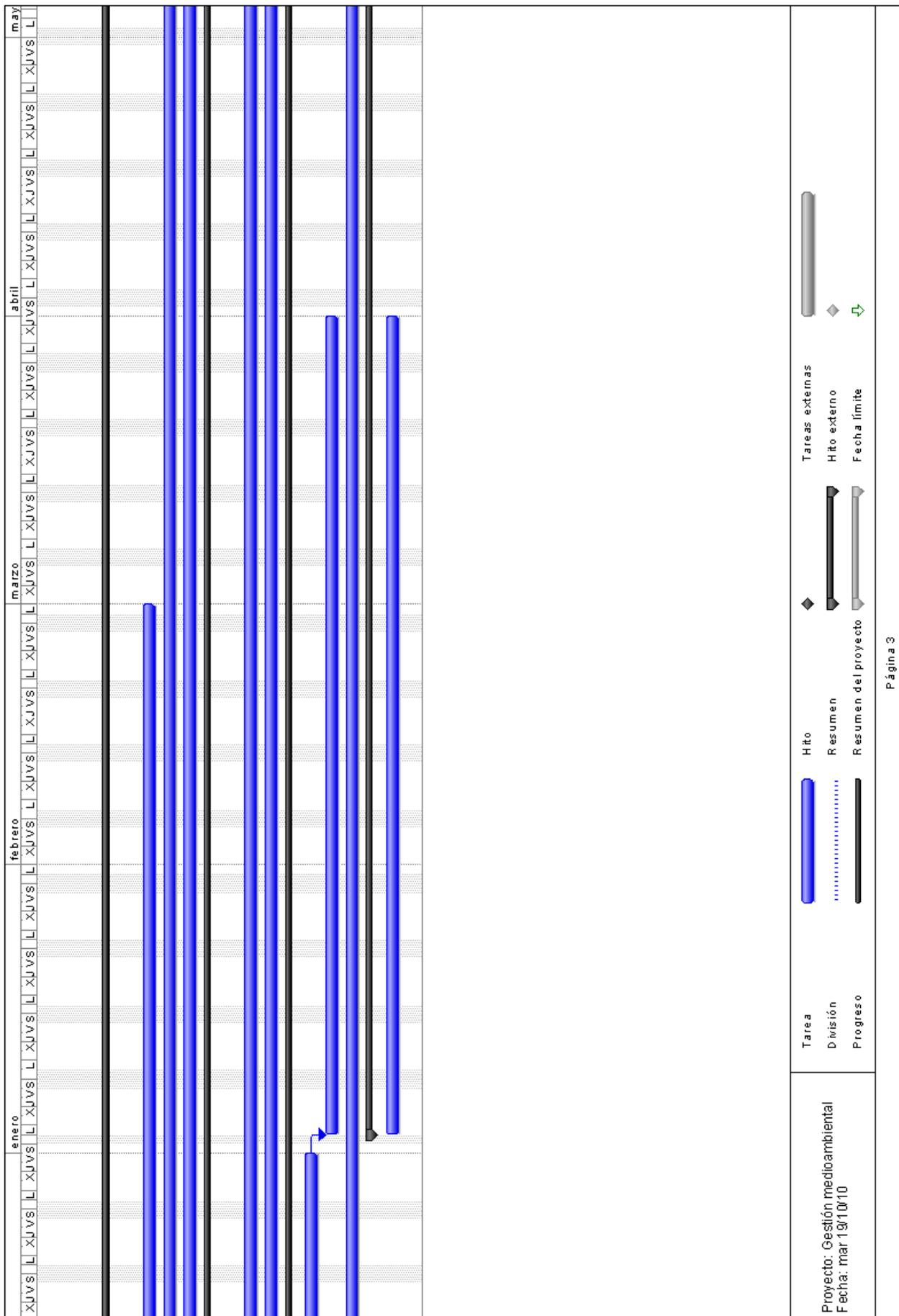
**A4.2.-** Campaña de sensibilización a través de las distintas confesiones religiosas. Los clérigos de las siete confesiones religiosas presentes en estas poblaciones han demostrado ser uno de los medios de difusión más eficaz y creíble de la información, con lo que se les involucrará en la transmisión de los conceptos de utilidad y conveniencia de estos sistemas de gestión a la población.

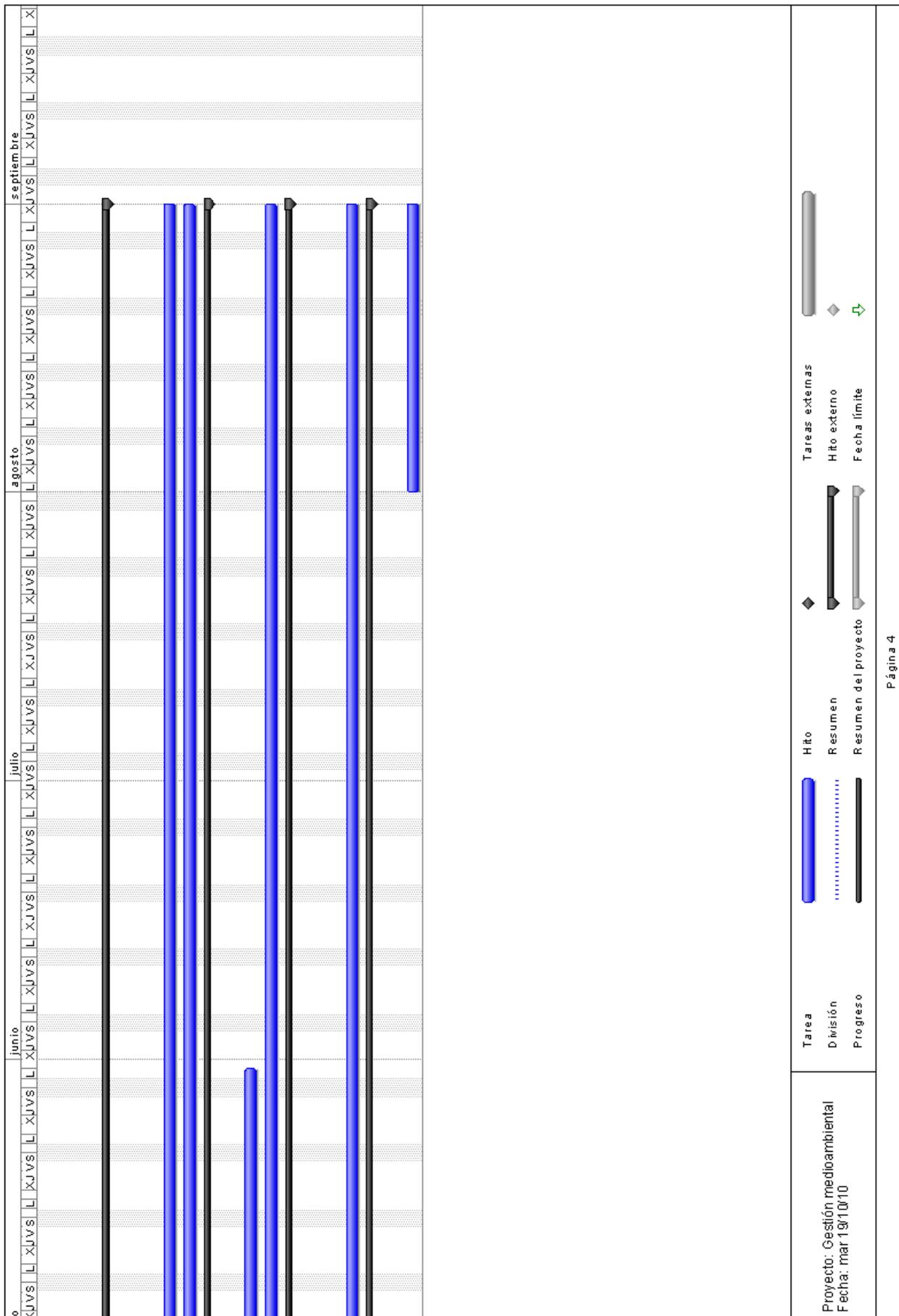
**A4.3.-** Campaña de sensibilización puerta a puerta. A través de un curso formativo, se preparará a 20 mujeres para realizar una campaña de sensibilización puerta a puerta que explicará el uso y el mantenimiento de los sistemas de gestión, incidiendo en su utilidad y conveniencia. Se les entregará material gráfico de apoyo.

**A5.-** Evaluación del proyecto. En visitas a terreno (dentro las de otras delegaciones de Iroko DFS programadas para este año) se evaluará el estado y funcionamiento de las obras, el sistema de gestión y mantenimiento y la incidencia sanitaria del mismo. Para esto último se trabajará estrechamente con el personal del Hospital de Danyi.









Este cronograma se ha desarrollado con objetivo de organizar todas las actividades a realizar a lo largo de todo el periodo de trabajo, siendo orientativo y estando sujeto a incidencias a lo largo del proceso. Se ha procurado realizar el cálculo temporal de la forma más verídica posible ajustando los tiempos a la realidad. Se puede ver que la duración del proyecto es de aproximadamente un año y tres meses teniendo en cuenta la etapa de análisis previos y planificación ya realizados.

## 9. PRESUPUESTO

Durante el proceso de planificación y ejecución se han conseguido realizar los presupuestos de forma muy exacta para los precios del año 2010. Para ello, en la compra de materiales se han buscado los lugares más rentables teniendo en cuenta el coste que supone el transporte y se han negociado los costes relativos a la mano de obra.

El presupuesto se divide en tres partes diferenciadas que son: el coste de construcción de los veintidós módulos comunitarios de letrinas, el coste de construcción de los dieciséis rellenos sanitarios con sus respectivas medidas de seguridad y los costes relativos a material de trabajo y gestión de residuos sólidos urbanos. Dentro de estos costes está incluida la mano de obra y los trabajos comunitarios, así como un porcentaje en imprevistos. Los trabajos comunitarios no sólo reducen los costes sino que además crean un sentimiento de propiedad a los beneficiarios que aumenta las posibilidades de éxito del proyecto. Los detalles de estos presupuestos se pueden ver en los anexos (ANEXO IX, ANEXO X y ANEXO XI).

DENOMINACIÓN	COSTE (€)
22 MODULOS COMUNITARIOS DE LETRINAS	47599,64
16 RECINTOS DE RELLENOS SANITARIOS	5418,72
MATERIAL DE TRABAJO Y GESTION DE RSU	1899,39
TOTAL	54917,75 €

Tabla 6. Presupuesto general del proyecto.

## **10. CONCLUSIONES**

### **10.1. Conclusiones específicas**

Durante el presente Proyecto Fin de Carrera, se ha realizado un análisis previo al trabajo de campo, manteniendo contacto con la contraparte local AJEVES y se ha ido recopilando toda la información posible. Posteriormente se ha realizado un trabajo en campo de tres meses, analizando la situación, realizando los estudios previos pertinentes, y llevando a cabo un diseño, así como una construcción experimental que permita conocer si el diseño es aceptado y económicamente viable. La planificación del proyecto y el trabajo de campo realizado han dejado las siguientes conclusiones:

- Antes del trabajo de campo se ha podido realizar un estudio previo con las informaciones facilitadas por Iroko DFS y el Proyecto Fin de Carrera de un alumno de la Universidad Carlos III de Madrid.
- Durante el trabajo en campo se ha conseguido llevar a cabo un análisis de la situación y un contraste de las informaciones recabadas que ha permitido modificar decisiones tomadas con antelación. En un principio se pensaba que la letrina solar podría ser la mejor solución, y efectivamente desde el punto de vista económico lo era pero las cuestiones socioculturales y el estudio climático han hecho que se produzca un giro en esta decisión.
- Se han planificado la mayor parte de actividades y trabajos a realizar quedando la organización de trabajos comunitarios para la recogida de basuras como una decisión a tomar, por parte de las diferentes instituciones y el Comité Medioambiental. Algunas otras decisiones se deberán tomar o modificar sobre la marcha con los especialistas sobre terreno.
- El diseño de infraestructuras de saneamiento y gestión de residuos se ha realizado con éxito y se han superado las expectativas en lo que se refiere a objetivos específicos planteados al llegar a la etapa de construcción.
- Se ha construido el primer módulo de letrinas y los trabajos comunitarios han sido aceptables, aumentándose la motivación de los habitantes una vez vistos algunos

resultados. Algunos jefes de barrio se han ofrecido para comenzar los trabajos inmediatamente y la población se ha mostrado muy dispuesta a donar su ayuda.

- Se ha construido una estructura de compostaje que ha permitido mostrar los pasos a seguir y la utilidad del producto obtenido. Se cree que un trabajo de sensibilización más amplio en este sentido puede tener mucho éxito, en lo que a reducción de residuos orgánicos se refiere.

## **10.2. Conclusiones generales**

En términos más generales se cree que el trabajo ha sido positivo y se tiene la sensación de que el proyecto puede ser de gran ayuda. Los objetivos planteados se han cumplido prácticamente en su totalidad y las sensaciones de cara al futuro son buenas siempre que se encuentre la financiación. Las conclusiones a nivel general son las que se expresan a continuación.

