



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL**  
**TECNOLOGÍA**

**DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA COMUNIDADES MARGINADAS**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL**

PRESENTA:  
**ISAAC CRUZ LÓPEZ**

**TUTOR PRINCIPAL:**  
MDI. ALEJANDRO RODEA CHÁVEZ  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

**COMITÉ TUTOR:**  
MDI. ANA MARÍA LOSADA ALFARO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
PROF. ALBERTO DÍAZ DE COSSÍO CARBAJAL  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
MDI. BRENDA GARCÍA PARRA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
ING. ULRICH SCHARER SAUBERLI  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

MÉXICO, D. F. AGOSTO 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**AGRADECIMIENTOS:**



## CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES .....	1
1.1	DEFINICIÓN DEL PROYECTO .....	1
1.1.1	PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO .....	1
1.1.2	METODOLOGÍA.....	4
1.1.3	VALIDAR LA PERTINENCIA DEL PROYECTO .....	6
1.1.4	DEFINICIONES.....	7
1.1.5.	HIPÓTESIS .....	8
1.1.6	OBJETIVO GENERAL.....	8
1.1.7	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.1.8	ALCANCES DEL PROYECTO.....	8
1.2	RECOPILACIÓN DE DATOS .....	9
1.2.1	REGIÓN MIXTECA .....	9
1.2.2.	DESARROLLO HUMANO .....	15
1.2.3	DISEÑO PARTICIPATIVO EN LAS COMUNIDADES RURALES.....	17
1.2.4	SANEAMIENTO MEJORADO.....	20
1.2.5	SANITARIOS PARA COMUNIDADES RURALES.....	21
1.2.6	IDEAS NUEVAS DE SANITARIOS .....	28
1.2.7	PROCESOS CONSTRUCTIVOS APROPIADOS.....	34
1.2.8	DESCRIPCIÓN DEL SANITARIO USADO EN LA COMUNIDAD ELEGIDA .....	38
1.3	ANÁLISIS DE DATOS.....	41
1.3.1	CONSECUENCIAS SOCIALES DE LOS PROGRAMAS DE SANEAMIENTO.....	41
1.3.2	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS DIVERSOS SISTEMAS .....	42
	DE EVACUACIÓN DE EXCRETAS .....	42
1.3.3	CONSTRUCCIÓN .....	42
1.3.4	ANÁLISIS DEL USO DEL MATERIAL SECANTE .....	43
1.3.5	INSTALACIÓN.....	45
1.3.6	TRABAJO PARTICIPATIVO .....	47
2.	CONFORMACIÓN DE LA PROPUESTA .....	55
2.1	GENERACIÓN DE CONCEPTOS .....	55
2.1.1	TECNOLOGÍA DE MANEJO DE EXCRETAS.....	55

2.1.2 ESPACIO ARQUITECTÓNICO .....	56
2.1.3 POSIBLES APORTACIONES .....	58
2.1.4 DISPOSITIVO SEMI AUTOMÁTICO DE DESCARGA DE MEZCLA.....	58
2.1.5 CONCEPTO A.....	59
2.1.6 CONCEPTO B.....	61
2.1.7 CONCEPTO C.....	62
2.2 SELECCIÓN DE CONCEPTOS.....	65
2.2.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN .....	65
2.3 CONFORMACIÓN DE LA PROPUESTA .....	67
2.3.1 MEJORAS AL CONCEPTO SELECCIONADO .....	68
3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	72
3.1 CONSTRUCCIÓN .....	72
3.2 PRUEBAS DE USO .....	74
3.2.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE USO .....	76
3.3 PROYECTOS PARALELOS.....	77
4. CONCLUSIONES .....	78
4.1 TRABAJOS POSTERIORES.....	80
GLOSARIO.....	81
REFERENCIAS.....	82
ANEXOS .....	84

## TABLAS

Tabla 1 Cuadro de resumen sobre sanitarios para zonas rurales .....	28
Tabla 2 Cálculo de la cantidad de mezcla secante usada en un año.....	45
Tabla 3 Comparativa de estaturas en zonas rurales. ....	57
Tabla 4 Matriz filtrado de conceptos. ....	66
Tabla 5 Matriz de evaluación de conceptos.....	67
Tabla 6 Mezcla cuantificada después de las pruebas de funcionamiento.....	76
Tabla 7 Beneficio económico de construir sanitarios. ....	78
Tabla 8 Secuencia para el desecho de excretas en el sanitario diseñado.....	80

## FIGURAS

Figura 1 Teorías fundamentales del proyecto .....	2
Figura 2 Interacciones del proyecto.....	3
Figura 3 Modelo de intervención al sistema en este proyecto.....	4
Figura 4 Proceso de análisis de términos.....	7
Figura 5 Vista de la comunidad desde la carretera que le da acceso. ....	10
Figura 6 Canal de riego en temporada de lluvias.....	11
Figura 7 Cultivo de maíz en la comunidad. ....	11
Figura 8 Calles del centro de la población. ....	12
Figura 9 Datos de las características de las viviendas.....	13
Figura 10 Disposición de excretas en el centro de santo Tomás Ocotepec.....	13
Figura 11 Bienes y servicios con los que se cuenta en la comunidad.....	14
Figura 12 La participación entre la gente y los diseñadores.....	18
Figura 13 Estrategia para la investigación de campo en la comunidad.....	20
Figura 14 Sanitario que usa agua y tiene drenaje.....	21
Figura 15 La caseta se construye sobre el foso.....	22
Figura 16 Cámaras del sanitario seco.....	22
Figura 17 Taza separadora. ....	23
Figura 18 Vista en del pozo de absorción. ....	24
Figura 19 Maqueta del sistema de sanitario compostero. ....	24
Figura 20 Corte de la cámara de reacción.....	25
Figura 21 El Dr. Bindeswar Pathak obtuvo su premio en 2009.....	26
Figura 22 Corte del sanitario Sulabh.....	26
Figura 23 El sistema de dos pozos.....	27
Figura 24 Recolección de orina para usarla como fertilizante.....	29
Figura 25 Adaptación al interior de una casa.....	29
Figura 26 Es posible mezclar las heces y el papel higiénico.....	30
Figura 27 Tratamiento secundario de composteo.....	30
Figura 28 Secuencia de cámaras giratorias.....	31
Figura 29 Dispositivo desviador para excretas.....	32
Figura 30 Falso fondo para separar sólidos de líquidos.....	33
Figura 31 Anexo de invernadero y una cama de evapo-transpiración.....	33
Figura 32 Cultivo en la cama de evapo-transpiración.....	34
Figura 33 Moldes para bloques de adobe.....	35
Figura 34 Preparación de cal.....	35
Figura 35 Modo apropiado de acomodo de madera.....	36
Figura 36 Manera de dar forma cuadrada al bambú.....	36
Figura 37 En una cisterna se puede recolectar y almacenar el agua de lluvia.....	37
Figura 38 Corte de una cisterna con filtros.....	37
Figura 39 Diversas configuraciones de la cisterna y sus cámaras.....	37
Figura 40 Fachada de la casa de salud de la comunidad.....	38

Figura 41 El sanitario de la casa de salud.....	39
Figura 42 La cámara de la izquierda estaba en desuso.....	39
Figura 43 Taza separadora de orina.....	39
Figura 44 Fosa destapada y mingitorio cerámico.....	40
Figura 45 Vista posterior del sanitario ecológico seco.....	40
Figura 46 Ventilación del sanitario dentro de una vivienda.....	46
Figura 47 Diferentes estructuras para la protección de la instalación sanitaria.....	47
Figura 48 Presentación con ayuda del médico.....	48
Figura 49 Explicación del procedimiento.....	48
Figura 50 Aplicación de encuesta.....	49
Figura 51 Graficas de números de usuarios y tipo de sanitarios.....	50
Figura 52 Grafica de que facilidad de uso.....	50
Figura 53 Espacios anexados al sanitario.....	50
Figura 54 Encuesta sobre construcción del sanitario.....	51
Figura 55 Explicando la ilustración.....	51
Figura 56 Comparación de posturas.....	52
Figura 57 Tres sistemas para iniciar una descarga.....	52
Figura 58 Propuestas de forma general de la caseta.....	53
Figura 59 Propuesta de sanitario al interior de la vivienda.....	54
Figura 60 Contraste de conceptos en sanitarios.....	56
Figura 61 Dispositivo para aplicar mezcla secante.....	58
Figura 62 Los orificios de las cámaras se encuentran en lados opuestos.....	59
Figura 63 La forma de la caseta sería trapezoidal.....	60
Figura 64 Carro para trasladar la taza.....	60
Figura 65 Instalaciones fijas y al centro del piso del baño.....	61
Figura 66 Redirección mediante tubos y conexiones pvc.....	62
Figura 67 Propuesta de taza fija y los depósitos móviles.....	63
Figura 68 Depósitos reutilizados de diferente origen.....	63
Figura 69 El piso de la fosa sería inclinado.....	64
Figura 70 La fosa cuenta con dos puertas de servicio.....	64
Figura 71 Una conexión yee a 30 grados evita obstrucciones.....	67
Figura 72 El ángulo se sujeta al muro divisorio.....	67
Figura 73 Detrás de la taza los dispositivos estarían protegidos.....	68
Figura 74 Bocetos del nuevo mecanismo de descarga.....	69
Figura 75 Mecanismo nuevo modelado en 3D.....	69
Figura 76 El sistema de llega a dos posiciones principales.....	70
Figura 77 Esta pieza desvía las excretas.....	70
Figura 78 Desvío de excretas modelado en 3D.....	71
Figura 79 Ensamble del sistema completo.....	71
Figura 80 Algunas piezas fueron modeladas en 3d.....	72
Figura 81 Se usó el router cnc MYD 2005.....	73
Figura 82 Piezas cortadas en el router cnc para ensamblar.....	73

Figura 83 Piezas de diferentes materiales como el pvc. ....	74
Figura 84 Modelo funcional a escala real del sistema de descarga de mezcla secante. ....	74
Figura 85 La tierra fue secada y separada.....	75
Figura 86 La tierra que arroja el sistema fue recolectada y pesada. ....	75
Figura 87 Esta caseta se construyó con envases de leche y bases de plástico. ....	77
Figura 88 Trabajo sistémico para el manejo de excretas humanas. ....	79

## RESUMEN

En la Mixteca Alta de Oaxaca existen poblaciones con alta marginación<sup>1</sup>. En dichas condiciones todavía se reportan fallecimientos infantiles por enfermedades gastrointestinales<sup>2</sup>. Es sabido que tales decesos se pueden evitar con adecuada atención sanitaria. Ante esta realidad surge la interrogante de porque no ha sido posible abatir tan elevadas consecuencias con algo que para muchos está al alcance, la higiene.

Por haber estudiado diseño se cuentan con habilidades y conocimientos suficientes para aportar una alternativa de solución. Así mismo, este trabajo se inscribe en una postura del diseño industrial que busca atender las necesidades básicas de poblaciones necesitadas.

Durante la investigación resultó favorable el carácter social del diseñador para el acercamiento con la comunidad escogida para trabajar: Santo Tomás Ocotepec, Tlaxiaco, en el estado de Oaxaca. Hasta donde los recursos lo permitieron se observó la cultura sanitaria que los pobladores poseen y ante los datos obtenidos de diversos ejemplos externos, se decidió adecuar la tecnología disponible al contexto particular del caso aquí atendido.

Se generaron conceptos de sanitario que principalmente redujeran las tareas necesarias para su correcto uso, después se seleccionó uno para su posterior refinamiento y precisión. Se llegó a la propuesta de diseño de sanitario que este proyecto considera ofrece mayores cualidades por encima de los sistemas conocidos.

Conforme se ha visto, un sanitario por si solo no es suficiente para eliminar las penosas consecuencias del mal manejo de las excretas humanas. Es por esto que se resalta la importancia de la metodología requerida para atender una necesidad básica de los habitantes una comunidad marginada así como posteriormente, la manera en como se deberá transmitir y mantener en los beneficiarios el conocimiento generado.

Los resultados de este trabajo buscan ser una aportación al ejercicio del diseño con sentido social que pretende solucionar las llamadas necesidades reales; también son resultado de un esfuerzo profesional que contribuye a la solución de un problema complejo en el que muchas instancias deberían involucrarse y trabajar de manera sostenida hasta lograr el objetivo de dotar a las comunidades marginadas con una atención sanitaria adecuada y duradera.

---

<sup>1</sup> HERRERA, Claudia. La muerte ronda en Coicoyán. La jornada. México, Noviembre de 2003. Disponible en world wide web en: <http://www.jornada.unam.mx/2003/11/19/052n1con.php?origen=index.html&fly=1>

<sup>2</sup> VÉLEZ, Octavio. Oaxaca: mueren ocho niños por infección gastrointestinal. La jornada. México, Mayo de 2007. Disponible en world wide web en: <http://www.jornada.unam.mx/2007/05/23/index.php?section=estados&article=036n3est>

# **1. ANTECEDENTES**

Existe en el mundo un gran número de personas con necesidades básicas no resueltas. El diseño cuenta con capacidades suficientes para intervenir y generar beneficios en estos casos, este trabajo pretende hacer su aportación en ese sentido; enseguida se exponen los fundamentos sobre los que se ha de sostener el resto de la información.

## **1.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

Este proyecto está inicialmente delimitado por el área del conocimiento de la tecnología, debido a esto su desarrollo constará de un ejercicio práctico de diseño del que se obtendrá un objeto o resultado tangible. Así mismo, como corresponde se tendrá una base teórica de la que se parte y fundamentan los conceptos que acompañarán todo el proyecto, sin embargo, no se ahondará en discusiones teóricas pues es la motivación principal del trabajo generar un dispositivo funcional que genere beneficios a las personas que lo requieran.

### **1.1.1 PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO**

Actualmente la teoría de la sustentabilidad ha tocado a diversas áreas del conocimiento, esta puede definirse como la administración eficiente y racional de los recursos naturales de tal manera que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de generaciones futuras<sup>3</sup>. Esta teoría tiene coincidencias con otras, que serán tomadas en cuenta en este trabajo. Primero, se considera que influye y coincide directamente con la teoría del diseño social, el cual plantea una responsabilidad del diseñador en su participación en cuanto a la conformación del mundo artificial y el cambio de paradigma en el que debe alejarse de los sistemas masivos de producción para atender las necesidades de los menos favorecidos<sup>4</sup>. Por último, se considera que la teoría fundamental planteada anteriormente coincide con la teoría del desarrollo humano, el cual se plantea como el proceso de ampliación de las posibilidades de los individuos que tiene como objetivo expandir la gama de posibilidades abiertas a las personas para vivir una vida saludable, creativa y con los medios adecuados para desenvolverse en su entorno social. Estas tres teorías interpretadas como conjuntos de conceptos se pueden intersectar para dar así una ubicación teórica al presente trabajo [Figura 1].

---

<sup>3</sup> Presidencia de la república. Plan nacional de desarrollo 2007-2012. Gobierno de los estados unidos mexicanos, 2007.

<sup>4</sup> MARGOLIN Victor. A “social model” of design: Issues of practice and research. Design Issues. MIT Press, 2002.



**Figura 1 Teorías fundamentales del proyecto**

En el principio del proyecto se reconoció un problema actual, esto es el fallecimiento de personas de comunidades marginadas de la mixteca alta a causa de enfermedades gastrointestinales. Desde el punto de vista del diseñador se observó la carencia de un sistema adecuado de manejo de los desechos humanos. Con base en la capacidad del diseñador para aportar una alternativa de solución con una visión social, se decidió trabajar sobre un problema al cual se le ha intentado solucionar pero con aproximaciones de otras áreas del conocimiento. Se considera que a través del ejercicio del diseño se podrá generar una propuesta con mayores cualidades a las generadas anteriormente.

A partir de lo explicado anteriormente se puede visualizar la relación del proyecto con sus teorías fundamentales y el diseño a manera de un mapa conceptual [Figura 2] que puede ser explicado como sigue: A partir de la influencia de una teoría en expansión y aceptación como lo es la sustentabilidad se pueden compaginar ciertas teorías del diseño que por un lado buscan atender necesidades básicas de la población y por el otro coinciden en la búsqueda de la disminución de las consecuencias de los objetos del mundo artificial. Por otra parte, existe un discurso que pretende igualar las condiciones de vida de todos los habitantes de una región o país, esto es el desarrollo social. Se ha planteado que idealmente, todas las personas deberían ser participes de los progresos y beneficios de una economía, desarrollo o crecimiento dado en alguna nación. Así pues, bajo estas perspectivas que coinciden, se tocan y apuntan a caminos similares, se puede ubicar con buenas expectativas un proyecto de diseño industrial que mediante la investigación pueda generar resultados útiles en varias dimensiones. Por un lado se espera obtener conocimiento novedoso, que sea válido para obtener el grado de maestro en diseño industrial y por el otro se vuelva un agente de mejora entre las poblaciones necesitadas. También se espera obtener un diseño de servicio sanitario que de manera tangible disminuya el problema específico que este proyecto de investigación atiende. Por otra parte, se espera obtener un trabajo que se vuelva área de conocimiento novedosa y creciente que aporte a las teorías en que se basa, esto es a la Sustentabilidad, El diseño social y el Desarrollo Social.





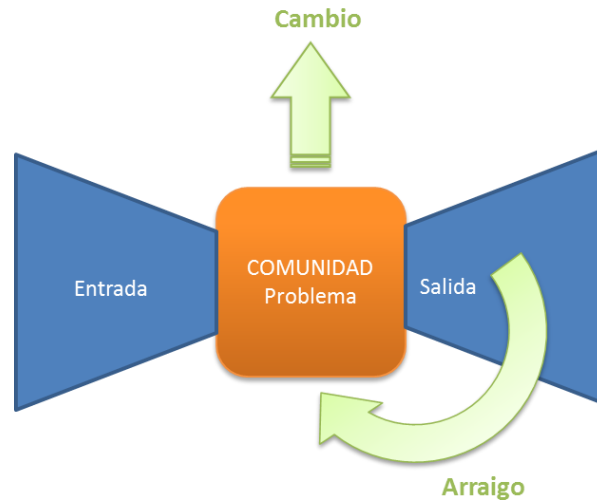
**Figura 2 Interacciones del proyecto**

La intención de este proyecto es lograr un cambio positivo en un sistema particular. Desde la perspectiva del diseño se considera posible introducir una alternativa de solución al problema de la comunidad, obteniendo ciertos resultados positivos que a diferencia de ocasiones anteriores estos cuenten con la cualidad de arraigarse y quedarse disponibles en forma de conocimiento entre los pobladores. Con esto se procura que en un sistema posterior no se repitan las mismas limitantes pero que además ya se haya creado una capacidad de respuesta por parte de los habitantes de las comunidades marginadas.

**En este trabajo se busca aplicar el modelo de intervención en los sistemas de Alain Findeli, en este se tiene una visión global del problema, el diseñador y las consecuencias de sus acciones [**

Figura 3]. Así mismo, es una capacidad del diseñador el visualizar un problema de necesidades reales, intervenir y estar consciente de los resultados<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> FINDELI Alain. Rethinking Design Education for the 21st Century. Design Issues. Volume 17, Number 1 Winter 2001. MIT Press.



**Figura 3 Modelo de intervención al sistema en este proyecto.**

Un servicio sanitario es una parte importante de un sistema mejorado de saneamiento, el cual implica un mayor acceso a la eliminación de excrementos y que ésta sea más segura. Dentro de este sistema también se debe contar con un apropiado abastecimiento de agua potable. En conjunto se constituye una intervención profiláctica cuyo principal resultado es la reducción del número de episodios de diarrea y, en consecuencia una reducción proporcional del número de muertes.

### **1.1.2 METODOLOGÍA**

Este trabajo se desarrolla mediante una metodología mixta. Esto es porque no existen metodologías exactas para cada proyecto en particular y porque en algunas etapas ciertas metodologías específicas ofrecían resultados deseables para los propósitos de este proyecto.

Principalmente se aprovecharon dos metodologías. La primera es utilizada para la **elaboración de programas de evacuación de excretas**<sup>6</sup>, esta presenta cualidades favorables pues está enfocada a trabajar en zonas rurales. La segunda es un **proceso de desarrollo de producto**<sup>7</sup>, el cual se considera de utilidad pues ofrece herramientas adecuadas para un proyecto de diseño industrial como este que culminará con el diseño morfológico y funcional de un sistema sanitario.