- En la elección entre las diferentes opciones técnicas, en muchas ocasiones no se ha elegido la opción más desarrollada tecnológicamente o de mejor funcionamiento desde el punto de vista técnico, sino aquella que se ha considerado más sostenible y de mayores posibilidades de aceptación por parte de la comunidad de beneficiarios. En este sentido se ha tenido muy en cuenta el lugar en el que se estaba trabajando y su nivel de desarrollo.
- Con este proyecto se pretende mejorar la calidad de vida del grupo meta, realizando un estudio posterior que verifique los indicadores marcados. Se quieren evitar los riesgos sanitarios derivados de una mala gestión medioambiental, proporcionando los medios necesarios para que estos puedan ser gestionados por los propios habitantes al adquirir conciencia de su importancia y considerarse autores del proyecto.
- Se ha percibido una gran motivación por parte de los habitantes de cara a la realización de este proyecto desde el principio, siendo ellos quienes han propuesto su realización y han tenido la iniciativa de expresar dicha necesidad. Esto ha facilitado y acelerado mucho el trabajo de planificación, posibilitando una comunicación sincera y fluida entre las diferentes partes.

- La planificación del proyecto del sistema de abastecimiento de agua realizado dos años antes, ha permitido un análisis previo mucho más eficaz. El censo realizado en este proyecto ha facilitado los cálculos de tipo técnico al proporcionar datos exactos que se han podido verificar en el trabajo de campo realizado.
- Los trabajos previos de Iroko DFS en los años anteriores han permitido poder contar con una fuente de contactos muy amplia que ha acabado siendo realmente útil en la búsqueda de recursos. Sin este trabajo previo el proyecto se habría alargado más en el tiempo.
- La posibilidad de haber redactado este texto de planificación paralelamente a los estudios de campo ha permitido realizar cambios durante la marcha proporcionando datos reales y de gran exactitud de cara a los trabajos posteriores.
- La elaboración de este proyecto ha permitido conocer de primera mano la importancia y repercusión de implementar una gestión medioambiental adecuada sobre poblaciones de países en vías de desarrollo. Se percibe que este tipo de proyecto puede tener una gran incidencia en la reducción de enfermedades y mortalidad.
- El presente texto se ha elaborado con la esperanza de que los trabajos se lleven a cabo y la ONG Iroko pueda conseguir la financiación necesaria para que el proyecto tenga éxito desde todos los puntos de vista. La experiencia alcanzada en su realización ha permitido ampliar el conocimiento del espectro de necesidades a nivel mundial, percibiendo la gran diferencia entre el primer mundo y un país tercermundista en referencia a los recursos materiales, adquiriendo mayor conciencia de todo aquello que nos rodea y de las posibilidades que en un país desarrollado se tienen.

## **11. POSIBLES LINEAS FUTURAS DE COLABORACIÓN**

El presente proyecto nace de una iniciativa local y de la propuesta de la ONG Iroko para realizar un Proyecto Fin de Carrera. Se ha podido observar que trabajar sobre un campo de acción conocido facilita mucho el trabajo de planificación y aumenta las posibilidades de éxito de un proyecto. Muchas asociaciones cooperativas y ONG's se encuentran con un problema a la hora de comenzar a trabajar en una zona por primera vez pues en los proyectos de cooperación se debe tener muy en cuenta una serie de consideraciones socioculturales, las cuales llevan un tiempo conocer y si se intenta pasar por encima se corre un gran riesgo de que los proyectos fracasen. Es por este motivo que se considera de gran importancia poder contribuir con los conocimientos adquiridos para aportar ideas sobre posibles caminos a seguir.

- En relación directa con el proyecto de gestión medioambiental, se considera de importancia continuar el trabajo planificado con voluntarios y profesionales que aseguren su implementación y seguimiento.
- Este trabajo deja abierta una puerta para diseñar de forma más exacta las escorrentías superficiales o filtros verdes que se puedan implementar de cara a reducir la contaminación de los rellenos sanitarios.
- Durante el trabajo de campo se detectó un problema muy generalizado en el país y es la aspiración de humos por parte de las mujeres en las cocinas cerradas de carbón, algo que contribuye a las enfermedades respiratorias. Se propone la posibilidad de realizar un estudio y una propuesta de alternativas como cocinas solares.
- Otro proyecto de futuro podría ser el aprovechamiento de los residuos orgánicos gestionados para obtener biogás para las cocinas.
- Si surge la creación de una central de reciclaje, se deberá realizar un estudio de viabilidad para saber si es rentable transportar los residuos reciclables hasta dicho punto.
- En general existen muchas posibilidades de cara al voluntariado, en especial en lo que se refiere a sensibilización. Para ello se exige un buen nivel de francés y capacidad para transmitir ideas.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Organización Mundial de la Salud (OMS)

(<http://www.who.int/es>) (2010)

[2] Fondo monetario internacional

(<http://www.imf.org/external/spanish/index.htm>) (2008)

[3] These : Caracterisation de la biodiversite dans les forets tropicales humides fragmentees

UNIVERSITÉ DE LOME, Faculté des Sciences, Laboratoire de Botanique et Ecologie végétale

[4] Fichier-village 2004. Préfecture de Danyi. Atakpamé, Février 2005

MINISTERE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES ET DES PRIVATISATIONS

[5] CAWST Centre for Affordable Water and Sanitation Technology. Modulo 1.4.

([www.itdg.org.pe/td/pdf/Modulo%201.4%20Saneamiento%20Feb%2004-ES.doc](http://www.itdg.org.pe/td/pdf/Modulo%201.4%20Saneamiento%20Feb%2004-ES.doc)) (2010)

[6] Environmental health engineering in the Tropics S. Cairncross & R. Freachem, 1993

[7] L'environnement et la Santé en Afrique. Manuel de Santé pour Educateurs et Promoteurs Communautaires. Fuencisla Rosselló Portman. Programme Vita.

([www.aeci.es/vita](http://www.aeci.es/vita)) (2010)

[8] Universidad de Murcia. Observatorio de la Sostenibilidad en la Región de Murcia (OSERM)

(<http://www.um.es/oserm/residuos.html>) (2010)

[9] Observatorio de salud y medioambiente de Andalucía. Diccionario OSMAN.

(<http://www.osman.es/ficha/12184>) (2010)

[10] Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud,

“Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales”

([www.cepis.org.pe/curso\\_rsm/e/fulltext/loja.pdf](http://www.cepis.org.pe/curso_rsm/e/fulltext/loja.pdf)) (2010)

[11] NORWEGIAN AGENCY FOR DEVELOPMENT COOPERATION

Introductory Guide to Appropriate Solutions for Water and Sanitation

(<http://www.rwsn.ch/documentation/skatdocumentation.2005-11-17.2350860691/file>) (2010)

[12] Fundación Cacibolca, Letrinas aboneras de doble cámara.

(<http://www.bio-nica.info/biblioteca/LetrinasAboneras.pdf>) (2010)

[13] Fabrica Letrinas Fibra de Vidrio, Dr. Homero Silva Serrano.

(<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd65/letrinafibra.pdf>) (2010)

[14] Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud (CEPIS)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LETRINAS DE PROCESOS SECOS

([http://www.cepis.org.pe/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/049\\_Construcci%C3%B3n\\_letrinas\\_secas/Construcci%C3%B3n\\_letrinas\\_secas.pdf](http://www.cepis.org.pe/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/049_Construcci%C3%B3n_letrinas_secas/Construcci%C3%B3n_letrinas_secas.pdf))

[15] Universidad Carlos III de Madrid. Proyecto Fin de Carrera.

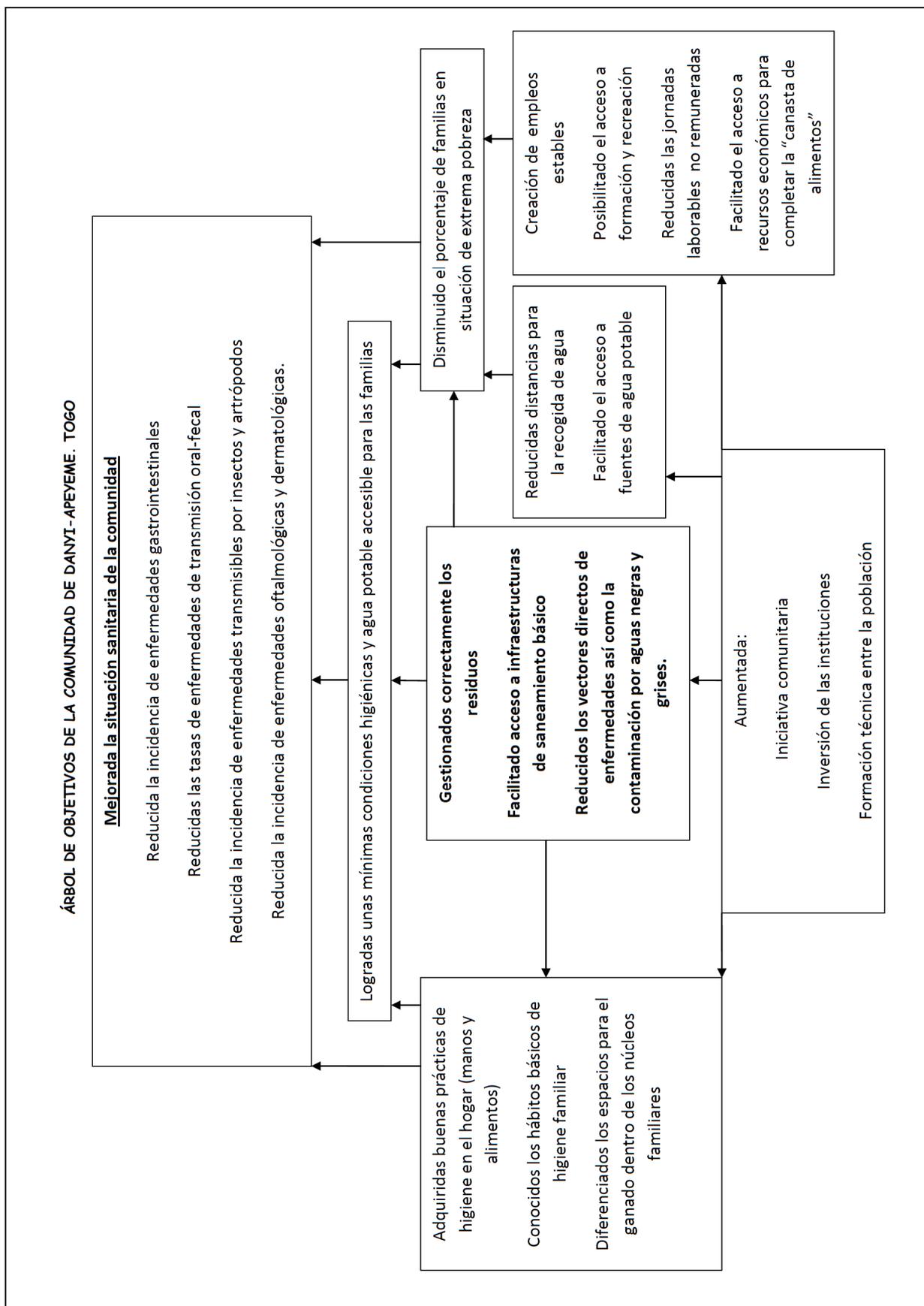
PROYECTO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN TOGO,

Jesús Serrano Alonso.

[16] Agua y saneamiento ambiental en proyectos de emergencia y de cooperación al desarrollo, Víctor Arroyo.

# **ANEXOS**

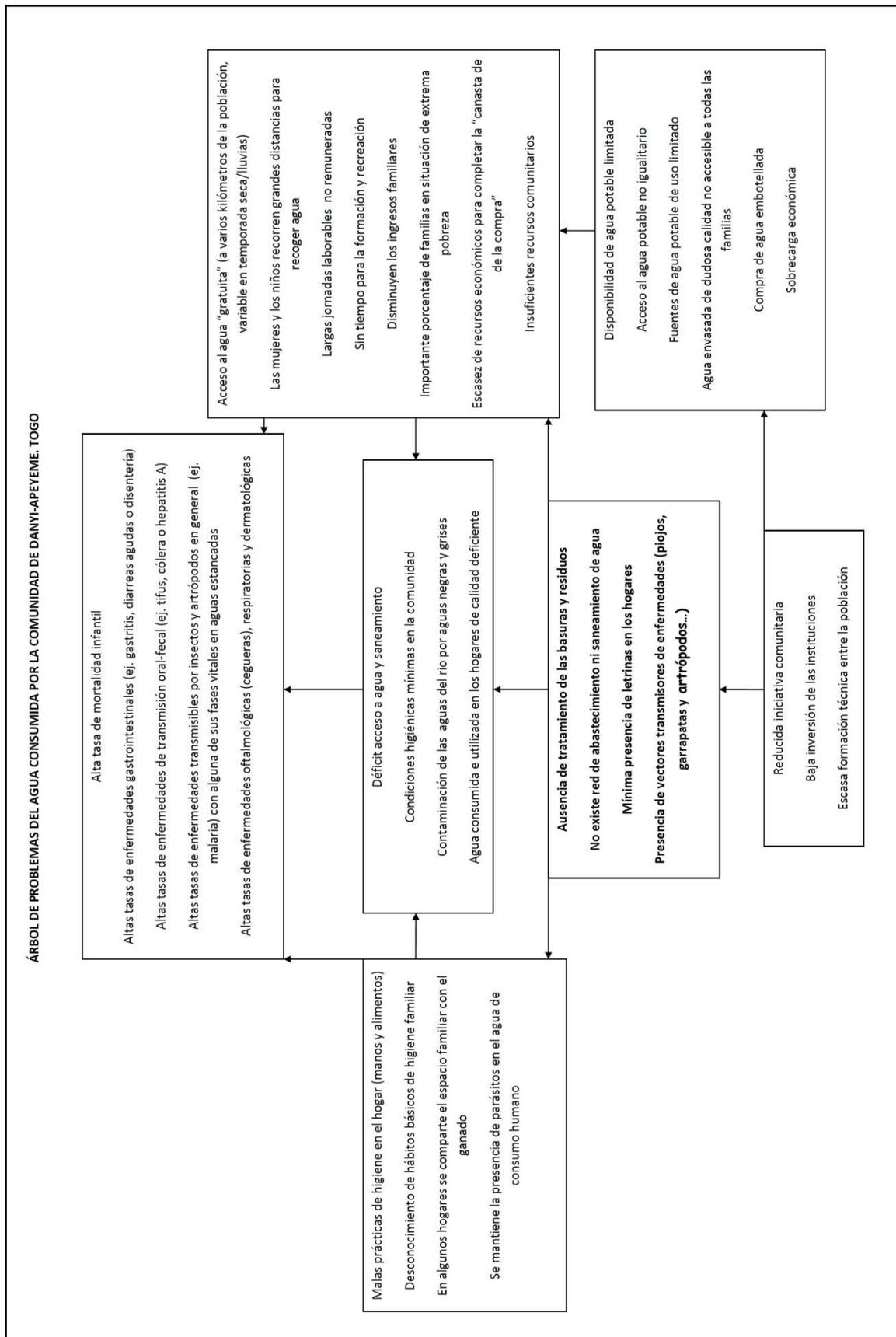
# ANEXO I



## ANEXO II

STATION DE KPALIME-TOVE (DANYI) PLUVIOMETRIE (en mm et 1/10 ième)													
ANNEES		JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
1991	HAUTEUR	19,5	86,0	92,2	153,4	306,1	178,7	280,7	91,1	214,8	127,4	24,9	29,9
	NB/JOURS	4,0	5,0	9,0	11,0	17,0	12,0	17,0	12,0	13,0	11,0	3,0	2,0
1992	HAUTEUR	0,0	0,0	69,1	170,7	131,6	118,1	97,9	29,3	168,8	125,9	76,3	48,9
	NB/JOURS	0,0	0,0	7,0	9,0	13,0	8,0	15,0	8,0	15,0	9,0	5,0	3,0
1993	HAUTEUR	0,0	14,4	142,9	171,1	44,4	174,9	108,9	229,7	162,3	227,5	58,6	0,0
	NB/JOURS	0,0	3,0	10,0	12,0	6,0	13,0	14,0	15,0	16,0	15,0	5,0	0,0
1994	HAUTEUR	10,0	58,4	181,6	147,2	312,2	126,6	58,8	130,9	88,3	326,4	0,0	0,0
	NB/JOURS	1,0	2,0	7,0	11,0	15,0	12,0	7,0	8,0	12,0	18,0	0,0	0,0
1995	HAUTEUR	0,0	12,3	268,2	99,1	117,6	160,5	186,3	185,1	254,2	151,6	38,8	40,2
	NB/JOURS	0,0	2,0	15,0	8,0	15,0	14,0	18,0	16,0	21,0	11,0	5,0	8,0
1996	HAUTEUR	0,0	0,0	136,7	158,5	128,8	193,0	272,2	124,4	131,8	114,3	1,4	24,0
	NB/JOURS	0,0	0,0	12,0	11,0	7,0	16,0	16,0	24,0	13,0	14,0	2,0	3,0
1997	HAUTEUR	42,4	31,0	88,0	162,1	182,9	190,4	75,2	188,1	173,3	210,8	104,7	34,4
	NB/JOURS	2,0	3,0	7,0	12,0	15,0	19,0	8,0	15,0	15,0	18,0	4,0	5,0
1998	HAUTEUR	33,2	52,0	33,6	162,2	194,8	254,8	117,3	52,8	141,5	238,7	14,7	19,4
	NB/JOURS	1,0	4,0	4,0	15,0	12,0	13,0	14,0	10,0	15,0	11,0	4,0	3,0
1999	HAUTEUR	27,7	82,2	106,6	138,6	98,9	386,8	370,8	232,7	238,5	261,6	82,3	0,0
	NB/JOURS	3,0	5,0	8,0	6,0	12,0	19,0	18,0	15,0	19,0	20,0	9,0	0,0
2000	HAUTEUR	0,0	.0	48,3	59,4	162,6	392,6	118,7	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB/JOURS	0,0	0,0	5,0	7,0	8,0	13,0	10,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	HAUTEUR	0,0	7,5	122,0	251,3	134,9	251,9	81,2	13,5	176,0	75,4	0,0	0,0
	NB/JOURS	0,0	1,0	11,0	12,0	9,0	13,0	13,0	8,0	14,0	10,0	0,0	0,0
2002	HAUTEUR	46,7	23,6	151,0	120,4	150,0	263,7	86,7	210,2	263,5	189,7	9,9	29,1
	NB/JOURS	3,0	3,0	11,0	8,0	9,0	16,0	14,0	17,0	13,0	13,0	3,0	2,0
2003	HAUTEUR	2,5	20,9	70,6	164,8	154,0	256,9	175,7	106,0	85,6	194,5	22,9	50,7
	NB/JOURS	3,0	6,0	5,0	12,0	5,0	12,0	13,0	6,0	14,0	15,0	7,0	9,0
2004	HAUTEUR	3,1	7,3	182,5	112,3	143,4	48,6	138,5	74,8	290,5	63,8	149,2	32,0
	NB/JOURS	2,0	2,0	4,0	12,0	13,0	8,0	14,0	12,0	13,0	8,0	8,0	3,0
2005	HAUTEUR	0,0	34,3	238,9	184,7	142,2	151,5	84,9	55,8	202,6	170,6	17,2	140,7
	NB/JOURS	0,0	2,0	10,0	10,0	11,0	10,0	10,0	9,0	15,0	14,0	5,0	3,0
<b>MEDIA HAUTEUR</b>		<b>13</b>	<b>30</b>	<b>125</b>	<b>153</b>	<b>162</b>	<b>221</b>	<b>145</b>	<b>124</b>	<b>164</b>	<b>172</b>	<b>32</b>	<b>30</b>

### ANEXO III



## ANEXO IV

LOCALITE	MALADIE	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Total
APEYEME	PALUDISME SIMPLE	91	162	278	262	313	242	156	92	95	275	167	203	2336
	PLAIES - TRAUMATISM	66	72	96	78	50	61	69	67	54	79	63	48	803
	INF.AIG.V.RESP.INF.	18	41	38	26	25	40	34	31	35	116	75	56	535
	PARASIT.INTESTINALE	19	25	46	54	49	40	31	29	26	43	34	49	445
	PALUDISME GRAVE	17	32	30	49	42	32		5	12	26	28	10	283
	DIARRHEE	8	35	39	30	33	13	7	4	3	15	10	18	215
	HYPERTENS.ARTERIELLE	5	8	21	14	22	20	12	9	16	7	20	19	173
	RHUMAT.ARTICUL.N.PRE	8	9	2	6	28	17	11	8	9	21	19	19	157
	MAL.BUCCO-DENTAIRE	3	2	15	10	25	8	9	3	3	20	11	24	133
	DERMATOSE	3		8	13	20	11	7	4	9	20	16	17	128
	DOULEURS ABDOMINALES	9	9	4	5	3	4	11	8	4	8	10	16	91
	ANEMIE	4	4	11	7	11	6	3	4	7	7	9	4	77
	AUT.AFF.OREILLE	2	3	3	5	15	9	9	4	5	5	10	3	73
	CONJONCTIVITE	4	4	9	12	4	6	7	4		7		3	60
	ABCES ET PHLEGMONS	2		7	5	5	7	6	6	5	6	5	3	57
	ANGINE/AMYGD.AIGUE	3	3	9	4	12	5	2		5	3	5		51
	ECOULEMENT VAGINAL	5	2	5	1	1	14	2	6	3	5	1	4	49
	ECOULEMENT URETRAL	4	1	2	6	8	4	3	5	4	4	2	3	46
	INF.AIG.V.RESP.SUP.					3		26			13	2	2	46
	DOULEURS ABDOM. BASS	7	4	2	3	3	1	1	3	5	8		5	42
	GASTRO-ENTERITE			2	3	3	9	5		2	7	5	2	38
	MORSURES VENIMEUSES	5	2	5	1	3	5		3	2	6	3	1	36
	DYSENTERIE	2	2	7	4	4	3				4	3	4	33
	VARICELLE	2	3	2	2	3	3	4		3			4	26
	FIEVRE TYPHOIDE							23						23
	ULCERATION GENITALE	1			3	1	1	1			7	1	7	22
	DIABETE				1	2	5	2	1		1	6		18
	ASTHME		2			5	2		2	1	3		2	17
	MENACE D'AVORTEMENT	2		2	4	1		1		1	2		3	16
	DREPANOCYTOSE	3	1	1	1	3				1	2		1	13
	ZONA				3	1					3	1	2	10
	PANARIS	2		1		1	1	2					1	8
	CANDIDOSES											7		7
	CATARACTE							3				4		7
DYSPLASIE BEN.SEINS			1	2			1				2		6	
PSYCHOSE AFFECTIVE				5						1			6	
RETENTION URINAIRE	3				1	1					1		6	
MYCOSES							5						5	
FRACTURE SANS PRECIS			1	1			2						4	
GASTRITE/DUODENITE				4									4	
HERNIE INGUINALE					1	1						2	4	

ULCERE ESTOMAC								4						4
BRULURES				1	1						1			3
EPISTAXIS			2	1										3
HERNIE ABDOM.N.P										2	1			3
ACCID.VASCUL.CEREB								2						2
COQUELUCHE									2					2
EPILEPSIE										1		1		2
HYPOGLYCEMIE								2						2
ICTERE NON PRECIS									2					2
INTOX.N.MEDICINALE								2						2
INTOX.PAR ALCOOL								2						2
INTOX.PAR MEDICAMENT					2									2
TROUB.MENOPAUS/POSTM								2						2
AMIBIASE								1						1
GONOCOCCIE								1						1
IMPUISS.SEXUELLE										1				1
INTOX.PESTICIDES AUT										1				1
MALNUT.PROTEINO-CALO			1											1
SINUSITE CHRONIQUE								1						1
TROUB.PERSONNALITE				1										1
VIOL								1						1
Tot APEYEME		298	426	650	627	704	575	469	302	310	730	521	536	6148

ENFERMEDADES HOSPITAL DE APÉYÉMÉ AÑO 2009		
LOCALIDAD	ENFERMEDAD	nº de casos
APÉYÉMÉ	PALUDISMO (2619)	2619
	HERIDAS - TRAUMATISMOS (803)	803
	INFECCIONES (535)	535
	PARSITOS INTESTINALES (445)	445
	DIARREA (215)	215
	HIPERTENSIÓN ARTERIAL (173)	173
	REUMATISMO ARTICULAR (157)	157
	ENFERMEDAD BUCO-DENTAL (133)	133
	DERMATOSIS (128)	128
	DOLOR ABDOMINAL (91)	91
	ANEMIA (77)	77
	OTROS (772)	772

## ANEXO V



### INVITATION

*Pour poursuivre ses différents projets notamment celui d'adduction d'eau potable, l'association espagnole IROKO invite M/Mm..... à prendre part à une importante réunion ce samedi 31 Juillet 2010 au centre communautaire de Danyi -Apéyémé à 15h 00.*

*Votre présence est vivement souhaitée.*



### INVITATION

*Pour poursuivre ses différents projets notamment celui d'adduction d'eau potable, l'association espagnole IROKO invite M/Mm..... à prendre part à une importante réunion ce samedi 31 Juillet 2010 au centre communautaire de Danyi -Apéyémé à 15h 00.*

*Votre présence est vivement souhaitée.*

## ANEXO VI



# QUESTIONNAIRE

**Note** : Ce questionnaire a pour but de collecter des informations pouvant permettre d'avoir une vue plus précise sur la quantité des ordures ménagères dans chaque famille. Ceci servira à une évaluation des besoins par habitants pour la planification des projets de développement de l'ONG espagnole IROKO DFS et de ses associations locales partenaires.

Ce questionnaire est beaucoup plus spécifique pour les études préliminaires du projet gestion des ordures ménagères et infrastructures d'assainissement qui en cours d'études par IROKO et ses partenaires.