A estos dos procesos metodológicos se agregaron en etapas específicas algunas otras herramientas. Para explicarlo se considera que una etapa está conformada por fases, las cuales pueden desarrollarse a partir de metodologías diferentes. En la siguiente descripción se explica la metodología en su totalidad deteniéndose en cada etapa para detallarla.

<sup>6</sup> WAGNER, E. G. Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades. OMS, Ginebra 1960.

<sup>7</sup> ULRICH, Karl T. Diseño y desarrollo de productos. Mc-Graw Hill. México, 2009.

1. Se comenzó con una metodología de ciencias sociales<sup>8</sup>. De manera particular se aplicaron los criterios de *habilidad para descubrir un problema significativo* y los *criterios para calificar un problema*. También se aprovechó el *análisis de los términos del problema*. Esta primera etapa corresponde con el capítulo de antecedentes.
2. Posteriormente se encuentra la fase de planeación conforme dicta la metodología de **proceso de desarrollo de producto**. Como resultado de esta etapa se debe llegar a establecer el objetivo del proyecto, las metas a alcanzar, las suposiciones y las restricciones del mismo. Esta fase también se incluye en el capítulo de antecedentes.
3. En seguida se recolectó la información pertinente conforme a una de las metodologías principales (**elaboración de programas de evacuación de excretas**) en su etapa de encuestas sobre la *situación sanitaria de la colectividad*. Es por esto que se recopiló información de la descripción de la región, datos médicos y sanitarios así como de los recursos disponibles. En esta misma fase se hará uso de herramientas de *diseño participativo* para interactuar con la comunidad a estudiar así como para la recopilación de información necesaria<sup>9</sup>. También se recolectó información sobre tecnologías disponibles y de productos competitivos. Esto conforme las etapas tempranas del **proceso de desarrollo del producto**. En este documento, esta etapa corresponde al capítulo de recopilación de datos.
4. Durante la siguiente etapa se desarrolla la primera parte del *desarrollo del concepto* que es parte del **proceso de desarrollo del producto**. Es por esto que se identifican las necesidades del mercado objetivo, se generan y evalúan alternativas del producto y uno o más conceptos se seleccionan para desarrollo y pruebas adicionales. En cuanto a los capítulos, esta etapa incluye los de análisis de datos, generación y selección de alternativas.
5. Finalmente, se completó la segunda parte del *desarrollo del concepto* mediante la realización de las fases de *selección y prueba del concepto* (limitada por los alcances del proyecto) así como la fase de *establecer especificaciones finales*. En este proyecto esta etapa conforma los capítulos de desarrollo de la alternativa seleccionada y conclusiones.

Las metodologías aquí enunciadas son complementarias y permiten un trabajo cíclico de tal suerte que al terminar la evaluación se podrán establecer conclusiones o se podrá regresar a alguna metodología anterior con el fin de mejorar o reparar las posibles equivocaciones o carencias.

---

<sup>8</sup> PARDINAS, Felipe. Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales. Siglo veintiuno editores. México 2005.

<sup>9</sup> LEE, Yanki. Design participation tactics: the challenges and new roles for designers in the co-design process. Royal college of art, Helen Hamlyn Centre. Londres, 2008.

### 1.1.3 VALIDAR LA PERTINENCIA DEL PROYECTO

Para demostrar la utilidad de la investigación, este proyecto se basa en dos argumentos. Primero, basándose en una metodología de *criterios para calificar un problema*, se establecen tres criterios a evaluar de un tema de investigación mediante un cuestionamiento al respecto. Los criterios son y los argumentos que validan la investigación son:

- **Relevancia científica:** qué nuevos conocimientos aporta la solución de este problema.

Se considera que este proyecto aportará nuevos conocimientos a la práctica del diseño social, debido a que atiende una necesidad real de personas desfavorecidas. También busca generar una versión de servicio sanitario que mejore las cualidades de los modelos actuales de baños ecológicos secos. Otro argumento consiste en que en el desarrollo de este proyecto se aportará una metodología nueva que atiende las necesidades de los usuarios pero involucrándolos en el proceso de diseño.

- **Relevancia humana:** qué significado puede tener para una comunidad o para el mundo la investigación que se va a emprender.

Este proyecto tiene interés en lo social. Por lo que beneficiará directamente a una comunidad con carencias. Las personas a las que se les entregará el resultado de este proyecto carecen de bienes y servicios, muchos de los cuales el diseño industrial ha generado para otros grupos sociales.

- **Relevancia contemporánea:** cuestionarse si el problema escogido para la investigación es un servicio concreto para resolver un problema actual.

Una variable importante, es la de la actualidad y de cómo suceden fenómenos distantes en una época compartida. En algunos lugares ya no existen los problemas que se dan en las comunidades marginadas de la Mixteca Alta. Este proyecto busca solucionar problemas actuales mediante la adecuación de tecnología que por múltiples razones no ha estado al alcance de los más necesitados.

Un segundo criterio de para validar la utilidad de esta investigación, consiste en confrontar el proyecto con las definiciones de originalidad. De manera ideal un tema debe cumplir con todas, sin embargo esto no se da siempre. A continuación las definiciones de originalidad y los argumentos por los que se considera que este proyecto las cumple:

**Realizar un trabajo empírico no hecho anteriormente:** Existen proyectos similares en algunos sentidos, tal es el caso del sanitario sulabh, sanitario compostero, peepoo, etc. Sin embargo este proyecto se enfocará de manera particular en trabajar para la comunidad de Santo Tomás Ocotepec en la Mixteca Alta de Oaxaca, donde no se había trabajado un proyecto similar.

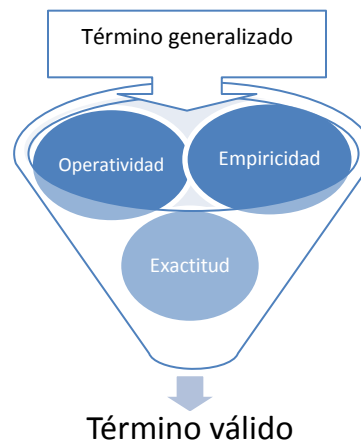
**Probar en el país algo que ya se hizo en otras partes del mundo:** En distintas partes del mundo se han realizado trabajos para manejar adecuadamente las excretas humanas. Cada caso ha generado su propia tecnología, materiales y diseños. En el caso de la comunidad seleccionada en este trabajo se cuenta con grandes limitantes que requieren de un diseño que basado en tecnologías disponibles se adecue al contexto.

**Ser interdisciplinario y emplear diferentes metodologías:** Desde un principio, por ser un proyecto de diseño se tocan diversas áreas del conocimiento. Pero para hacer señalamientos puntuales, en este caso intervienen metodologías de investigación social, de desarrollo de producto, de diseño participativo, de programas de evacuación de excretas, etc.

**Considerar áreas que la gente de esta disciplina no consideró antes:** A lo largo de su historia el diseño industrial ha atendido las necesidades de la industria, construcción, empresas comerciales, etc. En esta investigación se busca aplicar su capacidad creadora para la atención de necesidades reales y para usuarios que no figuraban entre sus clientes.

#### 1.1.4 DEFINICIONES

Debido a la amplitud de las teorías fundamentales del proyecto así como su múltiple interpretación para cada área del conocimiento involucrada, en este componente resultará importante analizar los términos, vocablos y definiciones a utilizarse a lo largo del proyecto [Figura 4]. Un método de análisis consiste en verificar los términos por medio de la Empiricidad y la Operatividad. La primera quiere decir que el significado del término o vocablo utilizado sea verificable por la experiencia. Operatividad es la condición de una definición de un término tal que sea definido por las acciones necesarias para observarlo o definirlo. Como criterio último para validar un término utilizado en la formulación de un problema se refiere a que designe exactamente el fenómeno que estamos estudiando.



**Figura 4** Proceso de análisis de términos.

Para ejemplificar este procedimiento, se definirá el término **ecológico**, presente en el título de este trabajo. Según el diccionario de la lengua española, su significado es: “Perteneiente o relativo a la ecología”. Según la misma fuente, ecología es: “Ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno. Parte de la sociología que estudia la relación entre grupos humanos y ambiente, tanto físico como social. Defensa y protección del medio ambiente.”<sup>10</sup>

A partir de estos conceptos se analizará el término ecológico para generar una definición apropiada a este documento a través de los criterios de la empiricidad y la operatividad. En cuanto al primero, se puede decir que en el caso del servicio sanitario es verificable por la experiencia, que está relacionado con seres vivos y su entorno, específicamente los grupos humanos. Para el

<sup>10</sup> REAL Academia Española. Diccionario de la lengua española. Vigésima segunda edición. Disponible en world wide web en: <http://lema.rae.es/drae/?val=ecolog%C3%ADa>, <http://lema.rae.es/drae/?val=ecol%C3%B3gico>.

segundo criterio se puede establecer que el servicio sanitario realiza procesos de descomposición de excretas humanas para generar abono natural que permite regresar los nutrientes al suelo. Esta acción describe una relación entre los grupos humanos y su medio físico. Del mismo modo, al ser un baño seco, se busca el no contaminar fuentes de agua. Esta también es una acción que busca proteger el medio ambiente, la cual es observable en su uso y por lo tanto define al sanitario. Revisando las definiciones del diccionario de la lengua española se rescatan los conceptos de la relación de los seres vivos y su entorno, como el caso de los seres humanos y el medio físico como social, además de la defensa y protección del medio ambiente. Todos estos conceptos concuerdan con los objetivos del diseño de sanitario a proponer, por lo que hay suficiente precisión para señalar que se cuenta con el criterio de la exactitud. Así pues, mediante esta justificación se considera que el sanitario que se estudia y desarrollará en esta tesis está correctamente definido como ecológico.

Del mismo modo, algunos términos de interés para los que se considera necesario realizar un análisis sobre su definición son:

- Servicio Sanitario
- Desechos orgánicos
- Fecalismo
- Caseta
- Cámaras
- Letrina
- Descarga
- Taza
- Tolva
- Etc.

Al final del documento se encontrará un *glosario* de términos que serán definidos conforme se explicó para utilizarse en este documento.

### **1.1.5. HIPÓTESIS**

Un servicio sanitario con manejo apropiado de las excretas ofrecerá una alternativa para evitar o disminuir la contaminación y contagio de enfermedades para los habitantes de una comunidad marginada de la Mixteca Alta Oaxaqueña, lo que les permitirá volver más accesible la higiene impactando positivamente en su salud y calidad de vida.

### **1.1.6 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un servicio sanitario adecuado para una comunidad marginada de la Mixteca Alta de Oaxaca.

### **1.1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aprovechar y adecuar las alternativas actuales de manejo de excretas a la comunidad.
- Conformar un servicio sanitario que se inserte en la cultura sanitaria de la población.
- Generar un diseño que supere las cualidades de los baños usados actualmente en la comunidad.
- Disminuir las tareas de operación del sistema de manejo de excretas.

### **1.1.8 ALCANCES DEL PROYECTO**

- Documento sobre la metodología de implementación del servicio sanitario.

- Descripción técnica de los componentes tecnológicos y el proceso necesario para la construcción del servicio sanitario.
- Planos constructivos y modelados virtuales del sistema completo.

## **1.2 RECOPIACIÓN DE DATOS**

### **1.2.1 REGIÓN MIXTECA**

Esta región está ubicada al sur de la república mexicana, cubriendo parte de los estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca. Se conoce como Mixteca en lengua Náhuatl, Ñuu Savi en lengua nativa y “Pueblo de la lluvia” en español. La Mixteca Oaxaqueña es una de las regiones más pobres de México, con mayor deterioro del suelo, altos niveles de deforestación y escasez de agua.<sup>11</sup>

#### **1.2.1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y POBLACIÓN**

Se localiza al Noroeste del estado de Oaxaca, entre los paralelos 16 49’ y 18 25’ Latitud norte; en los meridianos 97 00’ y 98 30’ Longitud Oeste. Limita al Norte con el estado de Puebla; al Sur con los distritos de Putla, Sola de Vega y Zaachila; al este con los Distritos de Teotitlán de Flores Magón, Cuicatlán y Etlá; al Oeste con el estado de Guerrero.

La población total de la región es de 418,194 habitantes, que representa el 13.85% de la población del estado. De ese total, el 33.5% es población urbana y el 66.5% es población rural. La densidad de población es de 25.6 hab/km<sup>2</sup> y resulta inferior a la media estatal de 32 hab/km<sup>2</sup>.

#### **1.2.1.2 MEDIO FÍSICO: HIDROLOGÍA**

Tanto en la Mixteca Alta como en la baja, existen cauces de algunos ríos que contribuyen a formar el caudal de otros más importantes, como el Balsas y el Verde que desembocan en el Océano Pacífico y el Papaloapan que deposita sus aguas en el Golfo de México.

El Río Mixteca, considerado como afluente o tributario del Río Balsas, se forma por corrientes procedentes del Distrito de Huajuapán y parte del Distrito de Teposcolula que a su vez proceden de los Distritos de Tlaxiaco, Juxtlahuaca y Silacayoapan, las cuales forman dos brazos que se unen un poco delante de San Sebastián del Monte, Tonalá, Oax., en donde recibe propiamente el nombre de Río Mixteco, cruzando por los “Nuchita” y San Lorenzo Victoria, hasta llegar a Mariscal de Juárez en donde sus aguas son aprovechadas en labores agrícolas.

En los distritos de Tlaxiaco y Nochixtlán se origina el Río Sordo y el Negro que nace en el distrito de Coixtlahuaca y pasa por Santo Domingo Yanhuitlán y Santiago Tillo, que al juntarse con las aguas de Santa María Chachoapam, Magdalena Zahuatlán, Magdalena Yodocono de Porfirio Díaz, Magdalena Jaltepec, San Andrés Nuxiño y Santa Inés de Zaragoza, forma el Río Caja que cambia de nombre al llegar a Yutanduchi de Guerrero. Más adelante se convierte en el Sordo y con este nombre se interna al Distrito de Putla para desembocar en el Océano Pacífico.

---

<sup>11</sup> MARTÍNEZ Juan. Manejo del Agua y Restauración productiva en la región Indígena Mixteca de Puebla y Oaxaca. Banco Mundial. México 2006

En la región Mixteca se encuentran manantiales dignos de mencionarse, tal es el caso del de la Colonia en el Distrito de Nochixtlán, el Pozo Redondo en las cercanías de Chalcatongo del Distrito de Tlaxiaco; la Laguna Encantada en Juxtlahuaca y las aguas sulfurosas de Tamazulapan en el Distrito de Teposcolula.

### **1.2.1.3 MICROREGIÓN<sup>12</sup>: TLAXIACO**

En esta área encontramos dos tipos de climas: el templado semihúmedo y el templado subhúmedo, contando con una gran cantidad de microclimas con lluvias en verano e invierno seco. El periodo de lluvias se presenta entre los meses de junio y septiembre con un promedio de precipitación pluvial anual de 900mm; así también se presenta un período de sequías entre los meses de julio y agosto, abarcando un lapso de más o menos 32 días consecutivos, coincidiendo casi siempre con la etapa de floración de los cultivos, que ocasionan grandes pérdidas en la agricultura.

Respecto a las comunicaciones, en la zona se cuenta con una red de caminos que comunican la mayoría de las comunidades de los 23 municipios. Sin embargo, existen muy pocos que están pavimentados ya que en su gran mayoría son caminos de terracería y brechas, los cuales son poco transitables en época de lluvias<sup>13</sup>.

### **1.2.1.4 SANTO TOMÁS OCOTEPEC**

Para los fines de este proyecto se ha escogido trabajar en la comunidad de Santo Tomás Ocotepec. A continuación se describen algunas características que se consideran de relevancia para el caso del servicio sanitario.

En cuanto a sus coordenadas se localiza entre los paralelos 17°04' y 17°11' de latitud Norte; los meridianos 97°43' y 97°52' de longitud Oeste; altitud entre 900 y 3 200 m. Colinda al Norte con los municipios de Heroica Ciudad de Tlaxiaco y Santa Cruz Nundaco; al Este con los municipios de Santa Cruz Nundaco y San Esteban Atlatlahuaca; al Sur con los municipios de San Esteban Atlatlahuaca, Santiago Nuyoó y Santa María Yucuhiti; al Oeste con los municipios de Putla Villa de Guerrero y Heroica Ciudad de Tlaxiaco. Ocupa el 0.08% de la superficie del estado y cuenta con 15 localidades y una población total de 3 789 habitantes.



**Figura 5 Vista de la comunidad desde la carretera que le da acceso.**

<sup>12</sup> Una microrregión consiste básicamente en una determinación de áreas agrícolas homogéneas, en función de factores como geografía, clima uso actual y potencial de suelos.

<sup>13</sup> Programa de desarrollo regional: Mixteca. Agosto de 1995.



Tiene un rango de temperatura que va de los 12° a los 18°C, así como un rango de precipitación de 900 a 2000mm. Su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (91.94%) y templado húmedo con abundantes lluvias en verano (8.06%).



**Figura 6 Canal de riego en temporada de lluvias.**

Tiene un uso de suelo para la agricultura de 54.50% [Figura 7] y la zona urbana es de 1.28%. En cuanto a la vegetación, tiene bosque en 41.20% y pastizal inducido en 3.02%.



**Figura 7 Cultivo de maíz en la comunidad.**

La zona urbana está creciendo sobre roca ígnea extrusiva del Neógeno y sedimentaria del Cretácico, en sierra de cumbres tendidas y sierra alta compleja; sobre área donde originalmente había suelos denominados Luvisol y Phaeozem [Figura 8]; tiene clima templado subhúmedo con lluvias en verano, y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y bosque.



**Figura 8 Calles del centro de la población.**

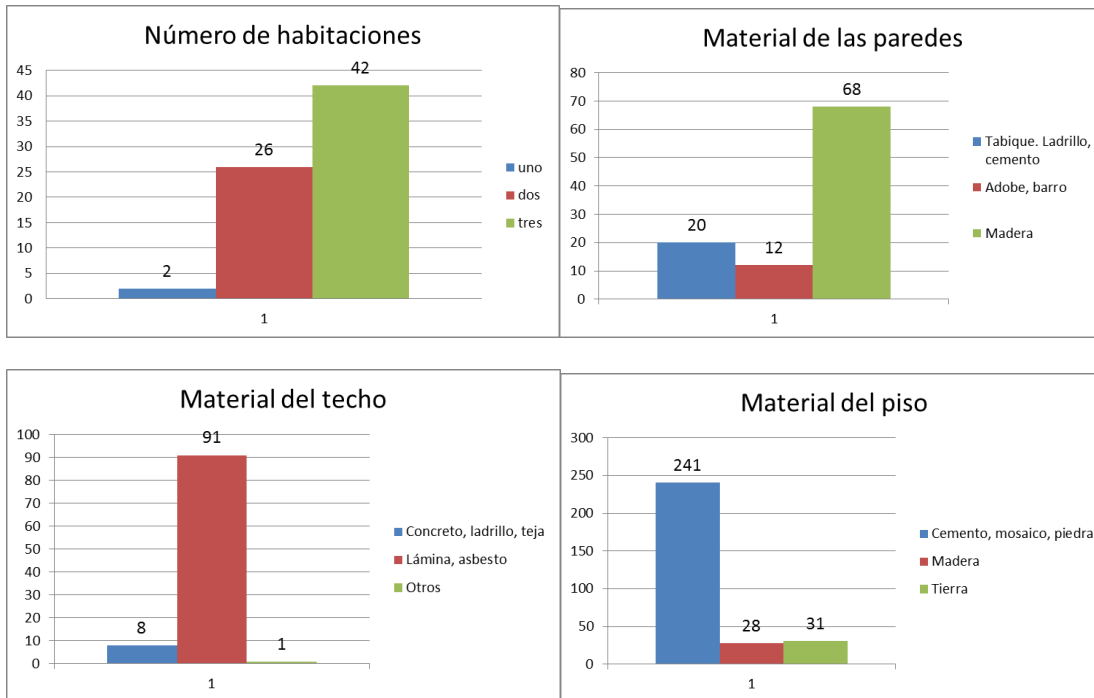
A nivel municipal, se le considera como de alto grado de marginación así como de alto nivel de rezago social<sup>14</sup>. En cuanto al rezago en viviendas, hay un 90.75% sin drenaje y un 1.99% sin sanitario. Con respecto a los indicadores de rezago social, se tiene un 55.37% de hogares con población de 15 a 29 años, con algún habitante con menos de 9 años de educación aprobados, así como un 72.67% de viviendas particulares con piso de tierra. Finalmente, con respecto a los indicadores de marginación, se tiene un 61.57% de viviendas con algún nivel de hacinamiento y se cuantifican 2674 ocupantes en viviendas con piso de tierra.