***Merci d'avance pour votre franche collaboration.***

VILLAGE: \_\_\_\_\_

QUARTIER: \_\_\_\_\_

NOM DE LA FAMILLE: \_\_\_\_\_

MAISON: \_\_\_\_\_

1. Combien de personnes vivent dans ta maison ?

2. Dans ta maison, Combien y a-t-il d'enfants ?

**Les ordures organiques :**



3. Combien de jours il t'a fallu pour remplir ta poubelle des déchets organiques?

4. Vos ordures organiques comportent elles :

Des restes de nourriture ? OUI  NON

Des restes d'animaux ? OUI  NON

Des restes de la récolte ? OUI  NON

Des feuilles des arbres? OUI  NON

**Les déchets inorganiques :**



5. Combien de jours il t'a fallu pour remplir ta poubelle des déchets inorganiques?

6. Vos déchets inorganiques comportent elles :

Des sacs en plastique? OUI  NON

Des boîtes à conserve? OUI  NON

Des bouteilles en plastique? OUI  NON

**Les déchets dangereux :**

7. Vos ordures ménagères dangereuses comportent elles :

Des médicaments? OUI  NON

Des batteries? OUI  NON

Des produits chimiques? OUI  NON

8. Accepteriez – vous séparer des déchets organiques des déchets inorganiques ?

OUI  NON

9. Accepteriez – vous qu'on réalise un projet de gestion des ordures ménagères pour le village?

OUI  NON

## ANEXO VII



## RESULTAT DU QUESTIONNAIRE

	APEYEME	QUARTIER							
		ZONGO	NYAMEGBE	KPODZI	WASHIGTON	DOME	KLOMPE	ADAMPE	TODOMÉ
1	Enfants de 0 à 1 ans	19	5	29	11	24	61	62	51
2	Enfants de 1 a 5 ans	65	16	81	34	57	131	137	126
3	Enfants 5 à 14 ans	106	31	137	75	92	165	145	182
4	Enfants 15 à 19 ans	99	17	96	78	73	118	94	139
5	Femmes adultes de 20 à 44 ans	101	25	118	67	99	187	173	186
6	Hommes adultes de 20 à 44 ans	133	15	135	42	87	171	165	181
7	Adultes ayant plus de 45 ans	40	16	60	39	45	112	120	104
8	Personnes qui vivent	563	125	656	346	477	945	896	964
9	Enfants qui vont a l'école	282	61	280	185	161	333	346	398
10	Nombre de maisons avec lumière	20	6	25	10	13	21	29	30
11	Nombre de maisons avec latrines	20	5	26	13	7	17	20	26
12	Nombres de litres achetés par semaine	5041	925	12145	1285	8960	7950	16907	12799
13	Nombres de familles qui achètent l'eau potabl	22	4	29	9	25	23	54	40
14	Nombres de familles qui vivent	60	15	64	35	44	69	92	91
15	Nombres de familles sans latrine	40	10	38	22	37	52	72	65
16	Pourcentage de familles sans latrine (%)	66,67%	66,67%	59,38%	62,86%	84,09%	75,36%	78,26%	71,43%



	TOTAL	POURCENTAGE
1	Personnes qui vivent à APEYEME	4972 100%
2	Enfants de 0 à 1 ans	262 5%
3	Enfants de 1 a 5ans	647 13%
4	Enfants 5 à 14ans	933 19%
5	Enfants 15 à 19 ans	714 14%
6	Femmes adultes de 20 à 44 ans	956 19%
7	Hommes adultes de 20 à 44 ans	929 19%
8	Adultes ayant plus de 45 ans	536 11%
9	Enfants qui vont a l'école	2046 41%
	TOTAL	POURCENTAGE
1	Nombres de familles qui vivent à APEYEME	470 100%
2	Nombre de maisons avec lumière	154 33%
3	Nombre de maisons avec latrines	134 29%
4	Nombre de maisons sans lumière	316 67%
5	Nombre de maisons sans latrines	336 71%
	TOTAL	POURCENTAGE
1	Nombres de familles qui achètent l'eau potabl	206 44%
2	Nombres de litres achetés par semaine	66012 -

## ANEXO VIII



# ASSOCIATION DES JEUNES VOLONTAIRES POUR L'ÉDUCATION ET LA SANTÉ (A.J.E.V.E.S)

Devise: *Tous unis pour le développement pour tous.*

---

## FORMATION DES COMITES DANS LE CADRE DU PROJET DE LATRINES ET GESTION DES ORDURES MENAGERES A DANYI

Après plusieurs réflexions sur la manière adéquate qu'il faudra utiliser pour réussir le projet de latrines et de gestion des ordures ménagères à Danyi, nous avons fait des réunions et nous avons convenu les propositions suivantes.

Considérant le fait que le ou les projets doivent continuer même il n'y a aucun membre d'Iroko au Togo, et que la gestion du projet après sa réalisation est aussi très importante, nous aurons à créer deux comités :

### COMITE DE SUIVI DES TRAVAUX

Ce comité est purement constitué par AJEVES et sera chargé :

- gestion des matériels ;
- recrutement de la main d'œuvre locales nécessaires,
- gestion des ressourcements qui seront mise à la disposition pour la suite des travaux,
- rédiger un rapport 2 fois par mois sur l'avancé des travaux,
- relations avec les autorités.

Ce comité, va donc s'occuper de toutes les travaux qui restent pour la construction de la latrine expérimentale et des autres activités sur les fosses pour les ordures. A long terme, quand le financement sera disponible, ce comité est habilité à continuer les travaux de constructions des autres latrines et autres fosses même s'il n'y a aucun membre d'Iroko sur place. Ce comité fournira les onc les justificatifs à Iroko dans les règles et les normes à définir plus tard par les deux parties.

Il sera composé comme suit :

- Coordinateur : ATRAH Y.S. Philippe, Président AJEVES. Il est le premier responsable de ce comité et le représente moralement auprès d'Iroko et de la population de Danyi.
- Secrétaire : KOFFIGAN Sena
- Trésorier : AMEWO Raoul
- Chargé à la mobilisation : KOFFIGAN Boga

Le comité président du comité de l'eau, AVOUSSE Koffi, sera conseiller, responsable des relations avec la chefferie et va aider AJEVES à la gestion des matériels.

Au total on a donc cinq personnes dans ce comité. Ce comité disparaîtra juste à la fin de la construction de toutes les latrines et des fosses des ordures et un Comité Environnemental va continuer la gestion.

## **II- COMITE ENVIRONNEMENTAL**

Il aura pour rôle de mobiliser la population durant le projet pour les travaux communautaires et va s'occuper de la gestion des installations et à leur entretien à la fin du projet.

Il sera composé 9 membres répartis comme suit :

- Représentant du Chef
- Représentant des notables ;
- Représentant des femmes
- Représentant du CVD ;
- Trois (3) représentants des jeunes dont au moins une femme ;
- Deux (2) représentants d'associations de développement communautaire.

Les personnes seront choisies par les autres qu'elle représente. Ils s'organiseront entre eux pour avoir un bureau composé de :

- président,
- secrétaire
- secrétaire adjoint
- trésorier
- trésorier adjoint
- chargé à l'information et à la mobilisation ;
- conseillers

Ces membres seront choisis ultérieurement puis présentés aux autorités et à la population. Ils auront un mandat de 2 ans renouvelable.

## ANEXO IX

## PRESUPUESTO UNITARIO DE MÓDULO DE LETRINAS COMUNITARIO

Nº	DENOMINACIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNIT (FCFA)	PRECIO UNIT. (€)	ASCENDENTE (€)	
						PARCIAL	TOTAL
<b>ALBAÑILERÍA</b>							
1	Cemento	tonelada	6	85000	129,57	777,44	
2	Barra de metal corrugado Ø6	barra (6m)	33	850	1,30	42,76	
3	Barra de metal corrugado Ø8	"	60	1450	2,21	132,62	
4	Barra de metal corrugado Ø10	"	5	2250	3,43	17,15	
5	Clavos de 100mm	kg	1	850	1,30	1,30	
6	Sombrero de PVC Ø100mm	unidad	5	1800	2,74	13,72	
7	Tubería de PVC Ø100mm	unidad (4m)	5	3500	5,34	26,68	
8	Regilla anti-moscas	m <sup>2</sup>	2	1200	1,83	3,66	
9	Cable de metal recubierto	r/x	1,5	4000	6,10	9,15	
10	Bambu para encofrado	unidad	15	300	0,46	6,86	
11	Madera blanca para encofrado	unidad	12	1500	2,29	27,44	
12	Lamina de contrachapado	unidad	1	4000	6,10	6,10	
							1064,86
<b>POSIBLES TRABAJOS COMUNITARIOS</b>							
13	Arena fina	viaje (7m <sup>3</sup> )	3	50000	76,22	228,66	
14	Grava	viaje (4m <sup>3</sup> )	1	30000	45,73	45,73	
15	Excavación	m <sup>3</sup>	45	1500	2,29	102,90	
16	Agua	tonel	25	400	0,61	15,24	
							392,53
<b>PINTURA</b>							
17	Pintura al aceite	Bote	4	9000	13,72	54,88	
18	Cal viva blanca	Saco (20kg)	1	6000	9,15	9,15	
19	Cal viva amarilla	kg	6	700	1,07	6,40	
20	Sal	Bote	2	1000	1,52	3,05	
							73,48
<b>PUERTAS Y CUBIERTA</b>							
21	Marcos (5m)	unidad	12	1500	2,29	27,44	
22	Plancha de madera blanca	unidad	8	1500	2,29	18,29	
23	Clavos de 100mm	kg	2	850	1,30	2,59	
24	Asa (tirador)	unidad	4	300	0,46	1,83	
25	Bisagras	par	4	500	0,76	3,05	
26	Pestillo	unidad	4	300	0,46	1,83	
27	Cable de metal galvanizado	r/x	1	4000	6,10	6,10	
28	Hojas de chapa (2,44mx0,8m)	unidad	10	2500	3,81	38,11	
29	Cubierta para la chapa	unidad	3	1500	2,29	6,86	

						106,10
	Coste material					1636,97
	<b>EJECUCIÓN</b>					
30	Transporte			5%		81,85
31	Seguimiento técnico					
32	Mano de obra especializada					430,79
33	Mano de obra no especializada					38,11
34	Fabricación					57,93
35	Imprevistos			5%		81,85
	<b>Coste total unitario</b>					2327,49
	<b>Coste total unitario con trabajo comunitario</b>					2163,62

Nº	DESIGNACIÓN DE LA MANO DE OBRA	U	CANTIDAD	PRECIO UNIT (FCFA)	PRECIO TOTAL (FCFA)	PRECIO TOTAL (€)
	<b>Mano de obra especializada</b>					
1	Jefe de obra	1	26	2500	65000	99,09
2	Albañil	3	25	2000	150000	228,66
3	Armadura	1	18	1200	21600	32,93
4	Carpintero (encofrado)	1	3	6000	18000	27,44
5	Carpintero (cubierta)	1	1	10000	10000	15,24
6	Carpintero (puertas)	1	4	4500	18000	27,44
					282600	430,79
	<b>Mano de obra no especializada</b>					
3	Peón	1	25	1000	25000	38,11
					25000	38,11
	<b>Fabricación</b>					
8	Fabricación de bloques	1	35	400	14000	21,34
9	Fabricación de ladrillo estabilizado rojo	1	20	1200	24000	36,59
					38000	57,93
	Total prestación				345600	526,83

## ANEXO X

### PRESUPUESTO RELLENOS SANITARIOS

Nº	DENOMINACIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNIT (FCFA)	PRECIO UNIT (€)	ASCENDENTE (€)	
						PARCIAL	TOTAL
<b>RELLENOS SANITARIOS (16)</b>							
1	Excavación	m <sup>3</sup>	81	1500	2,29	185,21	
2	Tubería de PVC Ø100mm	unidad (4m)	2	3500	5,34	10,67	
							195,88
	Coste de los 16 rellenos sanitarios		16		195,88		3134,08
<b>VALLADO PERIMETRAL (16)</b>							
3	Bambu para valla y chimeneas	unidad	30	300	0,46	13,72	
4	Cable de metal galvanizado	r/x	1	4000	6,10	6,10	
							19,82
	Coste de los 16 vallados perimetrales		16		19,82		317,12
<b>CONTENEDORES</b>							
5	Cubos	unidad (100l)	234	6000	9,15	2140,24	
6	Soportes de metal	unidad	117	7750	11,81	1382,24	
							3522,48
	<b>Coste material</b>						<b>6973,68</b>
<b>EJECUCIÓN</b>							
7	Transporte			5%		348,68	
8	Imprevistos			5%		348,68	
9	Soldador	Soporte	117	2500	3,81	445,88	
10	Albañil	Soporte	117	1000	1,52	178,35	
11	Carpintero	Valla	16	6000	9,15	146,34	
							1467,95
	<b>Coste total unitario</b>						<b>8441,63</b>
	<b>Coste total unitario con trabajo comunitario</b>						<b>5478,22</b>

## ANEXO XI

### PRESUPUESTO MATERIAL DE TRABAJO /GESTIÓN DE RSU

Nº	DENOMINACIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (FCFA)	PRECIO UNITARIO (€)	ASCENDENTE (€)	
						PARCIAL	TOTAL
<b>MATERIAL DE TRABAJO/GESTIÓN RSU</b>							
1	Carretas	unidad	4	180000	274,39	1097,56	
2	Carretillas	unidad	4	18000	27,44	109,76	
3	Palas	unidad	12	3500	5,34	64,02	
4	Rastrillos	unidad	12	1500	2,29	27,44	
5	Picos	unidad	5	3000	4,57	22,87	
6	Machetes	unidad	2	2000	3,05	6,10	
7	Botas	par	50	5000	7,62	381,10	
8	Guantes	par	50	2000	3,05	152,44	
9	Máscaras	unidad	50	500	0,76	38,11	
	<b>Coste total unitario</b>						<b>1899,39</b>

**ANEXO XII**

**PRIMERA PROPUESTA DE AJEVES.**

**ASSOCIATION DES JEUNES VOLONTAIRES POUR  
L'EDUCATION ET LA SANTE.**

**A.JE.V.E.S - TOGO**

**PROJET DE GESTION  
COMMUNAUTAIRE DES  
ORDURES MENAGÈRES  
DANS LA VILLE DE DANYI  
APEYEME.**

**REPUBLIQUE TOGOLAISE**

**Préfecture de Danyi ; Canton d'ATIGBA**

**Commune d'Apéyémé.**

**Ville d'Apéyémé.**

**Association AJEVES.**

## **I. RESUME DU PROJET**

- A. Nom du projet : gestion communautaire des ordures ménagères.
- B. Promoteur : AJEVES
- C. localités où le projet sera exécuté : Danyi Apéyémé.
- D. Domaines d'intervention : collecte des ordures ménagères
- E. Programme opérationnel à court terme : promouvoir une gestion durable des ordures axée sur la participation de la population.
- F. Population cible : plus de 4000 habitants soit environ 400 familles.
- G. Durée d'exécution : environ 6 mois.
- H. Coût global du projet :

Ce projet est structuré en tenant compte des réalités du milieu les contraintes socio-économiques de la population de Danyi Apéyémé. De manière pratique, des poubelles seront déposées à des endroits précis dans la ville et aussi dans les écoles, les églises, le marché. Des seront creusés afin de permettre aux ménages d'y déverser leurs ordures. Ces fosses seront clôturées avec du bambou pour éviter que les enfants ou des animaux en divagation ne tombent dedans. Il est aussi prévu des toitures avec de la tôle pour éviter que ces fosses ne soient remplies d'eau en période de grandes pluies. Les membres d'AJEVES se portent garant pour collecter les ordures des poubelles de la ville avec des charrettes et les déverser ensuite dans les fosses. Les églises et les écoles se chargeront des poubelles à leur niveau.