Con base en el censo 2011 realizado por la casa de salud de la comunidad, se presentan algunos datos de interés para este trabajo. Ya que se trabajó en el asentamiento central de la población, serán presentados los datos que el censo contabilizó en tal ubicación específica.

En cuanto a los pobladores se contabilizaron 387 de los cuales 50 se encuentran entre 0 y 11 años, así como 16 personas cuentan con más de 65 años de edad. En lo que respecta a la ocupación 63 habitantes dijeron ser campesinos, siendo esta la mayor actividad realizada.

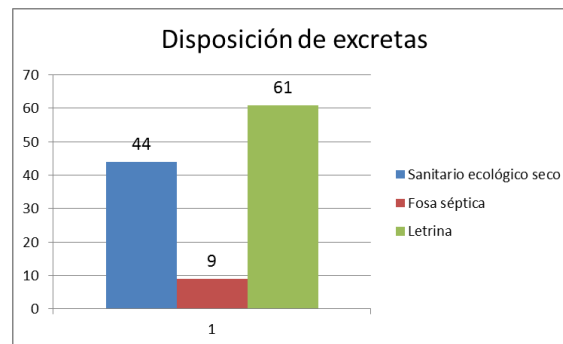
Con respecto a la vivienda se tiene que todas las casas son propias así como que algunas están construidas de materiales industrializados como tabiques y cemento pero que en la mayoría de los casos se usó madera. Cabe señalar que hay una clara diferencia entre los materiales usados para construir las paredes, que son diversos, y lo que se usan para la techumbre pues en esta se usa principalmente lámina metálica o de asbesto. Por otro lado, se observa que materiales como cemento son los más usados para los pisos pero esto no evita que siga habiendo viviendas con piso de tierra. A continuación algunas gráficas representativas de esta información:

<sup>14</sup> SEDESOL. Gobierno federal. Catálogo de localidades. Resumen municipal: Municipio de Santo Tomás Ocotepéc. Disponible en world wide web en: <http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/default.aspx?tipo=clave&campo=loc&valor=20532&varent=20&varmun=532>



**Figura 9 Datos de las características de las viviendas**

Como se muestra en la siguiente gráfica [Figura 10], se usan tres sistemas de manejo de excretas siendo el sanitario ecológico seco el más usado con 61 casos.



**Figura 10 Disposición de excretas en el centro de santo Tomás Ocotepec**

Finalmente, se resalta que a pesar de la situación de esta comunidad se encuentran algunos bienes materiales y servicios. Esto será tomado en cuenta como el contexto cultural y en cuanto al contacto que los habitantes tienen con ciertos objetos, dispositivos y tecnología [Figura 11].



Figura 11 Bienes y servicios con los que se cuenta en la comunidad

### 1.2.1.5 LA MIXTECA OAXAQUEÑA Y LA MARGINACIÓN

La marginación se refiere el nivel de educación, vivienda y disponibilidad de bienes, porcentaje de población analfabeta, viviendas sin energía eléctrica, con piso de tierra o algún nivel de hacinamiento. En México la lista de estados marginados es encabezada por los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero.

En cuanto a las comunidades marginadas son principalmente los asentamientos rurales, dispersos o aislados con fuerte presencia de población indígena. Tres de cada cuatro localidades menores de 2 mil 500 habitantes presentan grados de marginación alto y muy alto y en ellas reside el 61 por ciento de la población rural<sup>15</sup>.

La Mixteca Oaxaqueña está dividida en tres zonas, la Mixteca Baja, la Costa Mixteca y la Mixteca Alta. Esta última abarca el noroeste de Guerrero y el oeste de Oaxaca. Para la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) de los 400 municipios del país en situación de pobreza extrema 356 pertenecen a Oaxaca. De estos últimos se calcula que 76 pertenecen a la Mixteca<sup>16</sup>.

Este panorama adverso hace que temas como la higiene cobren vital importancia. Tal es el caso de fallecimientos infantiles por diarrea<sup>17</sup>. Una manera apropiada de contrarrestar este problema es procurar las condiciones sanitarias adecuadas en la vivienda, como disponibilidad de agua entubada, excusado y drenaje así como piso distinto de tierra<sup>18</sup>.

<sup>15</sup> MARTINEZ Fabiola, Con algún grado de marginación 90% de los mexicanos. La Jornada [En Línea], México. 12 de Julio de 2007. Disponible en World Wide Web:

<http://www.jornada.unam.mx/2007/07/12/index.php?section=sociedad&article=041n2soc>

<sup>16</sup> Enciclopedia multimedia virtual interactiva. Disponible en World Wide Web:

<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/mebb/6.htm>

<sup>17</sup> AGUILAR Lesli, Mueren dos infantes por enfermedades diarreicas en la Mixteca. El imparcial [En Línea], Oaxaca, México. 16 de Octubre de 2008. Disponible en World Wide Web:

<http://www.imparcialenlinea.com/>

[index.php?mod=leer&id=63028&sec=capital&titulo=Mueren\\_dos\\_infantes\\_por\\_enfermedades\\_diarreicas\\_en\\_la\\_Mixteca](http://www.imparcialenlinea.com/index.php?mod=leer&id=63028&sec=capital&titulo=Mueren_dos_infantes_por_enfermedades_diarreicas_en_la_Mixteca)

<sup>18</sup> CONAPO. Secretaría general del consejo nacional de población. Principales causas de mortalidad en México 1980 – 2007. Abril de 2010.

### 1.2.2. DESARROLLO HUMANO

En México, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) define el desarrollo humano como un proceso continuo de ampliación de las capacidades y de las opciones de las personas para que puedan llevar a cabo el proyecto de vida, que por diversas razones valoran<sup>19</sup>. Esto enfatiza que el desarrollo no se explica únicamente con el ingreso de la población y que esta dimensión no representa la suma total de una vida humana. De este modo se entiende que las personas para su bienestar deben poder volver reales las opciones que se presenten en su vida dentro de las condiciones económicas, institucionales, cognitivas y sociales con las que cuenta el individuo para ejercer su elección.

En la definición de desarrollo humano promovido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) podemos encontrar que los individuos expanden sus oportunidades para vivir una vida saludable, creativa y con los medios adecuados para desenvolverse en su entorno social. A partir de estas definiciones se comienza a vislumbrar de que manera fue conformado el Índice de Desarrollo Humano, el cual es una herramienta para la medición del desarrollo humano. Para conformarlo, el PNUD utiliza tres dimensiones básicas: ingreso, educación y salud, siendo esta última la de mayor interés para este trabajo. Para cada dimensión se tiene un índice en el que se consideran las desviaciones con respecto a un valor de referencia que generalmente es un logro deseable.

Así pues las tres dimensiones del índice se evalúan mediante las siguientes definiciones:

- Salud: medido por medio de la esperanza de vida al nacer la cual según el PNUD deberá ser en mínimo de 25 años y máximo de 85 años.
- Educación: se mide por combinación de dos terceras partes de la tasa de alfabetización de adultos (considerada para personas mayores de 15 años en un mínimo de 0% y máximo de 100%) y una tercera parte de la matriculación a educación primaria, secundaria y terciaria, donde se consideran a personas entre 6 y 24 años de edad en un mínimo de 0% y máximo de 100%.
- Ingreso: medido por el PIB per cápita real en dólares, que se considera en un mínimo de \$100 dólares y máximo de \$40000 dólares.

De estas dimensiones la que tiene relación directa con el tema de los sanitarios en las comunidades marginadas es la de la salud, pues las enfermedades diarreicas afectan la esperanza de vida sobre todo de los más jóvenes. El sanitario diseñado deberá contribuir a la esperanza de vida establecida en esta dimensión para hacer una aportación al desarrollo humano de sus usuarios.

A pesar de tener forjada una actitud que desconfía y se aleja de las propuestas externas a las comunidades, los pobladores no están desinteresados en superar sus problemas. Así pues se explica que para los habitantes de los pueblos indígenas, la relación con la naturaleza no es algo

---

<sup>19</sup> LÓPEZ Luis F. et. al. El concepto de desarrollo humano, su importancia y la aplicación en México. Serie: documentos de investigación. Secretaría de Desarrollo Social, México 2004.

novedoso o una actitud que deban aprender, pues su manera de vivir, de organizarse y sobrellevar su existencia depende directamente de la naturaleza. Es por esto que se entiende que un desarrollo de las comunidades es apropiado cuando se ejerce en armonía con el medio natural y mediante la organización nativa del pueblo.

Es por esto que si se adoptan sus reglas, las comunidades están dispuestas a llevar a cabo las empresas necesarias. En contraste a la indiferencia con el modo de vida dominante de la sociedad mundial, las personas comunitarias están interesadas en que los avances tecnológicos se conviertan en beneficios sin alterar su condición o cultura<sup>20</sup>.

### **1.2.2.1 OPORTUNIDADES EN LA BASE DE LA PIRÁMIDE**

Esta se puede considerar una teoría generada desde la otra cara de la moneda. Es decir se generó en un país industrializado y pertenece al mundo de los negocios, sin embargo esta apuntada a las comunidades más pobres<sup>21</sup>. Se ha retomado dicha teoría pues no deja de representar un paralelismo entre el diseño industrial y el propio investigador, que tiene conocimientos y tecnología que puede ser aplicada en la situación de una comunidad marginada. Así pues, al ser comprobable la estrategia de negocio como exitosa, se buscó en ella hasta encontrar características deseables que pueden ser aplicadas al desarrollo de este proyecto que busca generar un beneficio sin fines de lucro.

Se consideraron tres aspectos importantes que resultan aplicables para las condiciones particulares de este proyecto. Primero, se subraya la importancia de la investigación de interfases. Esto es, dada la naturaleza de la población, no se puede dejar de lado las consideraciones en cuanto a idioma, cultura, niveles de habilidad y familiaridad con las funciones o características propias del sistema a ser introducido. Segundo, se afirma que no se pueden resolver los problemas de las comunidades marginadas con viejas tecnologías, por el contrario se necesita de tecnologías avanzadas y emergentes que se combinen de manera creativa con lo ya existente, si lo hubiere, para una rápida evolución. Tercero, se sugiere que las soluciones aplicadas tengan la capacidad de ser adaptables y transportables entre países, culturas e idiomas. En la medida de lo posible esto deberá suceder sin dejar de lado el proceso apropiado de adecuación y adaptación, de manera ideal se alcanzará un crecimiento de gran escala. Sin embargo, no se desea que se vuelva un producto exitoso en ventas, sino que se desea que el sistema aplicado crezca en uso y mejoras sobre todo mediante la participación misma de los habitantes.

### **1.2.2.2 FECALISMO**

En 129 municipios de muy alta marginación, más del 60% de la población ocupa viviendas que carecen de drenaje y excusados. Así mismo en 135 de esos municipios, más del 80% de las viviendas tiene piso de tierra<sup>22</sup>.

---

<sup>20</sup> MARTÍNEZ Luna, Jaime. Comunalidad y Desarrollo. CONACULTA, Subdirección de publicaciones de la DGCI. México 2003.

<sup>21</sup> C. K. Prahalad. La oportunidad de negocios en la base de la pirámide. Editorial Norma SA. Bogotá 2008.

<sup>22</sup> Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Oaxaca, México.  
<http://www.cepis.ops-ms.org/eswww/fulltext/analisis/oaxaca/capit1.html>

En dichas condiciones el fecalismo crea condiciones insalubres, por lo que se vuelve un problema de contaminación. El fecalismo consiste en el fenómeno que se produce cuando se depositan las heces fecales al aire libre. Dicho fenómeno no es exclusivo de los humanos sino también de animales como cerdos y perros.

Las heces fecales contienen millones de microorganismos, la aerobióloga Irma Rosas del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM dice: “La tercera parte de la masa de excremento de una persona equivale a bacterias y de ese porcentaje la mayoría son *Escherichia coli*, de las cuales algunas podrían ser patógenas”<sup>23</sup>.

Como consecuencia de esta práctica se producen enfermedades como la Cisticercosis, la cual es causada por el parásito *Taenia Solium*, que puede afectar a hombres y cerdos criados en condiciones no tecnificadas. En el ser humano el cisticerco se aloja muy frecuentemente en el sistema nervioso central y causa un padecimiento conocido como neurocisticercosis<sup>24</sup>.

### 1.2.3 DISEÑO PARTICIPATIVO EN LAS COMUNIDADES RURALES

Este proyecto busca acercar el conocimiento de las tecnologías y usos de servicios sanitarios ecológicos a los habitantes de comunidades marginadas de la mixteca alta. Se reconoce que una manera de alcanzar este objetivo es mediante la implementación de un proyecto de diseño participativo o co-diseño<sup>25</sup>.

La sociedad se ha convertido en una preocupación por parte del diseño. En este caso se busca satisfacer una necesidad social. Para lograrlo se propone involucrar a los habitantes de la comunidad dentro del proceso para que de este modo los resultados del proyecto sean adquiridos y formen un conocimiento que posteriormente puedan aplicar y transmitir por su cuenta.

Involucrar a los usuarios en el proceso de diseño tiene su origen en la conferencia “Participación en el diseño” llevada a cabo en el año de 1971 patrocinada por la Design Research Society. En ese entonces se discutió la importancia de la participación de los usuarios en diferentes especialidades del diseño y el establecimiento de una comunidad dentro del diseño encargada de ese tipo de proyectos. Con el paso de los años se ha visto que involucrar al usuario final en el diseño ha resultado fundamental en la investigación de diseño.

Una manera de comprender esta interacción es establecer un mapa conceptual donde se vislumbra un espacio teórico donde los profesionales del diseño y los usuarios participan en el

---

<sup>23</sup>GUZMÁN Fernando, Contra la contaminación biológica. El universal [En Línea], México. 07 de Octubre de 2004. Disponible en World Wide Web:

[http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id\\_nota=37777&tabla=Cultura](http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=37777&tabla=Cultura)

<sup>24</sup>GUTIERREZ Guadalupe, Producen vacuna económica contra la Cisticercosis. *Noticias de Ciencia y Tecnología* [En Línea]. Ciudad de México. 14 de Junio de 2005. Disponible en:

<http://www.conacyt.mx/comunicacion/agencia/notas/Salud/vacuna-cisticercosis.htm>

<sup>25</sup> LEE Yanki. Design participation tactics: the challenges and new roles for designers in the co-design process. Royal college of art, Helen Hamlyn Centre, London, UK 2008.

proceso de diseño. Se dice que en la práctica existe el mundo abstracto que es el que comprenden los expertos de cierta área y un mundo concreto que es en el que se desenvuelven el resto de las personas. Dentro de este nuevo modelo es donde surge la interacción de estos dos personajes principales, sus mundos se mezclan y se crea la esfera de colaboración [

Figura 12].

Los casos donde se busca trabajar dentro de un espacio en concreto, el mundo del usuario se conocen como de participación comunitaria. Estos proyectos pueden ser iniciados por trabajadores sociales de organizaciones no gubernamentales, de ellos se espera obtener un servicio social. La aproximación es de abajo hacia arriba y los diseñadores se desempeñan como consejeros profesionales. Al tipo de participación descrita anteriormente se le puede complementar con la participación en diseño. Es aquí donde se busca desarrollar diseño innovador que mejore la vida de las personas.

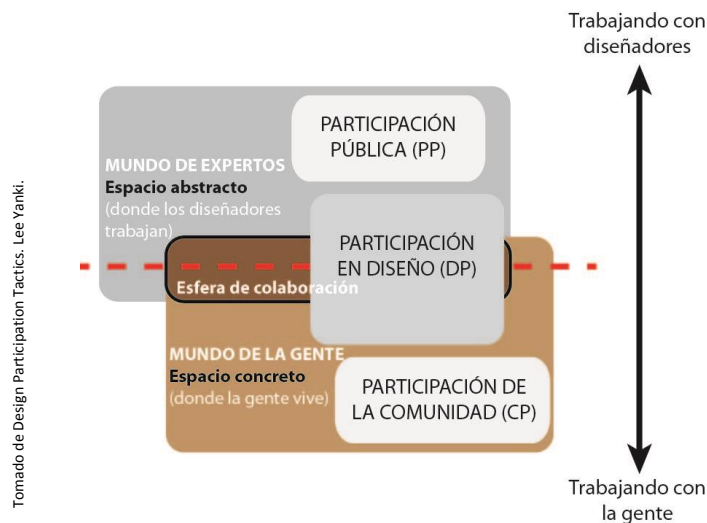


Figura 12 La participación entre la gente y los diseñadores.

### 1.2.3.1 HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO CENTRADO EN HUMANOS

Con el fin de generar soluciones adecuadas, basadas en necesidades reales, que resulten satisfactorias, se deben conocer de manera apropiada las carencias de las personas. Una manera de lograrlo es establecer una relación basada en la empatía con ellos. Para que esto suceda existen herramientas de diseño centrado en humanos que capacitan al investigador con técnicas y consejos que le permitirán recolectar la historia de las personas, observar su realidad y un entendimiento profundo de sus necesidades, barreras y limitantes<sup>26</sup>.

<sup>26</sup>IDEO, Human centered design. Toolkit. 2009. Disponible en world wide web en: <http://www.ideo.com/work/human-centered-design-toolkit/>



Este tipo de estudio se considera del tipo cualitativo. El cual proporciona diversas ventajas puesto que permite revelar las diferentes problemáticas de las personas en sus propias palabras. Además permite relacionar las situaciones establecidas entre las personas, objetos, lugares e instituciones pues los problemas sociales tienden a estar internamente relacionados. Este estudio permite un entendimiento profundo mas no uno extensivo. Es decir que a partir de los resultados no se pueden establecer lineamientos generales para situaciones similares puesto que en un principio la muestra no es grande y no se establecen relaciones estadísticas suficientes.

El primer paso de esta herramienta es la identificación de un reto de diseño. Este mismo guiará las preguntas que se harán en la investigación de campo y las soluciones resultantes más adelante en el proceso de diseño. Un reto de diseño se establece centrado en las personas con un sentido de posibilidad.

El segundo paso consiste en identificar con que personas se debe hablar. Es importante reclutar a la gente apropiada en cuanto a género, clase o etnicidad para conformar una muestra balanceada. También se recomienda incluir personas que representen casos extremos pues estas ayudarán a revelar comportamientos, deseos y necesidades del resto de la población, además facilita la observación de los mismos pues estas personas lo expresan con más facilidad que el resto. De este modo se tiene un rango completo del conocimiento de la comunidad lo que fortalece la perspectiva. Esto ayudará cuando se construya un marco conceptual en fases posteriores.

En el tercer paso se elegirán métodos de investigación. Ya que se requiere captar los comportamientos en el contexto de una comunidad que los rodea, resulta importante usar varios métodos de investigación. En este caso se proponen entrevistas individuales, grupales e inmersión en contexto. A los cuales se les puede complementar con otros métodos.

El cuarto consiste en desarrollar una aproximación en las entrevistas. Se entiende que una entrevista es un arte donde se debe balancear una necesidad dual de obtener información relevante y relacionarse con la persona como un amigo curioso. Por lo que se debe desarrollar un enfoque que permita alcanzar tal perfil. En esta herramienta se sugieren tres métodos de entrevista que ayudarán a desarrollar una aproximación apropiada para el caso: guía de entrevista, preguntas basadas en un escenario creado y técnicas de entrevista.

El paso cinco trata sobre desarrollar una mentalidad. En este paso se proponen dos ejercicios para lograr una mentalidad adecuada durante la investigación cualitativa: mente de principiante y observar vs interpretar. Se busca desarrollar una mentalidad abierta en la que no interfieran los conocimientos poseídos por el investigador. Esto permite una apreciación clara de la información obtenida, la cual quedará libre de condicionantes propias de la formación del entrevistador.

En el presente proyecto esta herramienta es una alternativa importante para la conducción de la investigación cualitativa a llevarse a cabo en la comunidad marginada. De esta etapa se busca obtener información valiosa que represente la verdadera situación de los pobladores, su disponibilidad para participar en el proyecto así como una referencia precisa para que posteriormente se les proporcione información que puedan manejar y asimilar.

### 1.2.3.2 ESTRATEGIA PARA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Para realizar un proceso apropiado de investigación etnográfica y de diseño centrado en humanos, en el caso de la comunidad marginada se buscará ser introducido mediante el respaldo de una autoridad local o por una organización no gubernamental que ya se encuentre trabajando con ellos. Así, la introducción respaldada por algún personaje conocido será el primer paso. Posteriormente se hará un reconocimiento general de la comunidad, lo que permitirá ubicarse en el contexto de manera apropiada. Una vez conocida la comunidad y sus habitantes, se seleccionará un caso de estudio conforme a las necesidades particulares de la población. Sobre este último se trabajará conforme a las herramientas y teorías anteriormente explicadas. Para una visualización de este plan de acción se realizó el siguiente diagrama [Figura 13].