Une fois ces fosses remplies, les ordures seront brûlées. Ceci deviendra du fumier qui pourra servir à l'agriculture.

Pour la réussite es activités ce projet un accent particulier et important sera mis sur la sensibilisation qui est la clé de réussite de ce projet.

## **II. Contexte et justification.**

La gestion des ordures ménagères dans la ville d'Apéyémé est un sérieux problème qui préoccupe toute la population de la commune, eu égard aux conséquences fâcheuses qu'entraîne cet état de choses. Ça et là sont jetés des ordures ; malheureusement la plupart des sources d'approvisionnement en eau de la population sont situées dans des bas-fonds et choses curieuses : il y a presque un ou plusieurs dépotoirs en amont de ces rivières. Cette situation entraîne de très nombreuses conséquences dont les plus récurrentes sont les maladies et au pire le taux de mortalité élevée. Les couches les plus exposées par les risques sont notamment les enfants ; les femmes et les jeunes qui pourtant la tranche la plus active. Il en résulte donc qu'un mauvais assainissement de notre milieu et de près un grand frein au développement sur presque tous les plans.

Il est donc impérieux de freiner l'évolution anarchique des maladies en adoptant un système adéquat de gestion des ordures ménagères. C'est ce qui justifie l'initiation de ce projet de gestion des ordures ménagères dans la ville de Danyi Apéyémé par l'Association des Jeunes Volontaires pour l'Education et la Santé (AJEVES).

## **III. Description de la zone de réalisation du projet**

La ville de Danyi Apéyémé est notamment le chef lieu de la préfecture de Danyi dans la région des plateaux au Togo. Elle est située à environ 160 Km de la capitale du pays et à 48 km de la ville de Kpalimé.

La ville d'Apéyémé a été bâtie vers 1905 par une vague du peuple Ewé ayant quitté le royaume d'Agbobo à la recherche de terre cultivable pour leur propre autonomie.

La ville souffre d'un grand problème d'infrastructures. L'approvisionnement en eau est un problème que la ville connaît depuis presque 4 générations, mais ce problème devient plus alarmant aujourd'hui où la population est sans cesse croissante.

Un groupe électrogène fournit de l'électricité de manière non permanente de 8h à midi puis de 15h à 22h. Cela certes, résout un sérieux problème d'énergie mais ne permet pas l'installation de structures adéquate comme industrie artisanale, banque, centre informatique avec accès à l'Internet, etc.. il va sans dire donc que la création d'emploi pour les jeunes surtout demeure sans solution adéquate. Ceux-ci

pour la plupart se livre donc aux activités champêtres traditionnelles, au taxi moto ou à l'exercice d'un métier parfois pas très rentable pour subvenir aux besoins de leur famille. Ceux qui payent donc la lourde tribu sont malheureusement parfois les femmes, jeunes filles et les enfants parfois laissés à leur propre sort.

L'activité principale de la population est l'agriculture traditionnelle avec des outils rudimentaires tels que la houe, les coupe-coupe, la daba, etc. ... on y produit le maïs, l'arachide, le manioc ; l'igname, le taro, le riz, le haricot mais aussi des produits maraîchers comme le chou, le haricot, le poivron ; l'aubergine pour exportation vers la capitale.

C'est une région très fruitière avec des espèces comme l'ananas, l'orange, l'avocat, la banane, la papaye et autre.

Les produits de rentes tels que le café et le cacao qui jadis faisaient la fierté des producteurs ne sont plus à leur valeur des vieux jours et peu sont ceux qui s'y intéressent. D'ailleurs la plupart des plantations sont détruites pour libérer de espaces aux produits vivriers.

C'est un milieu très scolarisé qui dispose de 6 écoles primaires, de 4 collèges (laïque et confessionnelles), et d'un grand lycée pour toute la préfecture.

Il existe un centre hospitalier préfectoral avec les services de médecine, laboratoire, maternité et un service de vaccination qui est également chargé l'hygiène et assainissement dont les activités sont définies pour toute la préfecture ce qui n'a souvent pas d'effets visibles à échelle réduite. Il faut aussi noter qu'il s'agit d'un service d'appui et de conseil technique.

Plusieurs religion, plusieurs ethnies se côtoient sans rivalité, l'une des plus grandes vertus de ce milieu qui attire par son climat et sa végétation est son l'hospitalité.

#### **IV. Objectifs du projet.**

Ce projet a pour objectif principal l'amélioration des conditions sanitaires des populations bénéficiaires par une approche participative axée sur l'assainissement du milieu.

De manière spécifique ; il s'agira essentiellement de :

Contribuer à l'élimination des dépôts sauvages d'ordures qui constituent des lieux de prolifération par excellence des microorganismes responsables des maladies les plus fréquentes dans la zone ;

Promouvoir la participation communautaire dans les initiatives de développement ;

Sensibiliser les populations sur les impacts sanitaires et socio-économiques d'un bon assainissement du milieu ;

Réduire l'insalubrité dans la ville d'Apéyémé.

## **V. Résultats attendus.**

Les actions du projet auront un impact positif dans les zones d'intervention. L'enlèvement des dépôts sauvages d'ordures et leur évacuation permet à la population de vivre dans un environnement sain. Il permettra essentiellement de diminuer :

- les ennuis causés par les odeurs des déchets entassés dans la plupart des lieux publics et/ou abandonnés ;
- Le taux de fréquence des maladies ;
- La prolifération des moustiques et autres insectes nuisibles, etc.

Les prévisions suivantes sont établies à partir du moment où le projet est exécuté :

- 100 % des populations sont sensibilisés sur les méfaits d'une mauvaise gestion des ordures ;
- chaque membre de la population devient gardien de l'insalubrité publique dans la ville ;
- 100 % des personnes sensibilisées sont impliquées dans le projet pour son heureux aboutissement ;
- toutes les rivières qu bord ou à la source desquelles les ordures étaient jetées ne sont plus exposées à cette pollution ;
- la ville d'Apéyémé est devenu propre et mise à l'abri de l'insalubrité ;
- les gens ne sont plus exposés aux maladies liées à la mauvaise gestion des ordures.

- les initiatives communautaires sont plus accentuées.
- Une amélioration de la santé des femmes et des enfants (environnement sain et salubre) avec une diminution des facteurs de transmission des maladies et ainsi une diminution des dépenses liées aux soins :

## **VI. ORGANISATION DU PROJET**

### **A. Acteurs.**

Ce projet est initié par l'Association des Jeunes Volontaires pour L'Education et la Santé (AJEVES) avec l'aide de ses partenaires et associés.

AJEVES est une association qui a pour but de contribuer à l'amélioration des conditions et la qualité de vie des populations en générale, et des jeunes en particulier afin de les motiver à œuvrer pour un développement durable de notre société. Elle poursuit les objectifs suivants :

- lutter contre la déperdition scolaire ;
- promouvoir la santé et le bien-être des populations en œuvrant à la satisfaction des besoins exprimés par les populations ;
- protéger l'environnement ;

Pour y parvenir, l'Association dispose des moyens d'action suivants :

- informer, sensibiliser et former la population ;
- organiser des colloques, conférences-débats, rencontres, camps ou ateliers ;
- collaborer avec les institutions nationales ou internationales, les ONG, associations et les collectivités locales ;
- élaborer et exécuter des projets de développement en faveur des populations.

AJEVES dispose d'une expérience de plus de 7 ans avec une Cinquante de jeunes de plusieurs classes socioprofessionnelles (Elèves, étudiants, artisans, médecins, biologistes, juristes, économistes, enseignants, etc ....), avec une , motivation et une détermination remarquable.

Dans le présent projet, plusieurs protagonistes seront associés. Il s'agit entre autre de :

- les autorités locales (Préfecture, Commissariat, gendarmerie, Chefferie..) ;
- le comité villageois de développement (CVD) ;
- la direction préfectorale de la santé notamment le service d'Hygiène et Assainissement ;
- les écoles ;
- les églises et les mosquées ;
- les médias ;
- et tout autre acteur dont la contribution est nécessaire pour la réussite du projet.

## **B. Activités prévues.**

### ➤ **Découpage spatial de la zone**

L'échelle d'intervention sera subdivisée en unités de gestion. Chaque unité comprendra environ 5 à 10 ménages. Ce découpage spatial traduit en fonds de carte doit faciliter la planification des activités, notamment la délimitation des zones, et la trace des itinéraires des charrettes prévues pour le pré collecte.

### ➤ **Enquête d'identification des acteurs de pré collecte et des sensibilisateurs.**

Dans la ville, se fera une identification des acteurs de pré collecte et des sensibilisateurs. Une sélection sera faite par la suite pour une formation leur sera faite sur les enjeux de la collecte des ordures et qu'ils deviennent des interlocuteurs potentiels.

### ➤ **Tenue d'un atelier de présentation du projet**

Cet atelier qui sera convié à l'ensemble des partenaires permettra de cadrer les activités prévues et de présenter les résultats des enquêtes menées.

### ➤ **Former des comités de quartier**

La mise en place de ces comités vise à créer un cadre de concertation communautaire sur la gestion des ordures, notamment le suivi de la prestation des opérateurs de pré collecte. Dans chaque quartier un comité sera élu lors d'une assemblée constitutive. Ces comités de quartiers auront sous leur responsabilité des ménages donnés.

### ➤ **Sensibilisation et Animation sur l'hygiène et la santé**

La difficulté liée à la gestion des ordures est pour la plupart liées au comportement des populations. A cet effet, le projet accordera une place importante à l'animation et à la sensibilisation.

### ➤ **Acquisition des Equipements prévus**

Il s'agit du matériel de collecte (charrettes et petit matériel), informatique, animation (sensibilisation) et de sites de décharge de transit.

### ➤ **Suivi / Evaluation**

Un comité de cinq membres sera mise en place pour la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation des activités du projet.

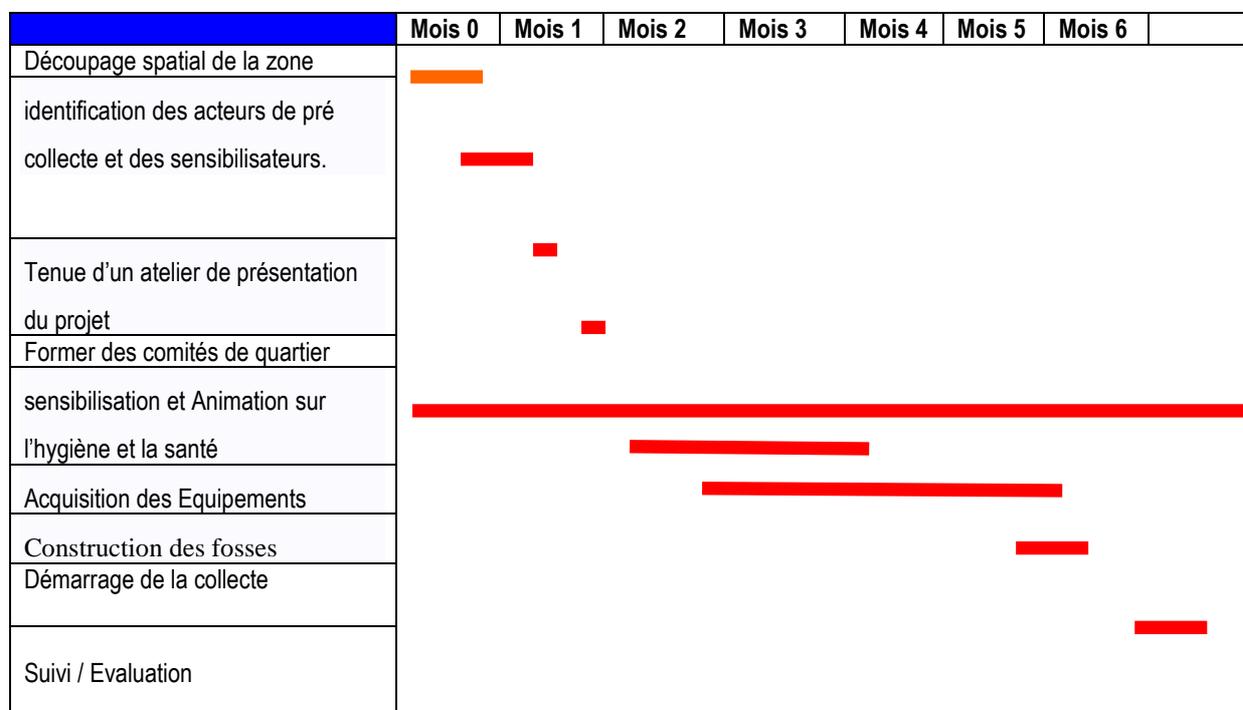
## **VII. MOYENS.**

### **A. Ressources Humaines**

AJEVES se chargera de fournir en concertation avec les autres acteurs du projet, la ressource humaine nécessaire pour toute activité du projet. Il s'agira essentiellement de personnes entièrement volontaires et bénévoles.