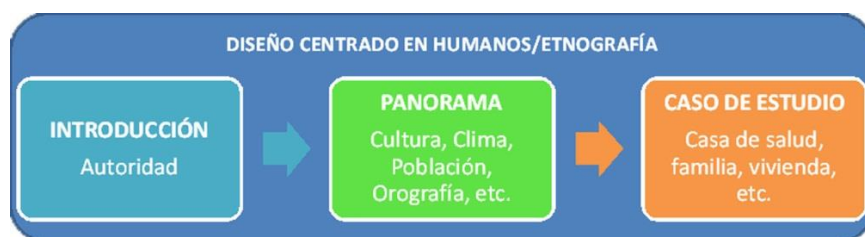


Figura 13 Estrategia para la investigación de campo en la comunidad

### 1.2.4 SANEAMIENTO MEJORADO

Para abatir los casos de diarrea en las personas se les debe dotar con un saneamiento mejorado, el cual se entiende como un mayor acceso a la eliminación de los excrementos y que ésta sea más segura<sup>27</sup>. Desde un principio el aspecto económico resulta fundamental para la implementación del correcto saneamiento; de nueva cuenta, se hace notar que el costo de proporcionar acceso a agua potable y a un saneamiento adecuado se eleva si se aplican tecnologías complejas con altos niveles de exigencia, sin embargo se puede reducir mediante la utilización de tecnologías simples que requieran de bajo mantenimiento. En los cálculos hechos por la Organización Mundial de la salud se consideraron tecnologías simples.

De este modo se demuestra la utilidad de mejorar los sistemas sanitarios tomando como referencia los recursos económicos, es decir, se ha calculado que por cada US\$ invertido se obtendría un beneficio de entre US\$3 y US\$34 dependiendo de la región. Así mismo los beneficios incluirían una reducción media del 10% de episodios de diarrea en todo el mundo con un beneficio económico anual total de US \$84000 millones. Dichos beneficios se refieren principalmente a los ahorros en atención sanitaria por la disminución de los tratamientos de casos de diarrea así como los gastos que ya no se harían en la búsqueda de tratamiento, asistencia médica, fármacos y transportes, así como los costos de oportunidad del tiempo invertido en la búsqueda de la asistencia<sup>28</sup>. Además de los beneficios económicos se obtienen otros cuya medición es menos

<sup>27</sup> Organización Mundial de la Salud. Evaluación de los costos y beneficios de los mejoramientos del agua y del saneamiento a nivel mundial. Sinopsis del documento WHO/SDE/WSH/04.04, 2004.

<sup>28</sup> Idem.

tangible y más complicada como lo son la comodidad y bienestar, la disminución de los días perdidos en el trabajo, las actividades domésticas productivas y la asistencia a la escuela.

### 1.2.5 SANITARIOS PARA COMUNIDADES RURALES

Debido a fenómenos como el fecalismo se dan problemas de contaminación de alimentos, suelo, agua y fuentes de agua. Esto puede provocar enfermedades infecciosas que dañan la salud de la población. Una manera de evitar dichos problemas es mediante el uso de servicios sanitarios, que pueden ser construidos fácilmente<sup>29</sup>.

Se pueden distinguir dos tipos principales de sanitarios: los que usan agua y los baños secos. Se construye el tipo apropiado conforme a consideraciones acerca del acceso al agua o distancia de los pozos. En base a esta clasificación, se pueden construir los siguientes tipos de sanitario:

- a) **Sanitario con agua.** Utiliza agua para arrastrar las excretas y debe estar conectado a una fosa séptica o al drenaje [Figura 14].

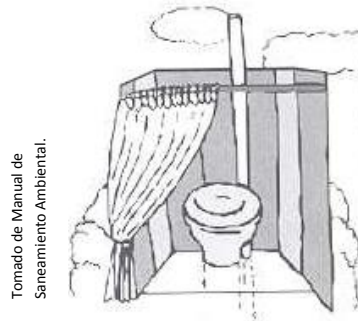


Figura 14 Sanitario que usa agua y tiene drenaje.

Recomendaciones: Se debe tener una escoba exclusiva para su limpieza y no emplear más agua de 2 a 3 litros por cada uso, se debe utilizar solo agua y papel para después de defecar. También hay que evitar que se tape el sifón que es por donde se desalojan los desechos.

- b) **Sanitario tradicional (letrina).** Es recomendable para aquellos lugares donde el agua no está cerca de la superficie. Consiste en un foso sobre el que se construye una caseta con piso donde se coloca una taza. Es necesario construir una ventilación que rebase la altura de la caseta [Figura 15].

<sup>29</sup> COFEPRIS. Manual de saneamiento ambiental para personal comunitario. México, diciembre de 2002.



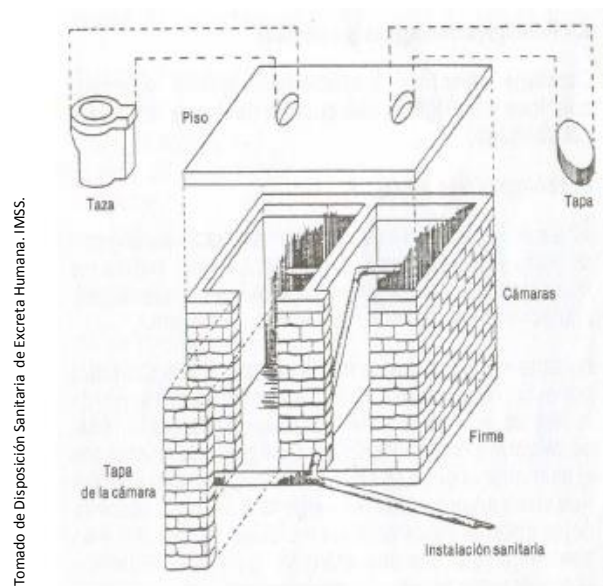
Tomado de Manual de Saneamiento Ambiental.

**Figura 15** La caseta se construye sobre el foso.

**Recomendaciones:** Con el fin de evitar malos olores se debe preparar una mezcla de cal o ceniza: una cubeta de cal o ceniza por dos botes de tierra. Cada vez que se utilice el sanitario se deben arrojar dos puños de la mezcla así como el papel utilizado. Cuando el foso esté casi lleno, se debe construir otro y trasladar a la caseta. Resulta importante clausurar la letrina, llenándola completamente con tierra y apretarla muy bien para evitar que sea fuente de contaminación.

### **1.2.5.1 SANITARIO ECOLÓGICO SECO**

Está compuesto de dos cámaras bien cerradas en donde se depositan las excretas, además cuenta con una taza que separa la orina evitando los malos olores [Figura 16]. Se debe tener cuidado en separar los sólidos de los líquidos para no generar una mezcla de ellos.



Tomado de Disposición Sanitaria de Excreta Humana. IMSS.

**Figura 16** Cámaras del sanitario seco.

**Recomendaciones:** Se recomienda colocar hojas y cáscaras secas, pasto seco o aserrín en el fondo del foso antes de iniciar su uso para facilitar que las bacterias y las lombrices desaparezcan. Para su limpieza es importante contar con una escoba exclusiva para el sanitario. Para evitar malos olores se requiere de una cubeta llena de hojas y cáscaras secas, pasto, aserrín o cenizas para arrojarlas dentro después de usar el sanitario. Cuando la cámara esté por llenarse, quite la taza, se

debe cubrir con tierra, taparse y posteriormente usar la siguiente cámara. Después de 6 meses se puede retirar el material de la cámara pues la mayoría de las lombrices y parásitos habrán desaparecido. Se recomienda enterrar este material a más de 10cm de profundidad.

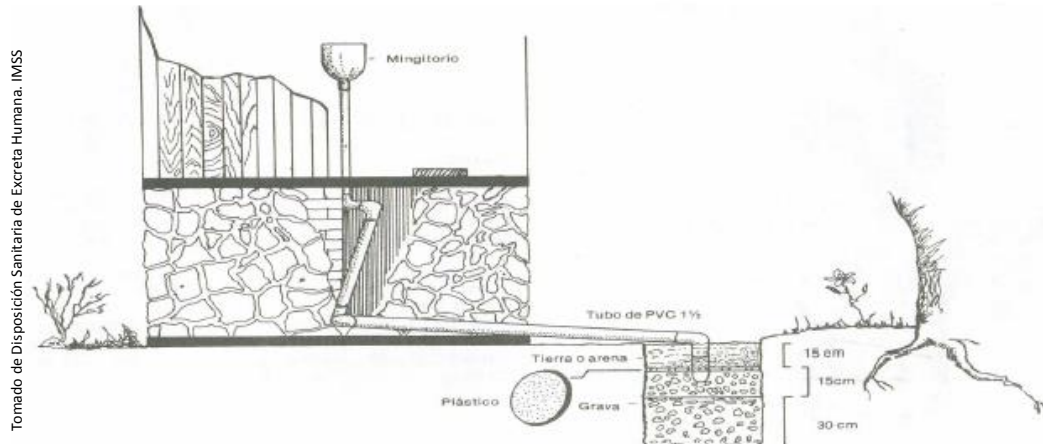
*La Taza.* En este tipo de sanitario la separación entre el orín y el excremento es fundamental, pues si se moja el excremento no se daría el proceso adecuado y se provocaría un olor insoportable. Por tal motivo la taza está diseñada para separar el orín y al mismo tiempo permitir la caída libre de excremento al fondo de la cámara [Figura 17].



**Figura 17 Taza separadora.**

*Pozo de absorción.* Es el lugar donde se deposita el orín; allí se filtra y sufre un proceso de oxidación que lo hace prácticamente inofensivo para la salud.

Para la construcción del pozo se siguen los pasos siguientes: al lado del sanitario se excava un hoyo de 30 centímetros de diámetro por 60 centímetros de profundidad; se rellena con Grava hasta una altura de 30 centímetros; en el centro del hoyo se coloca la punta del tubo de PVC. De 1 ½ pulgadas o en su defecto un trozo de manguera de ¾ de pulgadas, el cual está conectado a la instalación sanitaria. Hecho esto, se vuelve a agregar grava hasta llegar una altura de 45 centímetros; encima se coloca un plástico perforado con una aguja, como si fuera un cedazo. Después se rellenan los 15 centímetros sobrantes con una revoltura de tierra y arena hasta dejarla al ras del suelo [Figura 18].



Tomado de Disposición Sanitaria de Excreta Humana, IMSS

Figura 18 Vista en del pozo de absorción.

### 1.2.5.2 SISTEMA SANITARIO COMPOSTERO<sup>30</sup>

Es un receptáculo donde se reproduce un ambiente natural pero controlado para transformar los desechos fisiológicos (con los que una persona contaminaría diariamente 60 litros de agua), en nutrientes para plantas. A diferencia de las letrinas, los clivus<sup>31</sup> y los baños ecológicos secos, no requiere de tanto mantenimiento, no huele, utiliza los líquidos como parte del proceso, su manipulación no es desagradable y no requiere de un proceso secundario. Es fácil de construir, se puede adaptar a muchos espacios y climas. Una cámara tiene capacidad para 13 personas o hasta 40 deposiciones diarias [Figura 19].



Tomado de Aerolet.

Figura 19 Maqueta del sistema de sanitario compostero.

La ventilación es muy importante para que respire la cámara, se lleva los olores y trae el oxígeno que da vida a los organismos aeróbicos, éstos (hongos, bacterias y actinomicetos entre otros) realizan la descomposición e inmovilizan y matan organismos patógenos, contribuyendo a la vez a

<sup>30</sup> AEROLET. Cámara de descomposición aeróbica. Disponible en world wide web en: [http://www.sietecabritas.mex.tl/61768\\_sanitario-compostero-aerolet.html](http://www.sietecabritas.mex.tl/61768_sanitario-compostero-aerolet.html)

<sup>31</sup> Del latín "pendiente, cuesta, colina". El clivus multrum fue un sanitario ecológico diseñado en el año de 1939 por el ingeniero sueco Rikard Lindstrom.

la eliminación de olores [Figura 20]. Construirla bien, mantener la proporción de aire adecuada al volumen de la materia orgánica, sellarla e impermeabilizarla, tener las entradas y salidas de aire protegidas con malla, cerrar la tapa de la taza cuando no está en uso, agregarle aditivos como aserrín y cenizas (entre otros, para propiciar un equilibrio entre el Carbono y el Nitrógeno), labores de mantenimiento como el rastrilleo mensual (dependiendo del número de deposiciones) y observar que el nivel de humedad también sea el correcto, son medidas que previenen problemas de contaminación del medio exterior o de inoculación con vectores transmisores de patógenos y promueven el buen funcionamiento del sistema.

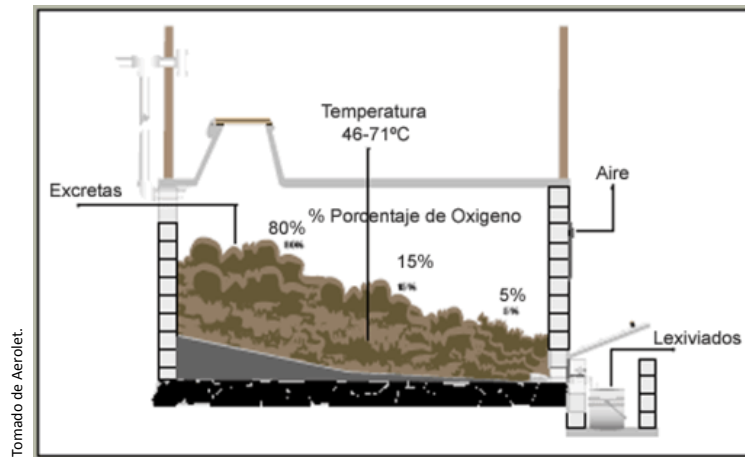


Figura 20 Corte de la cámara de reacción.

Los productos finales son dos: un abono estable y completamente oxidado, el humus, similar en apariencia y olor a la tierra y un fertilizante líquido orgánico, producto de la fermentación de los lixiviados con azúcar. Ambos son aplicables a plantas y árboles.

### 1.2.5.3 SANITARIO SULABH<sup>32</sup>

Este sistema es originario de la India y resulta interesante no solo por la manera en que maneja los desechos sino porque también ha provocado grandes cambios sociales en las comunidades de recolectores de desechos de la comunidad donde se aplicó. El proyecto fue generado por Bindeshwar Pathak, quien por los resultados obtenidos en cuanto a la salud y cambio social mereció el premio del agua en Estocolmo Suecia [Figura 21] (2009 Stockholm Water Prize).

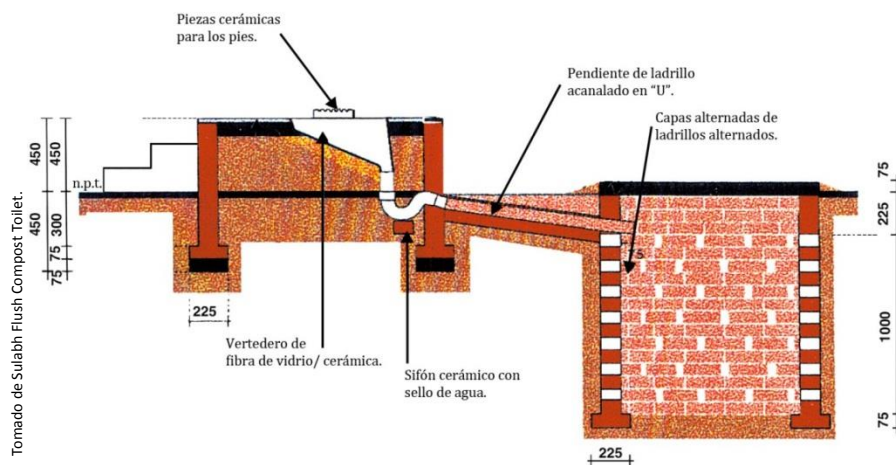
<sup>32</sup> BINDESHWAR Pathak. Sulabh Flush Compost Toilet. Sulabh International Social Service Organisation. Disponible en world wide web: <http://www.sulabhinternational.org/>



Tomado de Sulabh Flush Compost Toilet.

**Figura 21** El Dr. Bindeswar Pathak obtuvo su premio en 2009.

Consta de una tecnología sencilla que puede ser construida por mano de obra y materiales locales. Provee beneficios a la salud de los habitantes mediante la correcta disposición de excretas humanas. Consiste en un recipiente con una inclinación de entre  $25^\circ$  -  $28^\circ$  y una trampa especialmente diseñada de 20 mm de sello de agua, requiriendo solamente 1.5 – 2lt de agua para desalojar [Figura 22]. De este modo conserva el agua y hace innecesaria la labor de personas que limpien el recipiente de manera manual.



Tomado de Sulabh Flush Compost Toilet.

**Figura 22** Corte del sanitario Sulabh

Cuenta con dos pozos cuyas dimensiones varían dependiendo de la cantidad de usuarios, normalmente se diseñan para una capacidad de uso de 3 años. Los pozos se usan de manera alternada, cuando uno está lleno se redirige el material fecal al siguiente [Figura 23]. Después de un tiempo aproximado de 2 años los sedimentos han sido digeridos en abono sin olores y prácticamente sin patógenos lo cual lo vuelve seguro para manejarlo.



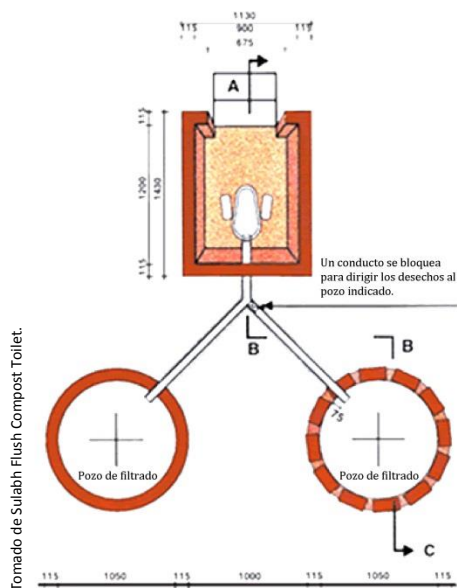


Figura 23 El sistema de dos pozos.

El material producido por este sanitario no provoca contaminación del agua, cuando es construido en un suelo homogéneo, las bacterias no viajan más allá de 3m horizontalmente, de manera vertical la filtración no supera más de 1 metro. Hay que tener la precaución de no construirlo cerca de fuentes de agua potable. No se necesita una chimenea para liberar los gases pues estos son absorbidos por las paredes del suelo que rodean los pozos, es por eso que están contruidos con los ladrillos en formación de celosía. Dependiendo de la disponibilidad de espacio los pozos pueden ser contruidos en diferentes formas como rectangulares, circulares o en forma lineal. Este sistema cumple las especificaciones de letrinas sanitarias establecidas por el documento: Disposición de excretas en zonas rurales y comunidades pequeñas<sup>33</sup>.

#### 1.2.5.4 COMPARACIÓN DE SANITARIOS PARA COMUNIDADES RURALES

Para facilitar la comprensión de los sistemas vistos, permitir la confrontación entre sus características y hacer visibles las alternativas estudiadas se conforma la siguiente tabla en la que se destaca lo más importante de los sanitarios investigados [Tabla 1].