Les acteurs professionnels seront recrutés au besoin en fonction des activités qui exigent une expertise technique. Des offres seront reçues, étudiées et validées par le comité d'exécution puis des contrats clairs seront faits avec les concernés.

## B. Ressources temporelles



## C. Ressources financières

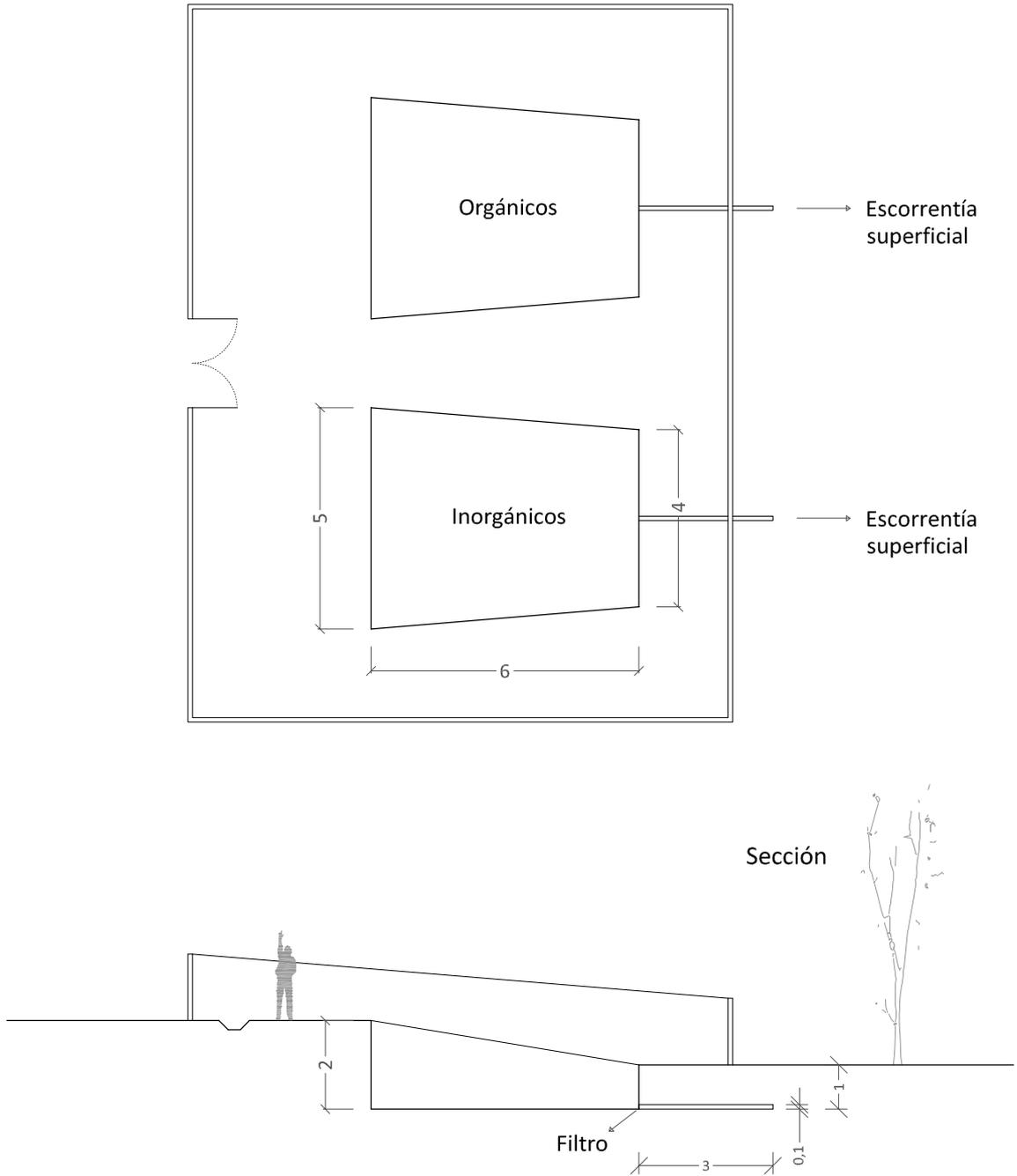
Les prix sont définis en francs CFA

N°	Désignation	Prix unitaire	Quantité	Montant
1.	confection de spot publicitaire pour la radio			
2.	Diffusion des spots en raison de 2 fois / jours		150 jrs	
3.	Confection des affiches et des dépliants		5 mois	
4.	Sensibilisation –animation (théâtre, sketches, ballet, etc.)		5 mois	
5.	Banderoles		3	
6.	Achat de poubelles		35	
7.	Brouettes		10	
8.	Pelles		10	

9.	Râteaux		25+15	
10.	Paires de bottes		15	
11.	Paires de gants		50	
12.	Masques		50	
13.	Enquêtes auprès des ménages			
14.	Formation des sensibilisateurs et des collecteurs			
15.	Atelier de présentation du projet			
16.	Creusée des fosses		15	
17.	Charrettes		12	
18.	Tole			
19.	Planche			
20.	Menuiserie			
21.	Ciment/gravier /sable			
22.	Maconnerie			
23.	Barre de fer/ferailleur			
24.	Coupe coupe		15	
25.	Pioche		10	
26.	Décamètre		2	
27.	Coordination des activités		6 mois	

# PLANOS

### Planta general del recinto de relleno sanitario



### GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LAS POBLACIONES RURALES DE DANYI-APÉYÉMÉ Y TODOMÉ (TOGO - ÁFRICA DEL OESTE) PARA LA ONG IROKO DFS

Proyecto Fin de Carrera  
Universidad Carlos III de Madrid

Autor: ÓSCAR GARCÍA MARTÍN

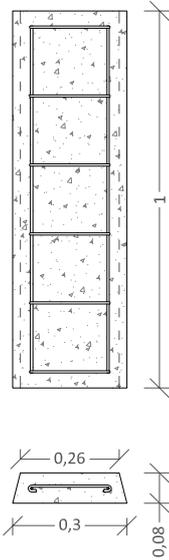
### RELLENOS SANITARIOS

- 1.Planta general
- 2.Sección de terreno

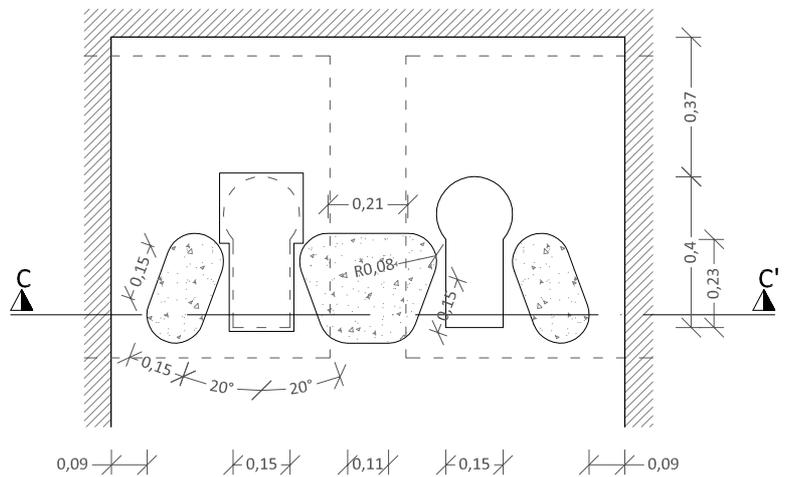
PLANO  
**07**

Escala:  
1/150

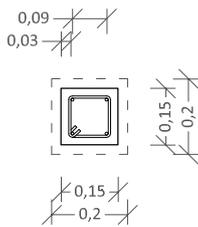
1. Loseta prefabricada exterior



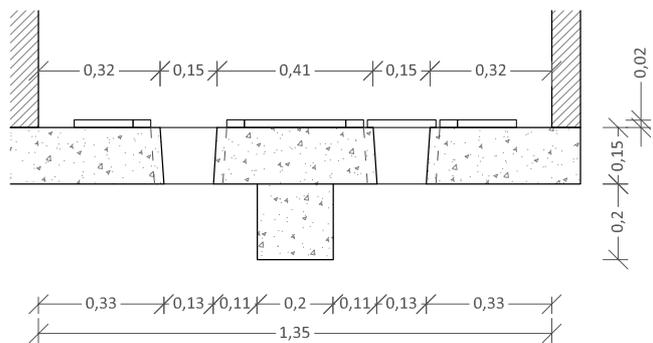
2. Losa interior  
planta



3. Detalle pilar



sección



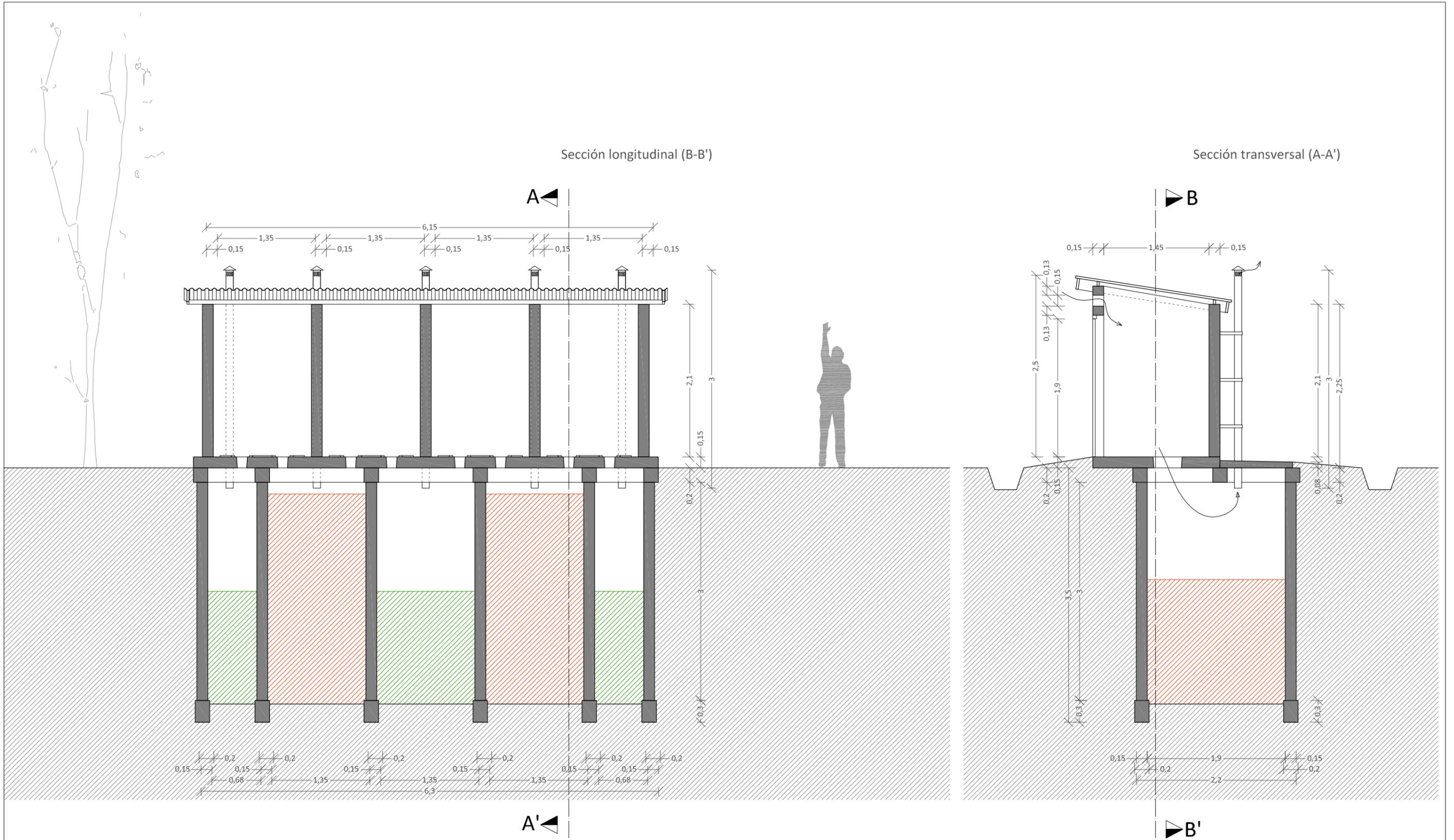
GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LAS POBLACIONES RURALES DE DANYI-APÉYÉMÉ Y TODOMÉ (TOGO - ÁFRICA DEL OESTE) PARA LA ONG IROKO DFS