No	Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas	Tecnología
1	<b>Sanitario con agua</b>	Utiliza agua para arrastrar las excretas y debe estar conectado a una fosa séptica o al drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema funcional y robusto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hace manejo adecuado de las excretas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fosa o Drenaje</li> </ul>
2	<b>Letrina</b>	Consiste en un foso sobre el que se construye una caseta con piso donde se coloca una taza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil construcción.</li> <li>• Operación sencilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede contaminar cuerpos de agua</li> <li>• Vida útil media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foso de confinamiento</li> </ul>
3	<b>Sanitario ecológico seco</b>	Está compuesto de dos cámaras bien cerradas en	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hace manejo adecuado de las</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deben separar los sólidos de los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámaras de descomposición</li> </ul>

<sup>33</sup> WAGNER, E. G. Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades. OMS, Ginebra 1960.

		donde se depositan las excretas, además cuenta con una taza que separa la orina.	excretas	líquidos • Se debe cambiar de foso cuando se ha llenado	
4	<b>Sistema sanitario compostero</b>	Es un receptáculo donde se reproduce un ambiente natural pero controlado para transformar los desechos fisiológicos en nutrientes para plantas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo adecuado de las excretas</li> <li>• Produce composta y abono líquido apropiado para plantas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento constante</li> <li>• Vigilancia necesaria de volúmenes y humedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fosos ventilados y aditivos</li> </ul>
5	<b>Sanitario Sulabh</b>	Consiste en un recipiente, una trampa especialmente diseñada y dos pozos que se usan de manera alternada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vida útil de tres años</li> <li>• Digiere el material en abono sin olor y prácticamente sin patógenos</li> <li>• Uso mínimo de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción intrincada</li> <li>• Extracción manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente y trampa especial</li> <li>• Fosos de digestión</li> </ul>

Tabla 1 Cuadro de resumen sobre sanitarios para zonas rurales

### 1.2.6 IDEAS NUEVAS DE SANITARIOS

A través de algunos ejemplos de diseños de sanitarios, se busca explorar algunas posibilidades de configuraciones diferentes que puedan aportar funcionalidad al sanitario que sea implementado en este proyecto. Los sanitarios revisados cumplen hasta cierto punto con los siguientes criterios:

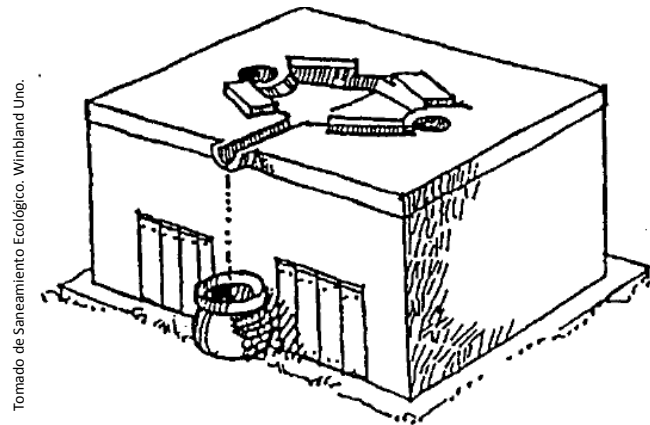
- Prevención de enfermedades.
- Accesibilidad, en términos del costo.
- Protección del medio ambiente con la reincorporación de nutrientes al suelo.
- Ser compatible con la sociedad atendida.
- Simpleza, en cuanto a un mantenimiento fácil de llevar a cabo.

Es importante destacar el aspecto del costo. Los ejemplos vistos tienen un costo relativo, pues los sofisticados resultan caros y los sencillos baratos. Hasta este punto se ha podido establecer una relación entre el costo y la operación del sanitario. A menor costo, se requiere de mayor manipulación y cuidado del sistema sanitario; cuando se implementan soluciones costosas se reducen ambos trabajos<sup>34</sup>.

#### 1.2.6.1 VERSIÓN USADA EN MÉXICO DEL SANITARIO VIETNAMITA

El sanitario vietnamita es un sistema de doble cámara que funciona con base a la deshidratación de los desechos. En el norte de Vietnam se usó para producir fertilizantes usados en el cultivo de arroz. Este modelo se construye en su totalidad sobre el suelo y las cámaras descansan sobre una plancha de concreto, ladrillo o barro. Cuenta con una losa para acucillarse que cubre las dos cámaras de tratamiento, tiene dos orificios de entrada, descansos para los pies y un canal para la orina. En la parte posterior hay aberturas para retirar el material deshidratado [Figura 24].

<sup>34</sup> WINBLAND Uno, et. al. Saneamiento ecológico. Agencia sueca de cooperación internacional para el desarrollo/ Fundación Friedrich Ebert-México. Suecia, 1998.



Tomado de Saneamiento Ecológico. Winbland Uno.

**Figura 24** Recolección de orina para usarla como fertilizante.

El canal de la losa sirve para desviar la orina, que se almacena en una olla. El papel que se usa para limpiarse después de almacenado se quema. La orina sola o mezclada se usa como fertilizante, en contraste con las costumbres de América Central, donde no se le da este uso.

Al igual que en el diseño original, en México el sanitario ecológico seco cuenta con dos cámaras. Desde un colector la orina fluye a un pozo de absorción. Cada semana, con una vara, una persona mezcla el material y le agrega más cenizas.

En México y América Central hay bastantes ejemplos del uso de este sanitario en un ambiente urbano. Uno de ellos se encuentra en Hermosa Provincia, El Salvador. Otro ejemplo es el aplicado en la ciudad de Cuernavaca, México [Figura 25]. En este último, César Añorve ha implementado una versión del sanitario de mayor calidad dentro de la vivienda. En particular, se destaca que mantiene su proyecto de las ventas de las tazas de sanitario con desvío de orina. También es posible adquirir un molde de fibra de vidrio para construir las propias tazas de sanitario.



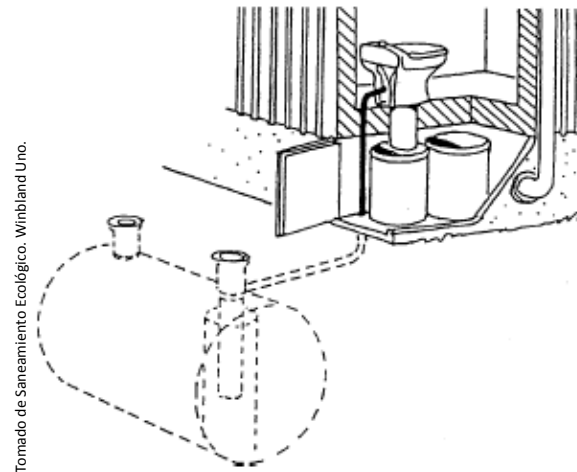
Tomado de Saneamiento Ecológico. Winbland Uno.

**Figura 25** Adaptación al interior de una casa.

Esta adaptación es para dentro de una casa moderna, que habita una familia con buenos ingresos. Cuenta con una taza de sanitario móvil con colector de orina. El acceso a las cámaras de tratamiento, debajo del piso del baño, está fuera de la casa.

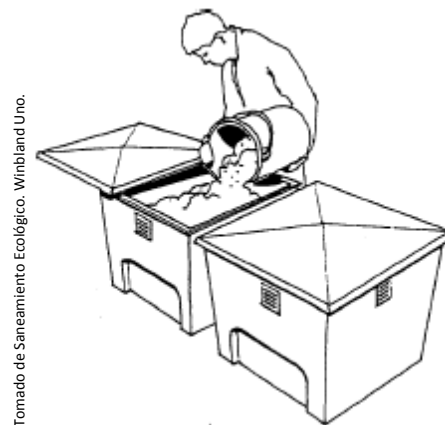
### **1.2.6.2 SANITARIO WM EKOLOGEN DE SUECIA**

Fue desarrollado por el profesor Mats Wolgast del Karolinska Institutet, en Estocolmo Suecia. También se basa en un proceso de deshidratación, diseñado para desviar la orina. Es instalado en el interior de una casa, las heces y el papel higiénico usado caen en un depósito grande. La orina se canaliza a un tanque de almacenamiento subterráneo [Figura 26].



**Figura 26** Es posible mezclar las heces y el papel higiénico.

Las heces y el papel higiénico usado caen en un depósito plástico con una capacidad de 80 litros, una vez lleno, se coloca uno vacío. El depósito lleno se deja en la cámara por un periodo aproximado de seis meses, después el contenido puede procesarse como tratamiento secundario en un recipiente ventilado para composta. El sistema utiliza un extractor que saca el aire del sanitario, lo conduce hacia debajo de la taza, a la cámara de tratamiento y luego hacia afuera por un tubo de ventilación [Figura 27].

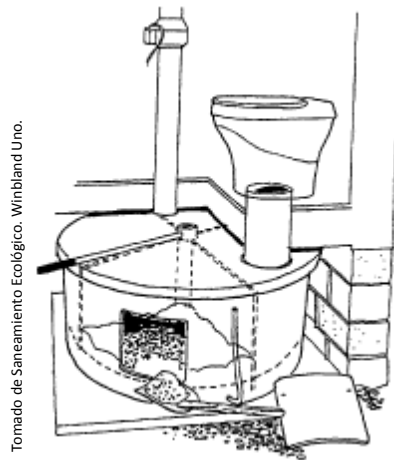


**Figura 27** Tratamiento secundario de composteo.

Este sistema ha sido probado con buenos resultados, es de alta calidad y fue diseñado para instalarse dentro del cuarto sanitario en una casa moderna. Se utiliza tanto en zonas urbanas como rurales y en instituciones, lo mismo que en hogares privados.

### **1.2.6.3 SANITARIO DE COMPOSTA “CARRUSEL” DE VARIAS CÁMARAS EN NORUEGA**

Es uno de los sanitarios más populares en su país. Según reportes, se han construido más de 30000 unidades en Noruega y Estados Unidos. El diseño de carrusel consta de una cámara subterránea de procesamiento en forma de tanque cilíndrico, dentro de la que hay otro tanque cilíndrico pequeño que gira sobre un eje. Ese segundo está dividido en cuatro cámaras. La cámara en uso está justo debajo del conducto de caída de la taza de sanitario. Una vez que se llena, se hace girar el tanque de manera que la siguiente cámara quede en lugar de la anterior, de este modo se van llenando en secuencia [Figura 28].



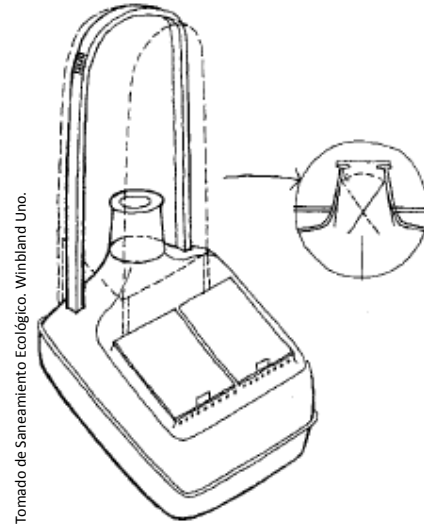
**Figura 28** Secuencia de cámaras giratorias.

Ya que la última cámara está llena, el material más viejo se retira por una puerta de acceso, de este modo queda libre para continuar con la secuencia. Los líquidos se drenan por medio de unos orificios en la base del tanque giratorio para hacerlos caer en el tanque externo donde se evaporan o se descargan a una cama de evapo-transpiración.

El carrusel es básicamente un sanitario con varias cámaras. Como tal, mantiene las heces separadas, frescas y limpias. Puede lograrse el mismo resultado a un costo mucho menor, si se utilizan cubetas que se cambian manualmente de lugar, en vez de utilizar el tanque giratorio.

### **1.2.6.4 SANITARIO DE COMPOSTA “SIRDO SECO” CON CALENTADOR SOLAR EN MÉXICO**

Este modelo originalmente fue probado en Tanzania a mediados de 1970. La idea tuvo un posterior desarrollo en México donde, desde hace quince años se produce una unidad prefabricada hecha con resina y fibra de vidrio. Posee un receptáculo con dos cámaras, arriba de la pared divisoria hay un dispositivo desviador que dirige la excreta hacia cualquiera de ellas. Cuando se llena se gira una manivela colocada en la parte posterior para cambiar la posición del desviador que envía la excreta a la otra cámara [Figura 29].



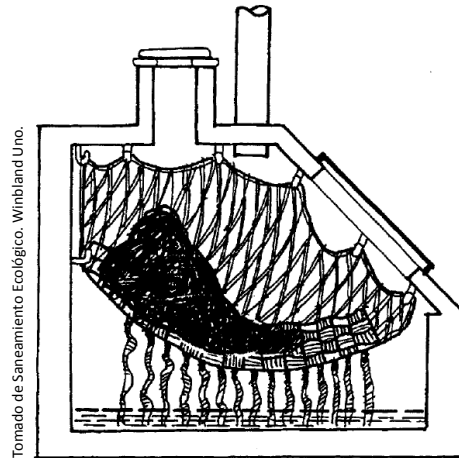
**Figura 29** Dispositivo desviador para excretas.

Un tubo de ventilación que se eleva hasta el techo extrae los olores y tiene una malla en el extremo superior que funciona como mosquitero. Las cámaras tienen una tapa pintada de negro, hecha de aluminio laminado. Estas reciben la luz solar directa para captar la mayor cantidad de calor, lo que aumenta la temperatura en la superficie del material de composta apilado. Una vez que el material de composta llega hasta el dispositivo desviador, se debe empujar hasta el extremo más bajo del receptáculo, que hay que vaciar por lo menos una vez al año si un máximo de 6 a 8 personas utilizan regularmente el servicio. Una ventaja sobresaliente de este modelo prefabricado y ligero es que es portátil. En cualquier momento se puede vaciar y transportar como si fuera un mueble más de la casa.

#### ***1.2.6.5 EL SANITARIO CCD EN EL PACÍFICO SUR***

Este sanitario fue diseñado por David del Porto para Greenpeace y el Centre for Clean Development, destinado a los países de las pequeñas islas del Pacífico. Hace hincapié en la cero descarga más que en la separación y reciclado de la orina. Tiene dos cámaras herméticas construidas sobre el nivel del piso. Al igual que en otros sanitarios de dos cámaras, en este tipo la excreta se deposita en una de ellas. Para alargar el período de la composta, las cámaras se utilizan de manera alternada y el humus que se retira sirve como acondicionador de suelo.

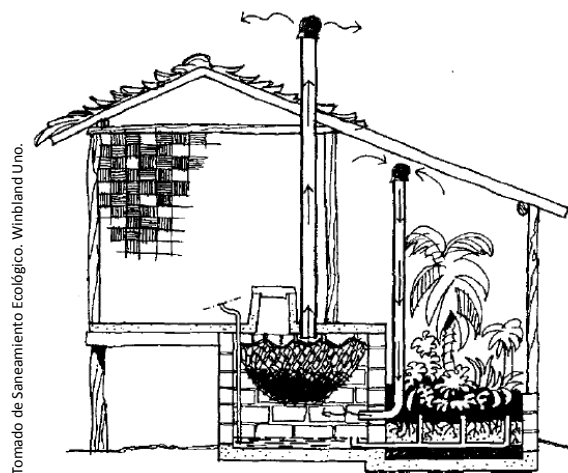
La excreta se deposita en un petate de hoja de palma, que a su vez descansa en una red para pescar hecha de hilo de nylon suspendida dentro de la cámara de asimilación, este sistema separa todos los líquidos. El falso fondo permite que el aire circule a través de todo el material. Periódicamente se agregan a través de la taza del sanitario de pedestal, materia orgánica como cáscaras de coco, viruta de madera, hojas o pedazos de verduras y alimentos. Esto se hace para proporcionar una fuente de carbón e incrementar la porosidad del material, facilitando la circulación de aire [Figura 30].



**Figura 30 Falso fondo para separar sólidos de líquidos.**

Un tubo permite la entrada de aire hacia el material de composta. Hay una toma de aire por debajo de la red de pescar y corre a lo largo de la pared posterior de la cámara. Esta corriente de aire ayuda a la evaporación de los líquidos acumulados en el piso de la cámara de asimilación. La evaporación se hace más eficiente si se cuelgan pedazos retorcidos de poliéster o rayón de la red de pescar, pues estos absorben el líquido que se acumula en la base de la cámara e incrementan el área expuesta a la corriente de aire. Otra solución es el drenado del líquido hacia una cama de evapo-transpiración [Figura 31].

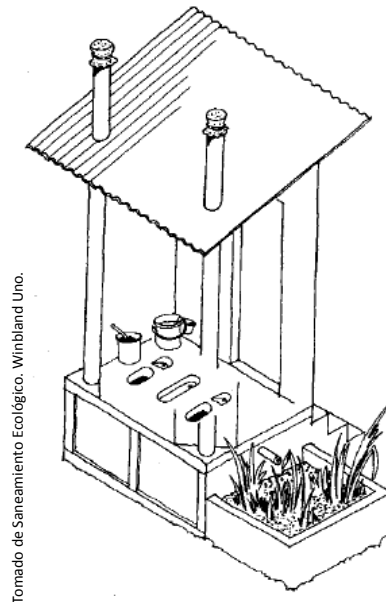
Una vez que el material de composta alcanza una altitud apenas por debajo de la taza, se cierra la cámara en uso y se cambia el asiento de lugar colocándola en el pedestal de la otra cámara. La que queda expuesta se cierra colocando una tapa pesada de concreto. Una vez que la segunda cámara se llena, se remueve la composta de la primera para utilizarla como acondicionador de suelo. Por medio de un acceso se retira la composta o toda la red. Además de la adición periódica de material orgánico y la limpieza de la taza con un poco de agua y jabón, esta es la única operación de mantenimiento.



**Figura 31 Anexo de invernadero y una cama de evapo-transpiración.**

### **1.2.6.6 SANITARIO CON DOBLE CÁMARA DE INDIA**

En Kerla, India, se adaptó el sanitario vietnamita en una población que utiliza agua para el aseo anal después de la defecación. La orina se separa, junto con el agua utilizada para el aseo anal, pero en este caso por medio de una cama de evapo-transpiración anexa al sanitario. Antes que el sanitario sea usado por primera vez es necesario colocar paja en la cámara, lo que proporciona una base rica en carbón para recibir las heces y absorber la humedad. Después de cada uso se esparce un puñado de cenizas. De vez en cuando se agrega un poco de paja, hojarasca y pedazos de papel, lo que significa que está implícito un proceso de descomposición, más que uno de deshidratación. Esto lo confirma la reducción en volumen que experimenta el material que se acumula dentro de la cámara. La primera cámara se abre hasta después de un año de operación o más. La cama de evapo-transpiración requiere de muy poco mantenimiento. Todo lo que se necesita es podar el zacate muy crecido, para después cortarlo en trozos y echarlo a la cámara de tratamiento [Figura 32].



**Figura 32** Cultivo en la cama de evapo-transpiración.

## **1.2.7 PROCESOS CONSTRUCTIVOS APROPIADOS**

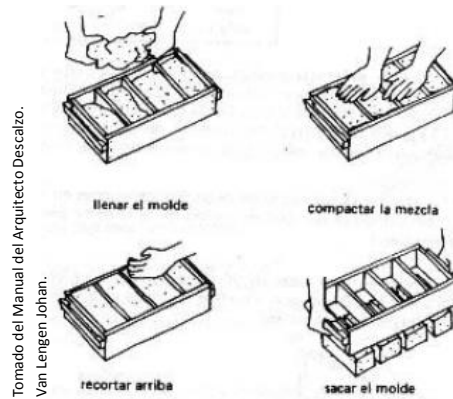
En este apartado se tratarán procesos constructivos que involucran materiales y procedimientos recomendados para zonas rurales. De este modo se procura que el diseño generado sea adecuado para las posibilidades de los habitantes de las comunidades marginadas

### **1.2.7.1 ALGUNOS MATERIALES**

En zonas rurales se dispone de gran cantidad de materiales naturales. Esto es los que se pueden obtener directamente del medio geofísico. Sin embargo existen procesos y técnicas sencillas en las que principalmente se requiere de la habilidad manual para su conversión en materiales de construcción adecuados.



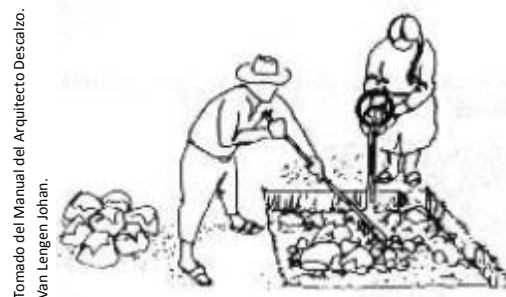
Un elemento abundante en zonas rurales es la tierra, se considera que casi todos los tipos de tierra sirven para la construcción de muros, ya sea por medio de bloques –adobe- o por medio de muros apisonados [Figura 33]. Como hay diferentes tipos de tierra en su composición, aún dentro de regiones pequeñas, muchas veces hay que combinar varios tipos. Es decir, se usa la tierra del lugar, pero añadiendo más arcilla cuando es pobre o añadiendo arena cuando es demasiado rica. Con este material se pueden confeccionar adobes de distintas formas, muros apisonados y mezclas para cocer tejas o algunas otras piezas.