Proyecto Fin de Carrera  
Universidad Carlos III de Madrid

Autor: ÓSCAR GARCÍA MARTÍN

LETRINAS DE DOBLE FOSA  
Detalles constructivos  
1. Loseta prefabricada exterior  
2. Losa interior 3. Detalle pilar

PLANO  
**06**  
Escala:  
1/20

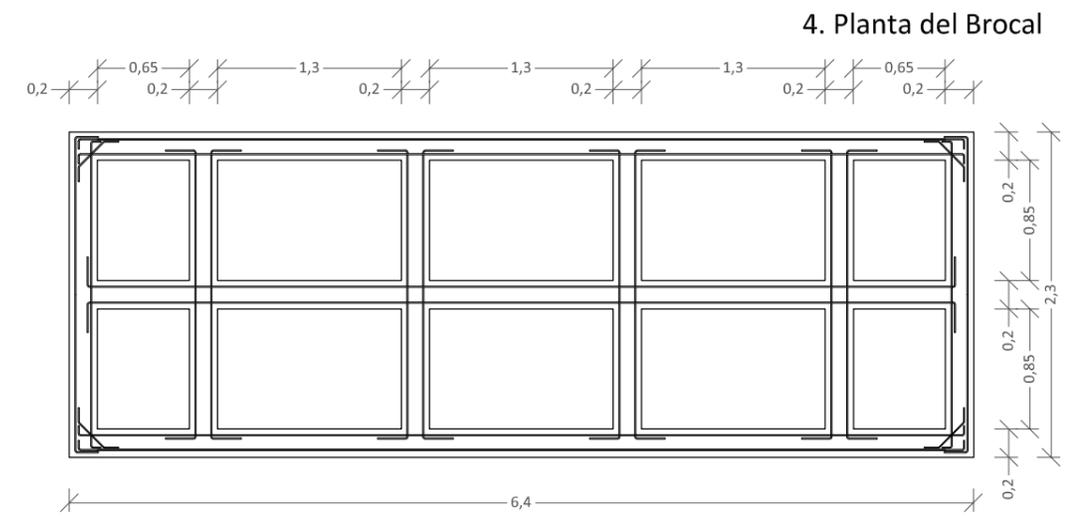
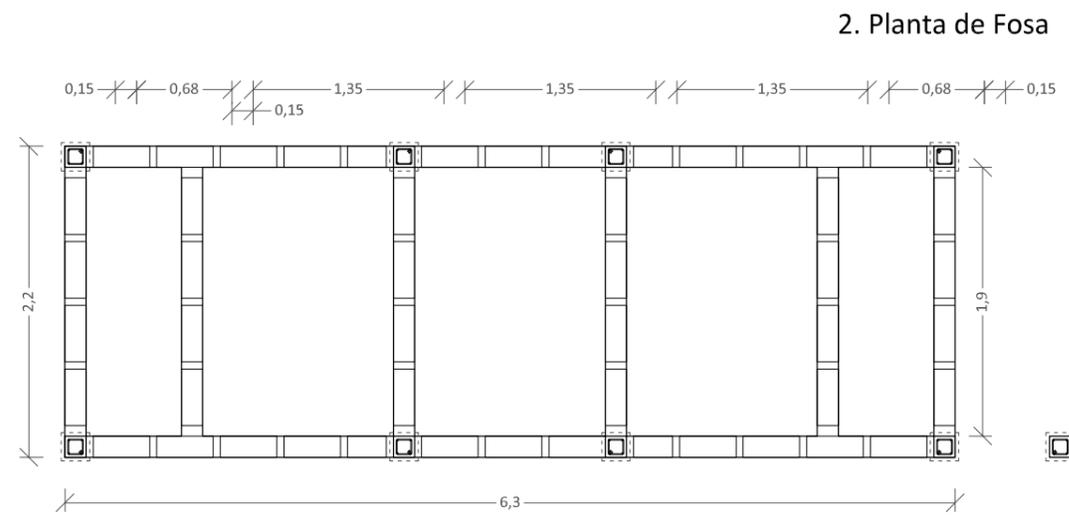
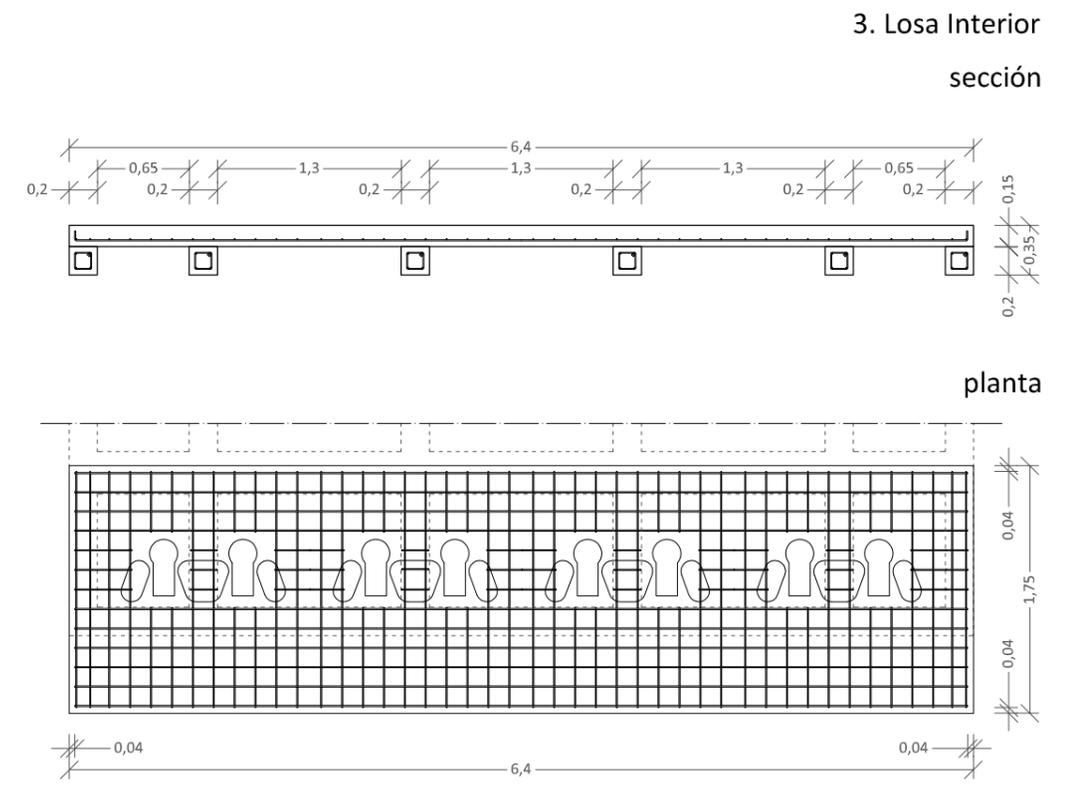
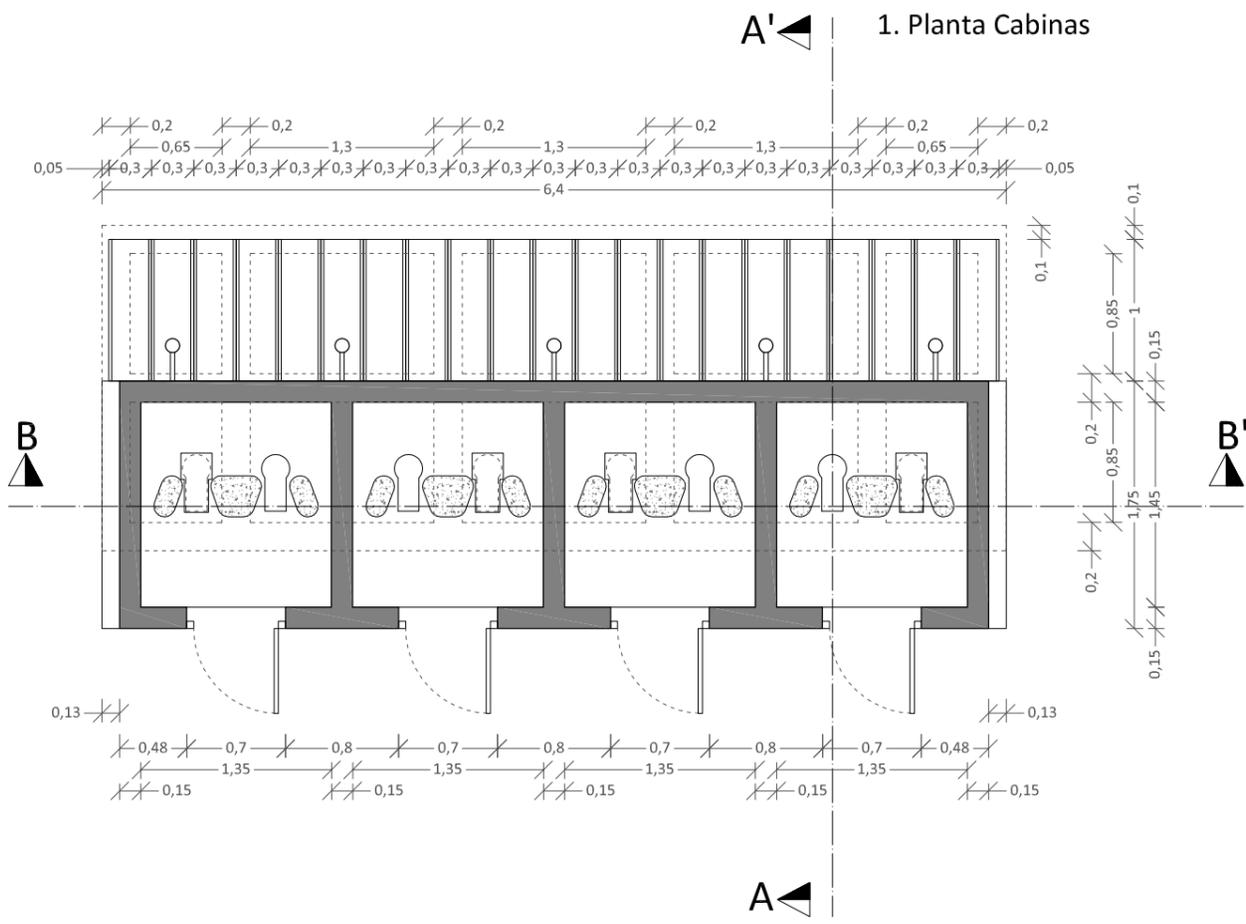


GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LAS POBLACIONES RURALES DE DANYI-APÉYÉMÉ Y TODOMÉ (TOGO - ÁFRICA DEL OESTE) PARA LA ONG IROKO DFS

Proyecto Fin de Carrera  
 Universidad Carlos III de Madrid  
 Autor: ÓSCAR GARCÍA MARTÍN

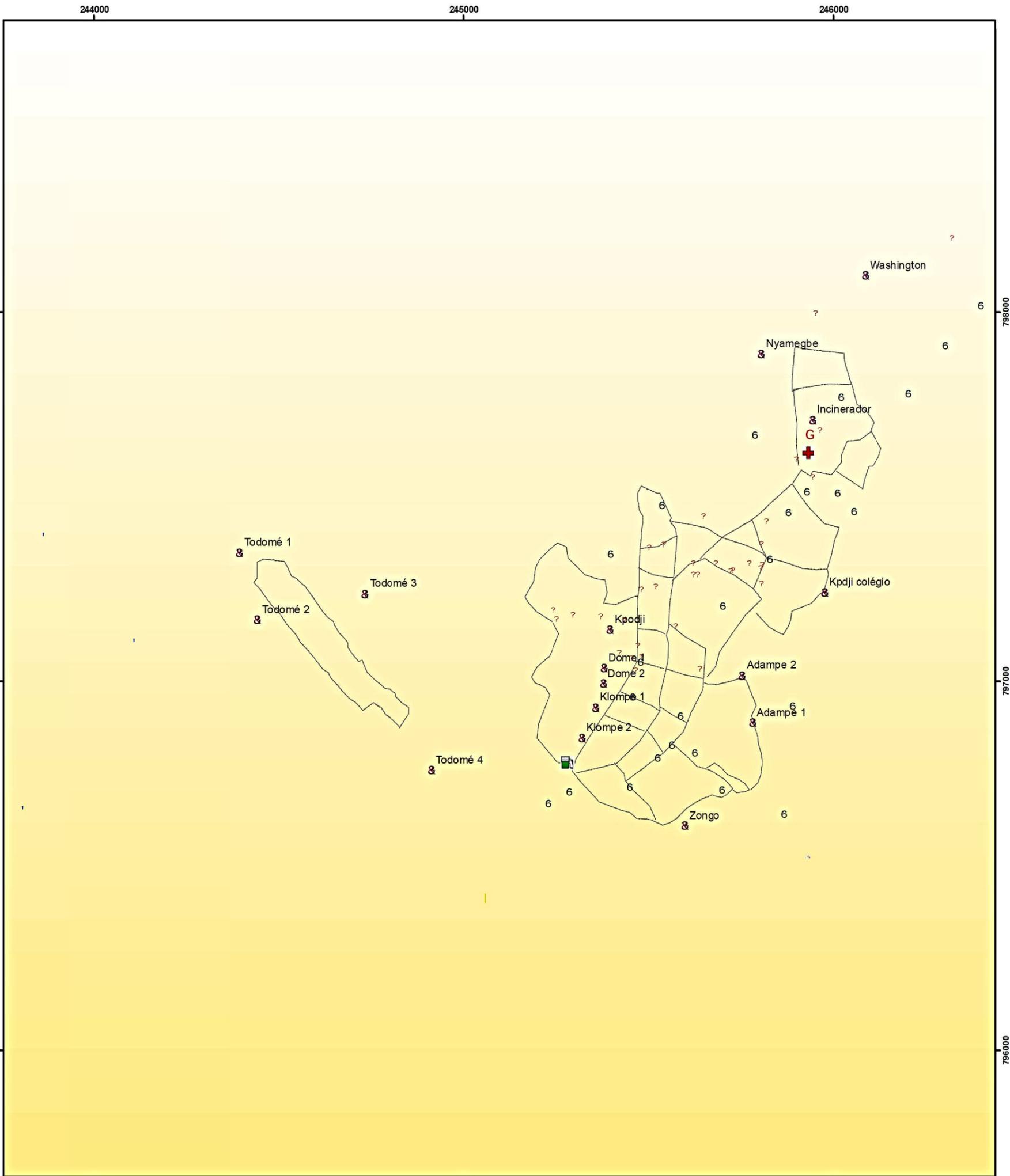
LETRINAS DE DOBLE FOSA  
 Sección longitudinal (B-B')  
 Sección transversal (A-A')

PLANO  
**05**  
 Escala:  
 1/50



**GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LAS POBLACIONES RURALES DE DANYI-APÉYÉMÉ Y TODOMÉ (TOGO - ÁFRICA DEL OESTE) PARA LA ONG IROKO DFS**

Proyecto Fin de Carrera Universidad Carlos III de Madrid	<b>LETRINAS DE DOBLE FOSA</b> 1.Planta de cabinas / 2.Planta de fosa / 3.Losa interior (sección, planta)/ 4.Brocal	PLANO <b>04</b> Escala: 1/50
Autor: ÓSCAR GARCÍA MARTÍN		

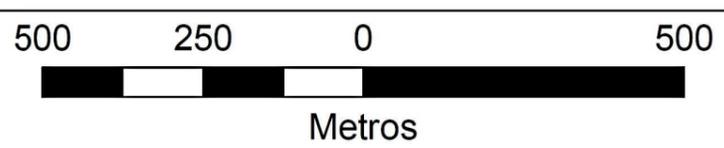


**Leyenda**

- |   |           |   |           |   |             |   |           |
|---|-----------|---|-----------|---|-------------|---|-----------|
| 8 | Depósitos | o | Casa Jefe |   | Gasolinera  | o | Liceo     |
| 6 | Fuentes   | G | Clinica   |   | Laboratorio | o | Manantial |
|   | Correos   | ? | Letrina   | — | Barrios     |   |           |



**PLANO DE UBICACIÓN DE LOS DEPÓSITOS EN DANYI- APEYEME**

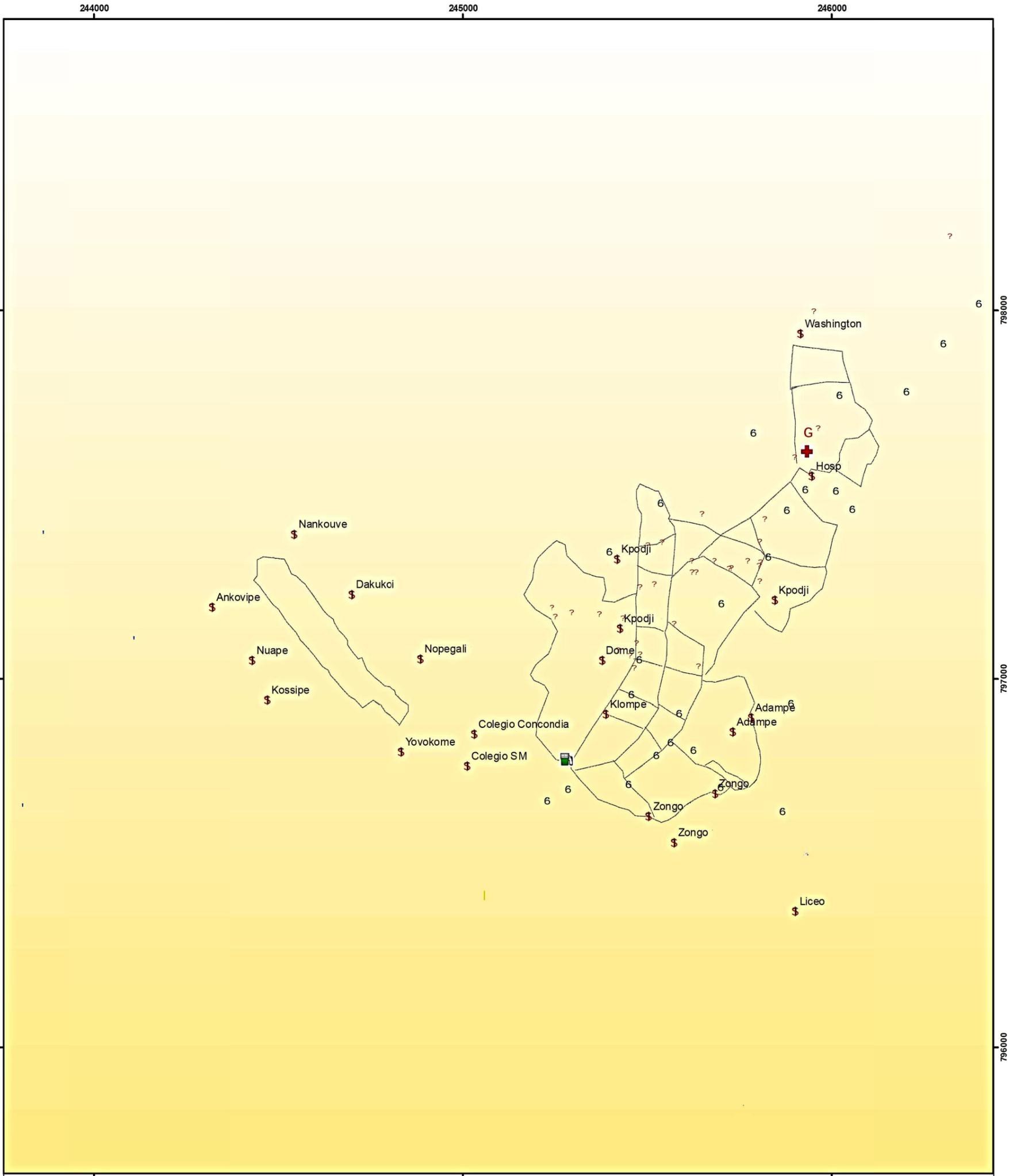


**Plano 3**

ING. INDUSTRIAL ÓSCAR GARCÍA MARTÍN

PROYECCIÓN U.T.M  
Datum WGS84

5 de Octubre 2010

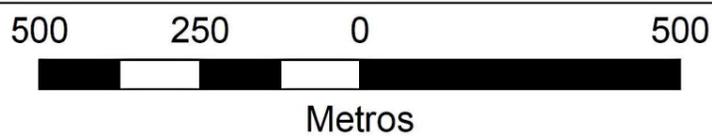


**Legenda**

- |                      |             |             |           |
|----------------------|-------------|-------------|-----------|
| \$ Letrinas_Proyecto | • Casa Jefe | Gasolinera  | Liceo     |
| 6 Fuentes            | G Clinica   | Laboratorio | Manantial |
| Correos              | ? Letrina   | Barrios     |           |



**PLANO DE UBICACIÓN DE LOS DEPÓSITOS EN DANYI- APEYEME**

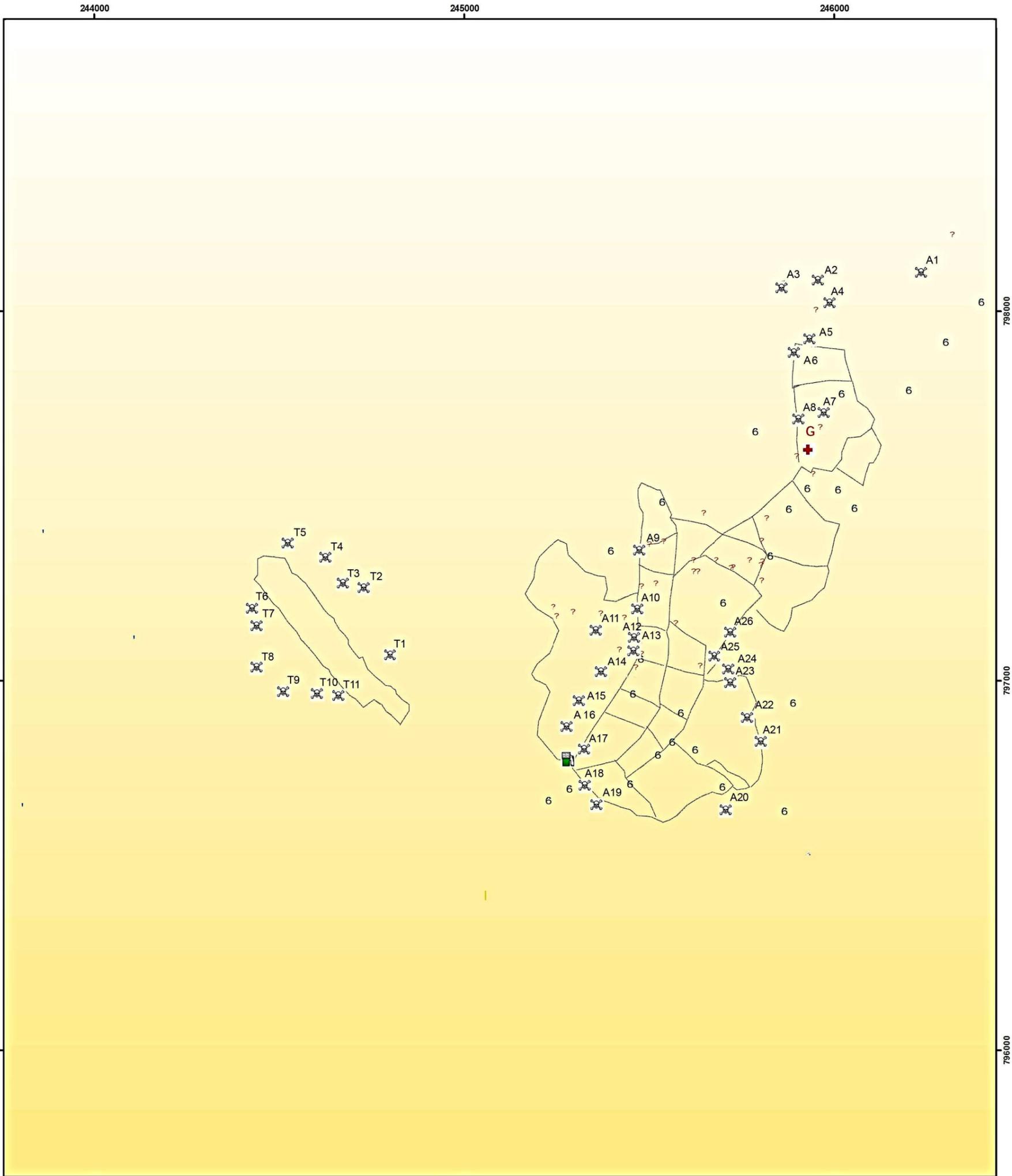


**Plano 2**

ING. INDUSTRIAL ÓSCAR GARCÍA MARTÍN

PROYECCIÓN U.T.M  
Datum WGS84

5 de Octubre 2010

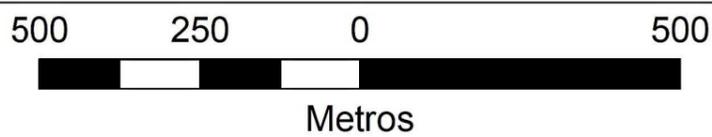


**Legenda**

- |            |           |             |           |
|------------|-----------|-------------|-----------|
| Vertederos | Casa Jefe | Gasolinera  | Liceo     |
| Fuentes    | Clinica   | Laboratorio | Manantial |
| Correos    | Letrina   | Barrios     |           |



**PLANO DE UBICACIÓN DE LOS VERTEDEROS EN DANYI- APEYEME**



**Plano 1**

ING. INDUSTRIAL ÓSCAR GARCÍA MARTÍN

PROYECCIÓN U.T.M  
Datum WGS84

5 de Octubre 2010