**Figura 33 Moldes para bloques de adobe.**

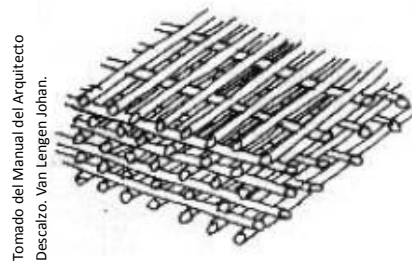
Por otra parte, la arena se utiliza para hacer las mezclas para los trabajos de mampostería. Para levantar muros o paredes se usa una mezcla con arena gruesa y para los acabados se usa arena más fina o cernida. La arena buena para construir es la arena limpia de río, a diferencia de la encontrada en el mar.

Otro material rural es la cal. Esta se hace de una piedra blanca y medio blanda que se calienta para que se transforme en un terrón frágil. La manera más sencilla de hacerlo es mediante un fuego y colocar encima un montón de piedras de cal. El fuego debe ser bastante uniforme y se deben mantener las piedras hasta que se calcinen en forma de terrones. Posteriormente se mezcla agua poco a poco para que se apaguen los terrones. Se deben mover constantemente hasta que se deshidraten [Figura 34]. Después se deja el líquido reposar hasta que forme una gelatina con grietas. Antes de usar la cal para la preparación de morteros, habrá que dejar la masa por unos 6 días cubierta de arena.



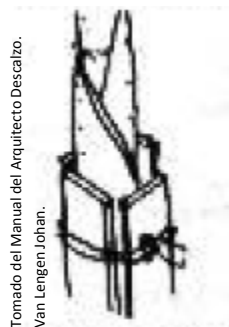
**Figura 34 Preparación de cal.**

Uno de los materiales principales que se pueden aprovechar para construir es la madera. En las regiones trópico-húmedas existen varios tipos de madera que duran mucho tiempo y sufren poco daño o desgaste por parte de los insectos. Desafortunadamente los mejores tipos de madera se han vuelto escasos. Sin embargo existen técnicas y tratamientos para ayudar a la durabilidad de maderas menos resistentes [Figura 35]. De madera se pueden obtener tejamaniles, que son tejas de madera que se pueden usar como acabado tanto en techos como en paredes.



**Figura 35 Modo apropiado de acomodo de madera.**

Otro material relacionado es el bambú. Los troncos de bambú crecen a su altura final en alrededor de 3 o 4 meses, una vez que llegan a su altura las paredes de los troncos se van haciendo gruesas y fuertes. Después de unos 3 o 6 años, dependiendo del tipo de bambú, los troncos llegan a su resistencia máxima. Es entonces cuando el bambú debe usarse para la construcción. Hay quien amarra tablillas alrededor del tronco desde pequeño para que el tronco sea cuadrado [Figura 36].

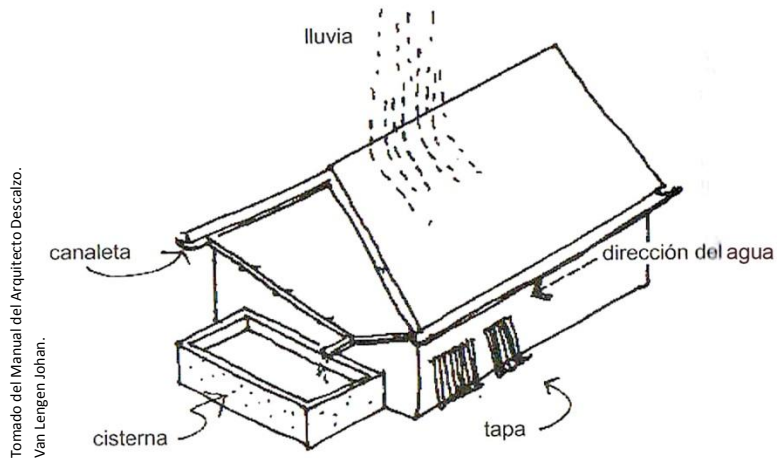


**Figura 36 Manera de dar forma cuadrada al bambú.**

### ***1.2.7.2 RECOLECCIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS RURALES***

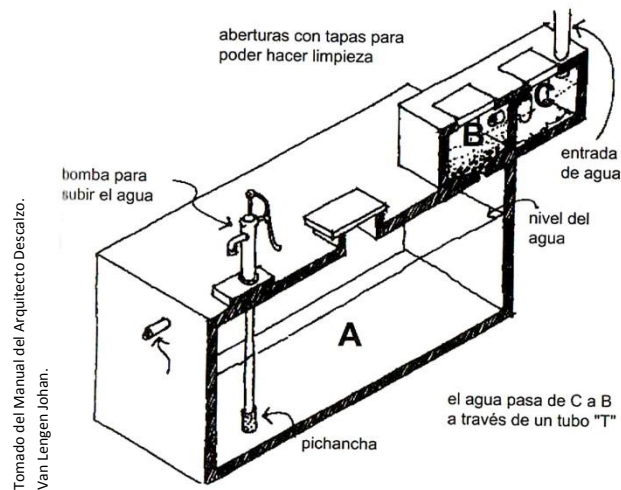
Existen alternativas para almacenar una provisión de agua en viviendas de zonas rurales. Esto es muy útil sobre todo en aquellos lugares donde la temporada de sequías es larga. Así pues, se recolecta el agua de lluvia para luego acumularla en cisternas de las que la vivienda se puede proveer para su uso diario.

El sistema consiste en un depósito o cisterna al que se conduce el agua de lluvia por medio de canaletas instaladas en los techos de la vivienda [Figura 37]. Las canaletas pueden ser construidas en materiales naturales como bambú o corteza de árboles. Se recomienda que cuando comience la recolección se dejen perder algunos litros de agua pues contendrán la suciedad acumulada en los techos.



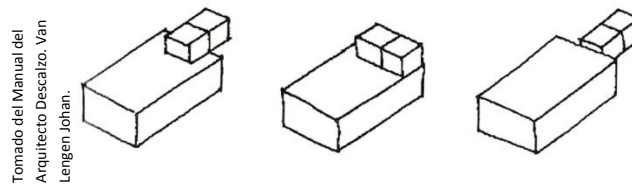
**Figura 37** En una cisterna se puede recolectar y almacenar el agua de lluvia.

Se considera que un buen sistema de almacenamiento de agua debe contar con tres cámaras a saber: A. El depósito principal donde se va a acumular el agua, B. Un filtro de grava y arena y C. Un tanque de sedimentación en el cual se acumulará el lodo [Figura 38].



**Figura 38** Corte de una cisterna con filtros.

Ya que no siempre se dispone del mismo espacio para una instalación de este tipo, esta se puede configurar de varias maneras. Algunos ejemplos de esto son [Figura 39]:



**Figura 39** Diversas configuraciones de la cisterna y sus cámaras.

### 1.2.8 DESCRIPCIÓN DEL SANITARIO USADO EN LA COMUNIDAD ELEGIDA

En la visita a la comunidad se hizo contacto con personal a cargo de la casa de salud. Resulta importante el vínculo con las enfermeras de dicha institución pues son personal originario de la localidad que establecen relaciones directas con los pacientes hablando la lengua materna y que a diferencia de los médicos responsables no laboran por periodos cortos de tiempo para luego abandonar la comunidad.

Así pues, en la casa de salud de Santo Tomás Ocotepec se encuentra instalado y en funcionamiento un sanitario ecológico seco [Figura 40]. Dicho sistema fue implementado a partir de un programa gubernamental que personal del Instituto Mexicano del Seguro Social llegó a implantar. Gracias a que está en uso y mantenido por personal de la institución de salud, que cuenta con las prácticas y conocimientos adecuados, este sanitario se encuentra en óptimas condiciones. Así mismo al cuestionar a la enfermera sobre el manejo de los desechos en tal instalación, refirió sus buenos resultados. Comentó tener un baño igual en su domicilio el cual le presta un servicio que considera satisfactorio. Sin embargo, se le cuestionaron sobre algunas situaciones consideradas como conflictivas por depender de un uso correcto, como es el caso de la separación de sólidos y líquidos cuando es usado por infantes. A esta y otras situaciones similares, aceptó la afección al funcionamiento, por lo que se requiere de un alto grado de atención en el uso y mantenimiento del sistema.



**Figura 40** Fachada de la casa de salud de la comunidad.

El sanitario encontrado corresponde con el modelo conocido como sanitario ecológico seco. Se compone principalmente de dos cámaras que se usan alternadamente para depositar los desechos sólidos, agregándole una mezcla de cenizas, cal o tierra. Encima se coloca una caseta que sirve para proteger al usuario de la intemperie [Figura 41].



**Figura 41** El sanitario de la casa de salud.

Al momento de visitarlo, una cámara se encontraba en desuso y la otra estaba sellada para recibir los desechos [Figura 42]. Como se ha visto sobre la cámara que se está usando se coloca una taza especial que cuenta con un dispositivo para separar la orina y dirigirla por un conducto que la lleva a un pozo de absorción, sin que humedezca la cámara que contiene desecho sólidos [Figura 43].



**Figura 42** La cámara de la izquierda estaba en desuso.



**Figura 43** Taza separadora de orina.

A diferencia de los modelos vistos en la literatura consultada, este sanitario fue dotado de un mingitorio para ser usado por varones. Esto realiza la función de separar las orinas evitando que los hombres tengan que sentarse en la taza. Otra diferencia fue encontrar el orificio de la cámara en desuso sin sellar. Esto puede provocar una equivocación y depositar desechos cuando el tiempo no es apropiado [Figura 44]. Además, fue encontrado un bulto de cal que se usa para arrojar sobre los desechos. Conforme a lo visto, se recomiendan otros materiales como mezcla para arrojar cada vez que se usa el sanitario, estos permiten a los microorganismos realizar la descomposición, el uso de la cal afecta este proceso natural.



**Figura 44 Fosa destapada y mingitorio cerámico.**

Por la parte posterior de la construcción se aprecian las tuberías conductoras de orines así como el vano de la compuerta de la cámara en desuso. Son visibles los materiales utilizados en su construcción como son manguera para agua, tubo especial para instalaciones eléctricas, tabique blanco ligero y mortero [Figura 45].



**Figura 45 Vista posterior del sanitario ecológico seco.**

A manera de conclusión se puede establecer que este sanitario se encuentra en buen funcionamiento y presta un servicio apropiado para las condiciones particulares en las que se encuentra. Entre otras, algunas importantes a considerar son: El uso y mantenimiento involucra a personal capacitado para tal fin, lo que contribuye favorablemente al buen funcionamiento. El sanitario no tiene un uso constante pues es de uso ocasional para aquellas personas que acuden a

la casa de salud. Cuando se usa es por alguna persona que puede tomarse las molestias necesarias para realizar correctamente los procedimientos indicados. Tal situación difiere de una instalación en casa-habitación donde la responsabilidad por el uso es menor y se dan prácticas más libres, sobre todo por personas muy menores o mayores de edad.

## **1.3 ANÁLISIS DE DATOS**

### **1.3.1 CONSECUENCIAS SOCIALES DE LOS PROGRAMAS DE SANEAMIENTO<sup>35</sup>**

Se ha visto que el problema de la disposición de excretas en comunidades rurales tiene un componente de suma importancia, el cual es la participación social. Existe una gran cantidad de información tecnológica con sistemas constructivos y modelos de sanitarios eficientes, sin embargo cualquiera de ellas es susceptible a fallar contundentemente si las personas no las aceptan. Es por esto que se deben tomar en cuenta los diferentes grupos sociales, pues necesariamente deben participar positivamente para que un sistema sanitario sea exitoso.

El primero de ellos es la comunidad misma en la que se va a instalar el servicio sanitario. Deben ser considerados los pobladores como un grupo que comparte intereses, costumbres y creencias. Cuando se proyecta una solución en su contexto se deben tomar en cuenta las consideraciones culturales que tengan relación directa con un baño. Sin el manejo adecuado, la comunidad puede rechazar, presentar aversión, evitar y abandonar el uso del sanitario. En el caso estudiado, ya se utilizan algunos sistemas de manejo de excretas, siendo los más populares los que representan menor costo y aquellos que el gobierno ha promovido. Con el tiempo de uso, algunas costumbres se han adoptado, como sentarse en los muebles de baño o usar el abono seco.

El siguiente grupo en importancia es la familia. A este grupo es al que se va a atender directamente y será pensado en ellos el sistema que se vaya a diseñar e implementar. Su participación es importante pues deben estar enterados de lo que va a acontecer y se debe aprovechar las ideas que puedan proporcionar para aplicarlas al caso. Cuando se ha logrado la aceptación familiar el proyecto puede llevarse a cabo con buenas perspectivas, se pueden adoptar nuevas conductas y conocimientos, así como favorecer la duración del sistema.

Es también de importancia el papel que desempeña la institución de salud correspondiente para la instrucción técnica, aporte de recursos y materiales pero sobre todo en la supervisión, evaluación y vigilancia a largo plazo del sistema sanitario. Principalmente son las instituciones las poseedoras de la información fundamental en cuanto al funcionamiento de los baños. Cuando se dedican solamente a dictar alguna conferencia al respecto sin el gran trabajo posterior de llevar un seguimiento de evaluación, capacitación constante y supervisión, las tecnologías implementadas dejan de funcionar después de cierto tiempo. Esto es común pues no existen sistemas infalibles. Cuando los problemas se presentan, los pobladores poco capacitados no son capaces de reparar los desperfectos y poner en condiciones de uso los baños. En la mixteca alta se aplican programas del gobierno federal que contemplan el manejo adecuado de las excretas y son vigilados por las

---

<sup>35</sup> WAGNER, E. G. Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades. OMS, Ginebra 1960.

casas de salud comunitarias. Como se ha visto Santo Tomás Ocotepec cuenta con su casa de salud por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMMS). Ellos han vigilado y mantenido inspección sobre los sanitarios usados en la comunidad.

### **1.3.2 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS DIVERSOS SISTEMAS**

#### **DE EVACUACIÓN DE EXCRETAS<sup>36</sup>**

Elegir correctamente el tipo de instalación sanitaria representa un problema complejo. Cuando se trata de dar la mejor alternativa se deben tomar en cuenta muchos factores relacionados entre sí. En una comunidad rural no se puede dejar de considerar aspectos culturales como las costumbres religiosas, cosmogonía y creencias, también son importantes las condiciones geológicas y climatológicas. Así mismo un aspecto que resulta fundamental es el nivel económico, la organización política y social de las comunidades rurales. Otro aspecto más a considerar es el nivel educativo y también la educación sanitaria que pueda existir. Cuando se busca la fabricación por cuenta de los pobladores entonces hay que considerar la pericia de la población y la disponibilidad de materiales de construcción.

El aspecto económico resulta decisivo al seleccionar el tipo de instalación, pues debe corresponder con las necesidades pero sobre todo con las capacidades monetarias de los pobladores. Los sistemas de alcantarillado con retretes de depósito de agua son muy costosos y exceden con mucho las posibilidades económicas de la mayoría de las zonas rurales. Es preciso encontrar una solución que ofrezca a la vez la máxima protección sanitaria y cuya construcción y mantenimiento entren dentro de las posibilidades económicas de la población. En la plática con la enfermera de la comunidad, se planteó un monto tentativo de \$1000 pesos para saber si es posible pagar tal cantidad por un sanitario, a lo que contestó que hay muchos pobladores que no poseen ni esa cantidad de dinero. Así pues queda de manifiesto que si se quiere alcanzar una cobertura total con sanitarios ecológicos, esto debería ser mediante un patrocinio para que al menos a la mayoría de la población le sea financiado el sanitario.

#### **1.3.3 CONSTRUCCIÓN**

Sobre la información recopilada anteriormente, se deberá decidir cómo se llevará a cabo la construcción del sistema. Tomando como referencia la literatura al respecto<sup>37</sup>, se analizan las siguientes tres alternativas:

1. A través de una campaña bien organizada a cargo de la institución de salud.
2. Realizada por una sola familia con la orientación de un inspector de saneamiento.
3. Construcción por la combinación de ambos métodos.

Según lo indicado, el tercer método es el que da mejores resultados y a largo plazo. Si se decide por los métodos uno o tres, será posible preparar una construcción con un programa detallado.

---

<sup>36</sup> Idem.

<sup>37</sup> WAGNER, E. G. Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades. OMS, Ginebra 1960.



En este se debe considerar la lista y el plan de utilización de los materiales de que se disponga, el equipo necesario, la organización, etc.

En el caso particular de este proyecto se busca el financiamiento de alguna institución para proporcionar los materiales y equipos necesarios para la construcción. La información técnica la dará el responsable de la investigación, así como un seguimiento a corto plazo y una posterior evaluación.

### **1.3.4 ANÁLISIS DEL USO DEL MATERIAL SECANTE**

Para el tratamiento de las excretas humanas que se arrojan dentro de la cámara se debe aplicar también una cantidad de mezcla secante. Este material favorece una adecuada degradación del material fecal por dos razones principales:

- En la tierra y hojas arrojadas al principio dentro de la cámara se encuentran bacterias aeróbicas que descomponen las excretas. Dichas bacterias viven donde se encuentra oxígeno molecular presente. En este caso el oxígeno llega a través del aire que entra a la cámara por medio del orificio de la taza. En su desarrollo las bacterias consumen la materia orgánica y no producen gases como el metano<sup>38</sup>.
- Por otro lado, cuando la cámara se ha llenado dos terceras partes deja de utilizarse y se tapa para evitar la entrada de aire y humedad en el interior. Después se da un tiempo de reposo en el que se presenta un fenómeno químico llamado desecación alcalina. Este consiste en que el agua restante en los excrementos es absorbida por la cal o las cenizas. Esto provoca la desecación de bacterias, virus, protozoarios, etc. Al mismo tiempo se crea un ambiente alcalino en el que muy pocos microorganismos pueden sobrevivir<sup>39</sup>. Al sellarse la cámara se evita la entrada de oxígeno por lo que también mueren los microorganismos aerobios.

#### **1.3.4.1 NUTRIENTES**

En general, las heces humanas se componen de materia orgánica no digerida, como las fibras de carbón. La cantidad total excretada por un humano en un año es de 25 a 50kg que a su vez contienen 550g de nitrógeno, 180g de fósforo y 370g de potasio. Si bien las heces contienen menos nutrientes que la orina, son un acondicionador valioso de suelos. Después de la destrucción de patógenos por deshidratación y/o descomposición, el material inofensivo que resulta puede aplicarse al suelo para incrementar la cantidad de material orgánico, mejorando así su capacidad

<sup>38</sup> Se debe evitar la acumulación de gas metano pues podría darse una explosión, además como versa en el libro de Química de J.A. Chamizo se tiene que: "Dos compuestos del carbono parecen ser los causantes del calentamiento global del planeta en los últimos años: el dióxido de carbono y el metano."

<sup>39</sup> Las **bases** se caracterizan porque sus disoluciones tienen un sabor amargo, son resbalosas al tacto, cambian a otra coloración los indicadores y, de manera similar, pierden sus propiedades cuando reaccionan con los ácidos. Ni los hongos, ni las bacterias ni los insectos que atacan a las plantas pueden vivir en un medio muy básico. Las soluciones de Ca (OH)<sub>2</sub> se pueden utilizar con efectividad, seguridad (son inocuas para los animales superiores y el hombre, y su impacto ambiental es imperceptible) y economía para el control de un buen número de microorganismos. Por eso se pintan con cal los árboles en las avenidas y las casas. Con ello se evita el ataque de un sinnúmero de plagas terrestres que no logran escalar su tronco, pues "se queman". GARRITZ A. Química. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.

para la retención de líquidos y la accesibilidad de los nutrientes. El humus que resulta del proceso de descomposición también contribuye a mantener una población adecuada de organismos del sustrato que proteja efectivamente a las plantas de enfermedades que tienen su origen en el suelo.

Hay muchas razones para reciclar los nutrientes de la excreta, una es que previene la contaminación directa que causa la descarga de aguas negras en las fuentes acuíferas y el ecosistema. Un beneficio secundario es que se regresan los nutrientes al suelo y las plantas, reduciéndose con ello la necesidad de fertilizantes industriales. También se restauran los organismos benéficos que protegen a las plantas y, además, en cualquier lugar donde viva gente habrá materia nutritiva disponible.

Los nutrientes recuperados de la excreta humana pueden usarse para mejorar la producción en horticultura y agricultura en jardines caseros y granjas, en áreas urbanas y rurales. En las zonas urbanas hay bastante población que depende de los alimentos que ella misma cosecha, e incluso, cuando no sea el caso (y donde no resulte práctico transportar la excreta recuperada a los campos agrícolas), puede usarse para restaurar ecológicamente las tierras no cultivables, para crear parques y espacios verdes.

#### **1.3.4.2 CANTIDAD DE TIERRA**

Se ha visto que la tierra se puede extraer con pala o pico y que de preferencia no debe ser arcillosa para retener lo menos posible la humedad<sup>40</sup>. También se recomienda que sea de grano fino y que se haga pasar por una criba para eliminar cuerpos de gran tamaño. Se entiende que dicho material se extrae de los propios terrenos del usuario del sanitario ecológico. Es por esto que surge la cuestión de la cantidad de material que las personas deberán remover de sus propiedades.

De este modo, a continuación se presenta un cálculo para determinar una cantidad tentativa de tierra y otros materiales necesarios para proveer al sanitario seco de mezcla secante suficiente. Para este fin se tomaron los siguientes parámetros:

- La mezcla estará compuesta por cinco partes de tierra seca y una de cal<sup>41</sup>.
- Se considerarán familias de cuatro integrantes los cuales usarán el sanitario tres veces al día.
- Los meses estarán compuestos por 31 días.
- Por cada uso del sanitario se arrojará una medida de una taza de mezcla.
- La taza será de 250ml de capacidad.
- Se considera equivalente 1lt de agua con un 1kg. Por lo tanto 250ml serán aproximadamente 250gr.

---

<sup>40</sup> CASTILLO Lourdes. Sanitario ecológico seco. Manual de diseño, construcción, uso y mantenimiento. México, 2002.

<sup>41</sup> Idem.

Así pues, se obtuvo que de una familia de cuatro integrantes de la cual cada uno usa el baño seco tres veces al día, en el periodo de un año se requerirá un total de 1116kg de mezcla secante. De este total 930kg serán de tierra y 186kg de cal [Tabla 2].

RECIPIENTE	PERSONAS	DIARIO (kg)	MENSUAL (kg)	ANUAL (Kg)	TOTAL TIERRA (kg)	TOTAL CAL (kg)
Taza (250gr)	4	3	93	1116	930	186

Tabla 2 Cálculo de la cantidad de mezcla secante usada en un año.

De esto se puede concluir que la cantidad de tierra necesaria en un año se aproxima a la tonelada. De este modo, se puede plantear que un camión de volteo de 7 metros cúbicos de arena carga alrededor de 10 toneladas del mismo material. Esto haría que una carga fuera suficiente para 10 años de uso del sanitario ecológico seco. En cuanto a la cal se requeriría de aproximadamente 10 bultos de 20kg en un periodo de 365 días. Aquí probablemente el inconveniente sea el costo del bulto de cal hidráulica<sup>42</sup>.

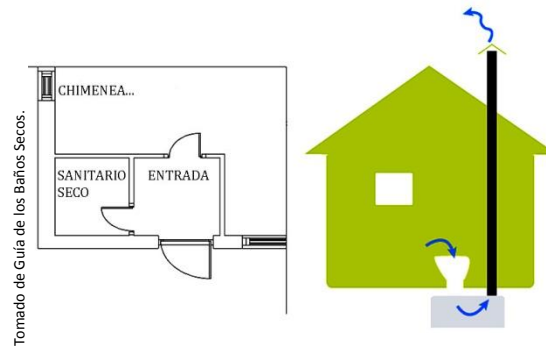
Se debe resaltar que la mezcla secante se reutiliza, esto quiere decir que el material necesario no es completamente desechado al usarse en el baño seco. Por esta razón, la tierra arrojada dentro del sanitario no se pierde, sino que cuando ha completado el proceso de descomposición es apropiada para realizar otro ciclo.

### 1.3.5 INSTALACIÓN

Existen dos aspectos importantes para la construcción del sanitario en la ubicación apropiada. Uno de ellos es la ventilación. El sanitario necesita de un sistema de ventilación individual, es decir, que ventile por un sitio diferente al sistema de ventilación del interior de la casa, ya sea aire acondicionado ó chimenea. De este modo no se compite con la ventilación de la vivienda y se evita la dispersión de malos olores. Esta ventilación tiene que ser completamente vertical. Algunos modelos vienen con un tubo incorporado, y si su uso va a ser en interiores de la vivienda es necesario colocar un ventilador estático.

Por otro lado, es importante encontrar la correcta colocación. Existen modelos que se colocan directamente sobre el suelo sin necesidad de ser anclados; sin embargo otros necesitan un espacio practicable en piso donde colocar el recipiente para almacenar los desechos. Dependiendo del uso se elegirán unos u otros modelos [Figura 46].

<sup>42</sup> NOTA: En la sección [3.2.1] se rehace este cálculo con los datos obtenidos de masa y volumen de la cantidad de arena que el modelo funcional de descarga de mezcla secante arrojó en las pruebas de uso. Se considera a dicho cálculo como de mayor precisión pues se basa en datos reales de arena de la Mixteca.



**Figura 46 Ventilación del sanitario dentro de una vivienda.**

En el contexto de los países en vías de desarrollo<sup>43</sup>, la ubicación del sanitario merece una evaluación detallada de diferentes aspectos como son:

- La distribución humana en la región, de las casas y su densidad, caminos e instituciones.
- Cantidad de usuarios y su distribución en el área.
- Población central y áreas de crecimiento poblacional.
- Orografía de la región, montañas, bosques, vegetación, pantanos y fuentes de agua.
- Si el sanitario es deseado en interiores o exteriores de la vivienda.
- Factores del suelo, si es duro para excavar o si es de tipo permeable.
- Que tan profundos se encuentran los yacimientos de agua.
- Si se encuentran pozos cercanos o cuerpos de agua superficiales.
- Calidad y distancia de instalaciones sanitarias existentes
- Lugares para disposición de desechos.
- Como se utilizan los sanitarios.

Los sanitarios pueden ser construidos dentro de las viviendas, fuera de ellas, conectadas con la casa, en el patio, lejos de la vivienda o en algún espacio libre del techo. Para su utilización es importante determinar la ubicación con respecto a la casa. Una distancia muy larga hacia el sanitario hace el uso complicado, especialmente para personas enfermas. Si la letrina es ubicada demasiado cerca, pueden aumentar problemas de salud, moscas u olores.

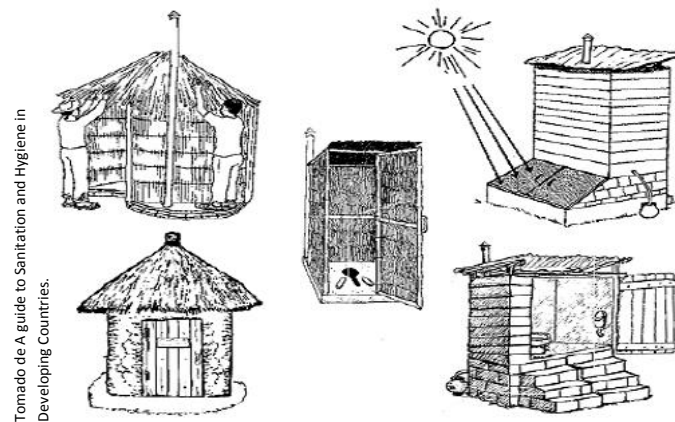
Los sanitarios deben ser localizados al menos a 30 metros de pozos, ríos y lagos. No deben ser instalados por encima de fuentes de agua. En el caso de ser necesario que se ubiquen cerca de las fuentes de agua, los sanitarios deben estar entre 10 y 15 metros debajo de la fuente de agua.

El tipo de suelo influye directamente a la construcción, en cuanto a cavar se refiere. Si se tiene un terreno suelto, las cámaras deben ser reforzadas con ladrillos o piedra. Si se utiliza agua para remover los desechos y no se tienen yacimientos a bajas profundidades, se pueden dejar huecos entre los ladrillos para facilitar la filtración de líquidos al suelo.

<sup>43</sup> HUUHTANNEN Sari, et. al. A guide to sanitation and hygiene in developing countries. Global Dry Toilet Association of Finland. Tampere, 2009.

Cuando se elige la ubicación del sanitario, el ambiente y las construcciones existentes deben ser considerados. Para prevenir malos olores y moscas, la fuerza y dirección del viento son factores esenciales.

Una protección hecha con materiales locales que rodee el sanitario debe ser construida. La selección de los materiales depende del conocimiento local, habilidades, disponibilidad de dinero y tipo de suelo. La protección puede ser de tabiques, concreto, madera, piedra, etc. [Figura 47].



**Figura 47** Diferentes estructuras para la protección de la instalación sanitaria.

### 1.3.6 TRABAJO PARTICIPATIVO

A finales del mes de enero del presente año se llevó a cabo una sesión de trabajo participativo con personas seleccionadas de la comunidad de Santo Tomás Ocotepec. Se contactó a los participantes por medio de la casa de salud. Siendo el médico responsable el que designó a cierto grupo en particular. Los integrantes de este grupo se desempeñan como asistentes de la casa de salud. Entre algunas de sus labores se encuentran la de aplicación y seguimiento de programas de salud implementados por el gobierno, del mismo modo, realizan tareas de vigilancia de enfermos, mujeres embarazadas y otras personas que requieran de atención médica. Finalmente, también apoyan en los trabajos de recopilación de datos como censos poblacionales, registro de servicios y condiciones de las viviendas.

El grupo se compuso principalmente por mujeres y se incluyó a la enfermera de base que labora de lunes a viernes en la casa de salud del centro de la comunidad. Al ser todos conocedores de la situación de la población y sus habitantes así como ser poseedores de conocimientos sobre higiene se considera de buena calidad su opinión con respecto a las interrogantes que este proyecto plantea.

A continuación se describe el trabajo realizado, la información obtenida, las conclusiones a las que se pudo llegar a partir de ella y las imágenes pertinentes.

#### A) PRESENTACIÓN

Consta en la introducción de la sesión. Se le agradeció la presencia de las personas en el evento, se les informó quien era el que hablaba, que trabajo desarrollaba, cuál era el objetivo de platicar con ellos y finalmente se les solicitó su autorización para tomar algunas fotografías. En esta etapa fue importante la visita del médico responsable, previamente al inicio de la sesión para hacer notar que se contaba con su apoyo y autorización para realizar el trabajo planteado [Figura 48].



**Figura 48** Presentación con ayuda del médico.

## **B) EXPLICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE TESIS**

En esta parte se les indicó que el trabajo a realizarse formaba parte de una investigación desarrollada con motivo de una tesis de maestría. Se les informó el porqué del proyecto, así como de su objetivo. Se buscó resaltar que en esta ocasión se buscaba trabajar directamente con los beneficiarios pues se trata de involucrarlos de tal manera que sean ellos quienes expresen sus necesidades y conceptos. De este modo serán reflejados en el diseño que finalmente les prestará un servicio que se busca sea apropiado.

## **C) INTRODUCCIÓN AL TRABAJO PARTICIPATIVO**

Se preparó a las personas para que se sintieran cómodas para expresar sus opiniones. Se les explicó que en este trabajo se necesita que sean ellos quienes hagan saber sus inquietudes, quejas y propuestas pues resultan de vital importancia. Finalmente se les dijo que primero resolverían una encuesta y que posteriormente se haría una votación sobre algunas ilustraciones que fueron preparadas para la ocasión [Figura 49].



**Figura 49** Explicación del procedimiento.

## D) ENCUESTA SOBRE SANITARIOS

Dicho cuestionario fue preparado con la intención de obtener conceptos importantes de los habitantes de la comunidad marginada, pues son ellos los potenciales usuarios para los que se está diseñando un servicio sanitario. Entre estos conceptos están el conocer algunos datos generales de las personas que resolvieron las preguntas. También saber si cuentan con cultura sanitaria y finalmente obtener conceptos que ellos consideren pertinentes en cuanto a la inclusión de espacios de servicios relativos al sanitario [Figura 50].

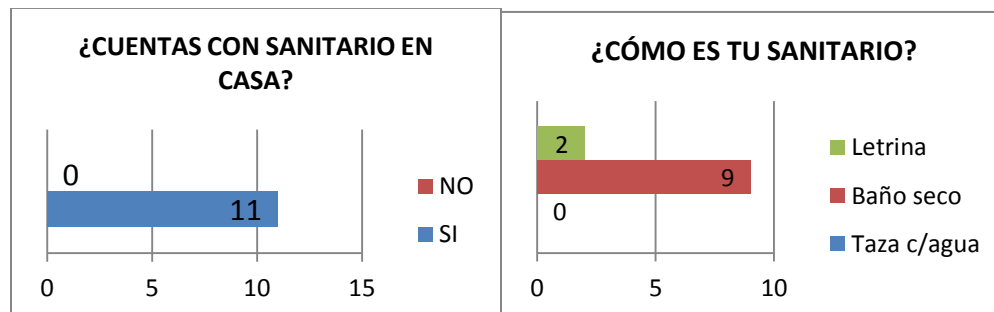


Figura 50 Aplicación de encuesta.

Cabe señalar que además de las personas involucradas en el trabajo participativo, la encuesta se aplicó a algunas otras que se encontraron en la casa de salud. De este modo, a continuación se presentan las gráficas obtenidas del conteo de datos de todas las encuestas resueltas.

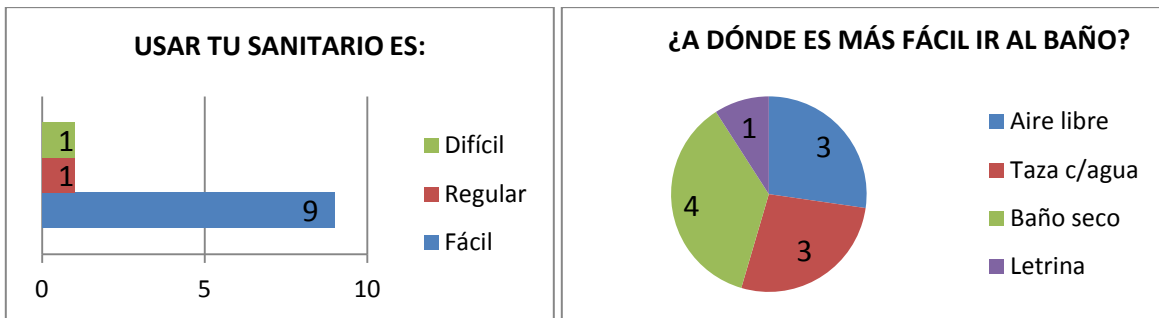
## E) RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

En cuanto a datos generales se tiene en primer lugar, la edad. Para dicho aspecto se obtuvo un promedio de 28.09 años, siendo el valor máximo de 49 años y el mínimo de 17 años. En seguida, en cuanto al sexo, se tuvieron 4 encuestados del sexo masculino y 7 del femenino. La ocupación más frecuente fue la de labores del hogar con 5 conteos, enseguida se encuentra campesino con 3 menciones y al final empatados con 1 valor están estudiante y enfermera. Se cuestionó acerca de los idiomas que hablan. Se dieron tres opciones: Español, Inglés y Mixteco. Para lo que se obtuvo que 11 personas hablan Español, 10 Mixteco y nadie Inglés. Cabe señalar que 10 personas hablan Español y Mixteco. De los encuestados todos mencionaron tener sanitario en casa. De estos 9 dijeron tener sanitario ecológico seco y 2 cuentan con letrina [Figura 51]. Nadie tiene taza con tanque de agua.



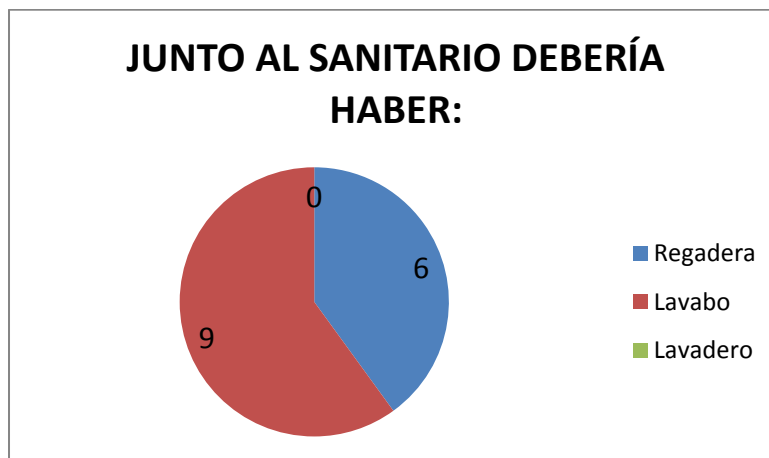
**Figura 51 Graficas de números de usuarios y tipo de sanitarios.**

Para conocer algo de su cultura sanitaria se les cuestionó si consideraban que es importante contar con sanitario. Todos los encuestados contestaron que mucho. Cuando se les solicitó que mencionaran si usar su sanitario era fácil, regular o difícil de usar, 9 contestaron que fácil quedando una respuesta para las otras dos opciones [Figura 52]. También se les pidió que clasificaran cuatro opciones de sanitarios a saber: aire libre, taza con tanque de agua, baño seco y letrina. Para esto, debían numerarlos del 1 al 4, siendo 1 para el que consideraran el más fácil y 4 para el más difícil. Se obtuvo que las opciones de aire libre y taza con tanque de agua fueron consideradas 3 veces como la más fácil. La opción de letrina fue la peor evaluada con 1 mención y la mejor evaluada fue la opción de sanitario ecológico seco con 4 menciones [Figura 52].



**Figura 52 Grafica de que facilidad de uso.**

A continuación se hizo la pregunta acerca de algunos espacios propuestos para añadirse al servicio sanitario. Los encuestados debían contestar con sí o no al preguntar si junto al baño debería haber: regadera, lavabo o lavadero. La opción más aceptada fue lavabo con 9 menciones, en seguida quedó regadera con 6 respuestas positivas y finalmente lavadero no obtuvo ningún acierto [Figura 53].



**Figura 53 Espacios anexados al sanitario.**

Finalmente se cuestionó acerca del conocimiento que poseen en el uso correcto y construcción de un sanitario. Así pues la primera pregunta fue si saben usar correctamente el sanitario. Los 11



encuestados contestaron que sí. Cuando se les preguntó si sabían cómo construir un sanitario que funcione, 5 contestaron que sí y 6 que no [Figura 54].

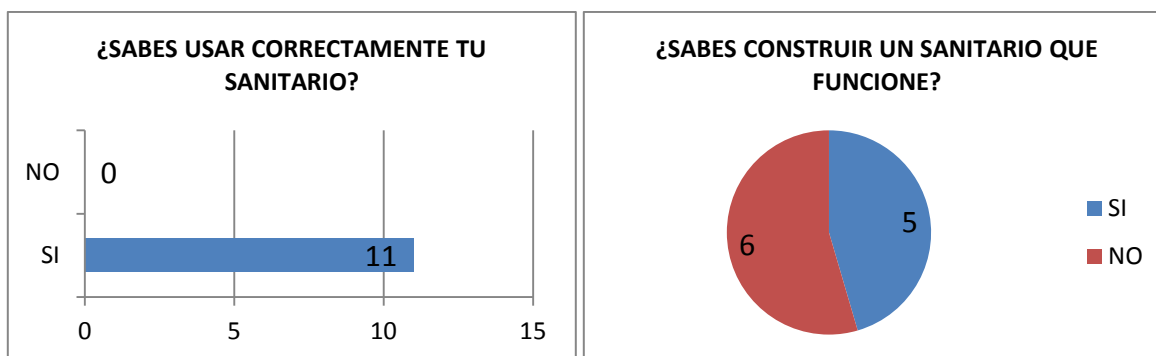


Figura 54 Encuesta sobre construcción del sanitario.

### 1.3.6.1 VOTACIÓN DE IMÁGENES CONCEPTUALES

Existe otro grupo de conceptos que se buscó obtener de los usuarios potenciales. Estos son relacionados a la configuración formal y espacial del servicio sanitario. Esto se debe a que se busca conformar una alternativa coherente al contexto particular de la comunidad sobre la que se está trabajando.

Para obtener conciencia de la aceptación o rechazo de ciertos conceptos se planteó un sistema de votación. Este consistió en generar algunas ilustraciones que mostraban dos o tres opciones para un mismo concepto. Este último era explicado a los habitantes para que lo consideraran y luego se les solicitaba que votaran por aquella opción que consideraran que expresaba mejor el concepto planteado [Figura 55]. A continuación se describen las imágenes, los números obtenidos de la votación y las conclusiones abstraídas del ejercicio.

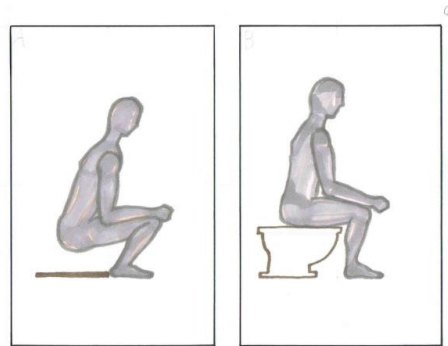


Figura 55 Explicando la ilustración.

#### A) POSTURA

Esta imagen se refiere a la manera en que las personas están relacionadas con los muebles de baño. Se parte de la idea que el fecalismo se lleva todavía a cabo y que los muebles cerámicos todavía no tienen presencia en la totalidad de las viviendas. Así pues, al plantear la situación de que se estaba conformando un nuevo sanitario y cuál debería ser la postura correcta que las

personas asumirían, se obtuvo que por unanimidad los participantes eligieron la postura B, a la derecha [Figura 56], con 7 votos.

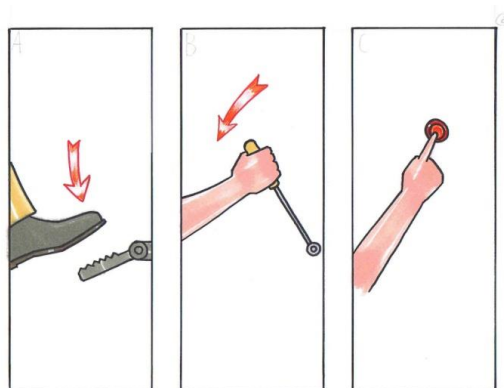


**Figura 56 Comparación de posturas.**

Esto hace pensar que por un lado, la postura relacionada al fecalismo o a instalaciones carentes de muebles sanitarios, está en desuso. También se deduce que en una próxima propuesta, se debe considerar el uso de algún mueble sanitario en el que el usuario deba sentarse para realizar sus necesidades.

## **B) INICIADORES**

En este caso se buscó identificar el concepto más cercano a los pobladores con respecto a cómo iniciar una descarga en el sanitario. Se explicó que la descarga sería en el caso de un baño con tanque de agua, cuando se deja fluir el agua en la taza para que arrastre los desechos. También se planteó como posible que en el baño seco, la descarga sería la aplicación de mezcla sobre los desechos recién depositados en la cámara. Para esto, se les dieron tres opciones: usar un sistema de pedal, un mecanismo de palanca o iniciar la descarga mediante presionar un botón [Figura 57]. Así pues, las personas votaron la manera que les pareció más apropiada para accionar la descarga del sanitario. De esto, se obtuvo que la opción B, mecanismo de palanca, ganó con 7 votos, siendo otra vez una decisión unánime.



**Figura 57 Tres sistemas para iniciar una descarga.**

El concepto más votado tiene características de uso de fuerza mecánica, de ser visiblemente sobresaliente y de tener que entrar en contacto con las manos del usuario. Esto último debe vigilarse para no generar un foco de infección. Por eso mismo no se puede olvidar que igual de importante que las instalaciones son las prácticas de higiene. En los sanitarios que usan agua también se usa una palanca, sin embargo está bien establecido que después de usar el wc se deben lavar las manos. Del mismo modo, en el sanitario seco debe ser obligatorio lavarse después de haberlo usado sobre todo cuando se tocó el mecanismo de descarga.

### C) FORMA GENERAL

Esta votación trató sobre tres propuestas de configuración volumétrica de una posible caseta que contenga el sistema sanitario. Esto fue planteado para obtener la consideración de las personas no sólo en cuanto a estética, sino a las formas que les resultan familiares, la complejidad de la construcción, los materiales necesarios y por ende el costo final. Es por esto, que se presentó una ilustración con tres opciones de caseta [Figura 58]. Después de la votación se obtuvo que 4 personas votaron por la opción B, de losa inclinada, en seguida quedó la opción C de losa plana con 3 votos y la opción A quedó sin votos. Esto puede considerarse como que las personas prefieren un equilibrio entre la complejidad de la construcción, la funcionalidad y el costo.

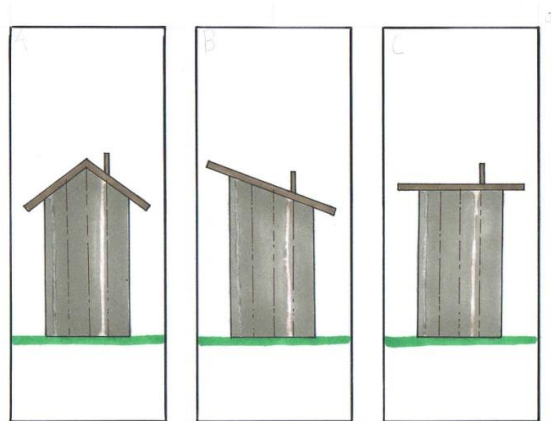
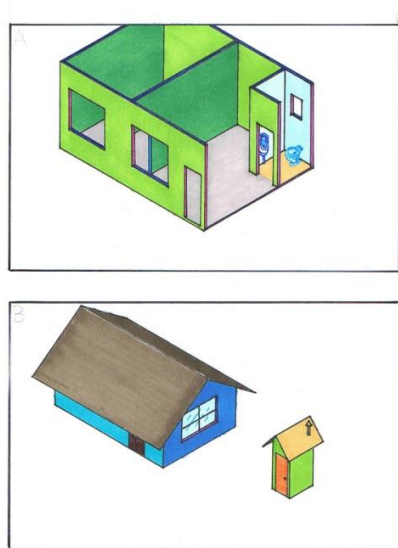


Figura 58 Propuestas de forma general de la caseta.

### D) INTERIOR O EXTERIOR

En este concepto se buscó saber si las personas prefieren tener el sanitario fuera de la vivienda o dentro de la misma. Se sabe que es posible mantener un sistema de baño seco dentro de la construcción principal de las casas. Se les planteó considerar la funcionalidad que podría tener, al estar a menor distancia del espacio donde realizan otras actividades diarias. Para ejemplificar esto se realizó una ilustración con dos opciones, una donde se aprecia un baño dentro de la casa y otra con la usual caseta colocada a una distancia de la vivienda principal [Figura 59]. Con 4 votos, la opción B, del sanitario fuera de la casa ganó a la opción A que contó con 3 votos. Esto señala que los usuarios consideran mejor la separación del servicio sanitario del resto de la vivienda, aunque por poco, los otros consideran que sería útil tenerlo dentro de la misma. Será interesante plantear

una alternativa que busque proveer de mayor funcionalidad a una manera de usarse tal vez arraigada así por los programas de gobierno y recomendaciones originales.



**Figura 59 Propuesta de sanitario al interior de la vivienda.**

### **E) PLÁTICA SOBRE CONCEPTOS DIVERSOS**

Después de las dos sesiones con material preparado, se abrió una sesión de discusión. En esta, el moderador planteaba cuestiones que por un lado motivaran la expresión de opiniones y por otro que revisaran cuestiones importantes en la conformación del diseño.

De esta parte se presentarán las ideas que se consideran relevantes para el proyecto, así como una breve conclusión al respecto, que luego será candidata a ser tomada en cuenta para la conformación de las propuestas de solución.

- Se cuestionó acerca de qué sería lo peor que se puede hacer cuando se construye un sanitario ecológico. La que se considera la respuesta más contundente fue la de no colocarlo debajo de una extensión de la losa de la casa o alguna construcción que provoque una caída de agua constante. Esto es porque en época de lluvia los techos conducen el agua a ciertos puntos debajo de los cuales un sanitario ecológico seco se ve demasiado expuesto a la humedad. Esto compromete el buen funcionamiento de la descomposición de la materia dentro de las cámaras.
- Se planteó la manera en cómo se manejan algunos casos extremos como lo son los niños, personas enfermas o ancianos. Al respecto se dijo que muchas veces se recurre a tener además del baño seco una letrina pues esta permite que algunas de estas personas hagan sus necesidades con menor cuidado de no separar sólidos de líquidos. Esto resulta importante pues permite deducir que el sistema seco no da un servicio homogéneo a todos los integrantes de la familia bajo diversas condiciones.

- Se insistió en la inclusión de otros espacios de servicio relacionados al sanitario. Para dar otra perspectiva se planteó una situación común en la que una persona se prepara para salir a algún evento. Esto implicaría tomar un baño, ir al sanitario además de realizar otras actividades de aseo y arreglo personal. De esto, se rescata una opinión en la que se plantea una pérdida de tiempo. Esto es, que la persona tiene los espacios involucrados en la situación antes descrita en diversas áreas de su vivienda. Esto hace que se bañe en un espacio, vaya a hacer sus necesidades a otro y termine de arreglarse en uno más. De este modo se multiplican los recorridos dentro y fuera de la pieza principal de la casa así como aumenta el tiempo invertido para completar todo el proceso.

## **F) DESPEDIDA Y AGRADECIMIENTO**

Al final del trabajo, se les agradeció su participación, el tiempo invertido y se les invitó a hacer preguntas así como a expresar su opinión respecto a lo que se había realizado. Para agradecer de otro modo su trabajo, se les obsequió un dulce a cada uno de los participantes.

Finalmente, este trabajo participativo dio oportunidad de rescatar y adquirir conceptos valiosos de personas que son usuarios actuales de servicios sanitarios, la mayoría ecológicos secos, pero que además conocen los problemas de salud de su comunidad y están al tanto de conceptos sanitarios relacionados. Sus respuestas serán tomadas en cuenta para fungir como parámetros y requerimientos de diseño. La próxima fase de conformación de alternativas no podrá realizarse sin tomar en cuenta los resultados de este trabajo participativo

## **2. CONFORMACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **2.1 GENERACIÓN DE CONCEPTOS**

Fueron generadas tres propuestas de diseño para la solución al problema planteado y el alcance de los objetivos trazados, las cuales conforme a la metodología de evaluación serán llamadas como conceptos. Dichas propuestas integran la tecnología para el manejo de excretas disponible, el espacio arquitectónico en el que se instala así como la aportación en cuanto a dispositivos y morfología que el diseñador hace al sanitario ecológico seco.

A continuación se explicará en qué consisten estas partes y posteriormente se detallarán los tres conceptos (propuestas) con el fin de conocerlos a profundidad para después compararlos y evaluarlos para seleccionar aquel que resulte la mejor.

#### **2.1.1 TECNOLOGÍA DE MANEJO DE EXCRETAS**

Las alternativas del diseño final se basan en el sanitario ecológico seco ya que posee características deseables para la situación de la comunidad en la que se ha trabajado y porque se vislumbran mejoras que un diseñador puede dar con buenas expectativas de resultados favorables. Enseguida se explican las principales razones de esta elección:

- El sanitario ecológico seco ha demostrado efectividad en el manejo de excretas humanas. Es por esto que hay programas gubernamentales que fomentan su uso además de que vigilan su funcionamiento y asesoran al respecto.
- Las personas ya están familiarizadas con el sistema gracias a su implementación por un programa de gobierno en el año de 1996. Se busca aprovechar este conocimiento como una base sólida en la que se implementarán aportaciones que no distorsionen o confundan la cultura sanitaria de los pobladores.
- El sistema elegido se puede ubicar como uno que es sólido en su construcción y funcionamiento, que no requiere de gran inversión económica, que involucra al usuario en tareas que no son las más complejas y se basa en un principio técnico que puede ser comprendido por la mayoría de los habitantes de una comunidad. Como se puede ver en la Figura 60, dicho sistema puede ser ubicado cerca del extremo donde los sanitarios son los más sencillos y baratos. Así mismo se aprecia que también hace que el usuario trabaje más que en otros casos, sin embargo este será uno de los puntos a atender mediante la propuesta de diseño. Debido a las limitantes de una comunidad marginada no se puede proponer un sanitario que esté cercano al extremo del alto costo, complejidad y poco trabajo para el usuario aunque se pierda en solidez. Por eso mismo, esta última también será un área en la que se deberá contribuir con este trabajo.



Figura 60 Contraste de conceptos en sanitarios

### 2.1.2 ESPACIO ARQUITECTÓNICO

Un sanitario seco normalmente requiere de una caseta que proteja al usuario de la intemperie y dé privacidad para el uso, también es necesario tener una fosa con dos cámaras que se usan alternadamente, finalmente se requiere de un pozo de absorción para el tratamiento de la orina.

Sobre los espacios arriba mencionados se proponen algunas distribuciones, morfologías y modificaciones particulares con el fin de mantener el funcionamiento principal del sanitario seco

pero con algunas mejoras que el usuario haga el manejo apropiado de sus excretas sin entrar en contacto con ellas.

Las propuestas generadas en términos generales mantienen estos tres espacios pero cambiándolos conforme se consideró necesario para ofrecer algunas cualidades extra que permitan al usuario hacer buen uso de las instalaciones así como mantenerlas y dado el caso repararlas. Es por esto que se propone una construcción, sistemas y dispositivos sencillos y robustos que integren materiales y piezas comerciales al alcance de la mayoría.

Por otra parte se hizo una especial consideración respecto a la altura de los objetos y muebles de uso frecuente como las perillas de las puertas, llaves de agua y altura del lavabo, esto es porque se busca garantizar que los usuarios más vulnerables, como lo son los niños y ancianos, puedan hacer uso de las instalaciones a pesar de sus limitaciones físicas. Para lograrlo se tomó como referencia la altura de los niños latinoamericanos de zonas rurales de 9 años de edad [Tabla 3]. Para el posterior diseño de la disposición de los objetos se tomaron en cuenta las medidas antropométricas de adultos de zonas rurales del libro *Las medidas de una casa* de Xavier Fonseca, sin embargo, se requería de una segunda referencia para contrastar las alturas ahí encontradas. De este modo, se utilizó un trabajo sobre niños zapotecos del estado de Oaxaca donde se encontraron los datos de su estatura<sup>44</sup>. Esta tesis se desarrolló en la Mixteca alta, pero se considera útil la información de la población Zapoteca pues comparten rasgos raciales y pertenecen al mismo estado por lo que se dan similitudes físicas.

Observando los datos de ambas referencias, se encuentra que hay una variación máxima de 1.1 centímetros entre las dos fuentes. Con base a esto, se espera que la variación de la estatura para las poblaciones adultas con las que se trabajó en la etapa de conformación de la propuesta no afecte al usuario final en Santo Tomás Ocotepec.

Aunque se ha visto que las estaturas de los adultos se consideran válidas, de manera particular se ha propuesto una disminución de 5 centímetros en todas las alturas mínimas para favorecer a los menores de edad y ancianos que suelen tener menor estatura.

<b>Estaturas medias para niños y niñas latinoamericanos de 9 años en zonas rurales</b>		
Referencia	Niños	Niñas
Tabla de alturas estimadas para niños latinoamericanos.	121.5	120.4
Media y desviación estándar para talla... <sup>45</sup>	121.7	121.3

**Tabla 3 Comparativa de estaturas en zonas rurales.**

<sup>44</sup> MALINA M. Robert. et. al. Estatura, peso y circunferencia del brazo en una muestra transversal de niños zapotecos de 6 a 14 años. *Anales de antropología. Revista del Instituto de Investigaciones Antropológicas*, UNAM. Vol. 9 (1972).

<sup>45</sup> Ídem.

### 2.1.3 POSIBLES APORTACIONES

Estas podrán ser en el espacio arquitectónico, a manera de adiciones como lo es la integración de un espacio para regadera donde los usuarios podrán bañarse y vestirse, también podrán haber cambios morfológicos en el conjunto general para dar cabida a nuevas instalaciones o muebles.

En cuanto a los dispositivos, se plantea aportar un sistema semi automatizado de descarga de mezcla secante; dicha característica será propuesta en todas las alternativas generadas. Este mecanismo arrojará una determinada cantidad de mezcla sobre los desechos sólidos una vez que el usuario ha terminado de hacer sus necesidades. Tal sistema tiene la intención de evitar el uso de algún recipiente o herramienta para tomar una porción variable de mezcla y luego arrojarla dentro de la fosa donde se pueden visualizar los desechos, en el entendido de que el contacto debe ser evitado y que en este proyecto se busca generar una distancia para que el usuario haga el manejo necesario de sus desechos sin crear aversión.

Tales modificaciones buscan generar nuevas alternativas de maneras de uso y de experiencias. La intención es que el usuario haga sus necesidades como defecar, orinar y tomar un baño dentro de espacios cercanos entre sí y con una distribución apropiada. De manera ideal se busca que dos personas puedan hacer uso de distintos servicios al mismo tiempo. La manera en que se hará el mantenimiento y reparación también ha sido considerada para que los usuarios la realicen con mayor facilidad.

### 2.1.4 DISPOSITIVO SEMI AUTOMÁTICO DE DESCARGA DE MEZCLA

Conforme a lo rescatado del trabajo participativo, un dispositivo arrojará una cantidad de mezcla mediante la acción de una palanca que se encontrará en la pared detrás de la taza separadora. El concepto de la palanca fue el más reconocido por los habitantes que participaron.

En cuanto a sus componentes el dispositivo cuenta en la parte superior con una tolva que contendrá un volumen de mezcla secante compuesta ya sea de arena y cal o cenizas [Figura 61]. Esta cantidad deberá bastar para varias descargas. Esto evitará que se tenga que cargar el dispositivo cada vez que se use el sanitario.

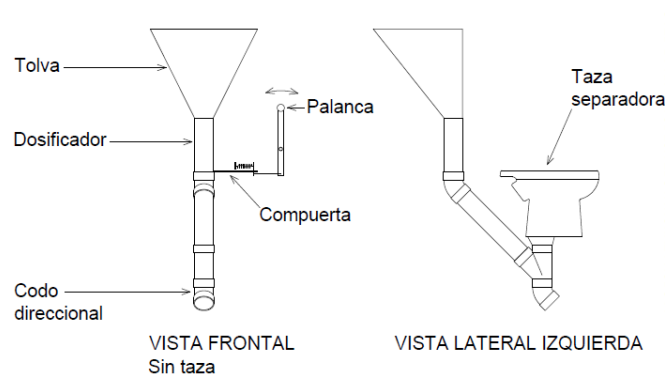


Figura 61 Dispositivo para aplicar mezcla secante.



Enseguida estará un cilindro que por una parte medirá una cantidad específica de mezcla y que por otro dará paso o no a que la mezcla baje por los conductos hasta la fosa donde se acaba de arrojar el desecho sólido. Este conducto está puede ser de tubo de pvc sanitario en un diámetro de 4 pulgadas (1016 mm). Este diámetro es apropiado para que tanto como la mezcla como los desechos no queden atascados en su recorrido.

Para que se permita el paso y luego se vuelva a detener la mezcla en espera de una próxima descarga se ha propuesto una cuchilla que funcionará en un recorrido horizontal de vaivén. Dicha pieza estará sujeta a la pared y a un resorte que le proporcionará la fuerza para el regreso a través del dosificador y la mezcla dentro. En su extremo final estará ligada a la palanca que dará al interior de la caseta donde el usuario podrá tomarla por una manija y accionarla para liberar la mezcla secante.

Finalmente tendrá algunas secciones de tubería de igual diámetro que podrá ser rígida o flexible según la propuesta de diseño. Afortunadamente ya existen conductos de ambas durezas y con las características deseables, por lo que un dispositivo u otro serán prácticamente iguales para conseguir las piezas y para su construcción. Estas últimas secciones serán las que dirigirán la descarga sobre el lugar al que han sido arrojados los desechos dentro de las cámaras o fosas.

### **2.1.5 CONCEPTO A**

Esta configuración busca facilitar principalmente el cambio de la taza a la siguiente posición sobre la cámara de oxidación vacía. En un sanitario seco normalmente se usa una fosa hasta que se acumula una gran cantidad de desechos, luego se deja secar y para continuar usando el sanitario la taza se retira del foso lleno y se coloca sobre el orificio por donde caerán los desechos en la cámara vacía. En este sistema los orificios de las cámaras se encuentran en extremos opuestos del piso del baño [Figura 62]. Esto provoca que para reubicar la taza se haga un recorrido largo dentro del espacio del baño. Así mismo dicho movimiento puede provocar que la manguera que conduce la orina se salga de su unión con la taza. Dicho desperfecto es uno de los más comunes en este sistema.



**Figura 62** Los orificios de las cámaras se encuentran en lados opuestos.

### 2.1.5.1 REUBICACIÓN DE LA TAZA Y DESCARGA

Se propone un cambio de forma en la base del baño que conforma las dos cámaras de oxidación. Dicha forma es la de un trapecio en cuyo lado más angosto se encuentran cuatro orificios [Figura 63]. Dos de ellos son para que se coloque la taza y los restantes serán para redirigir la descarga de mezcla mediante una pieza de manguera flexible de diámetro de 4 pulgadas (101.6 mm).

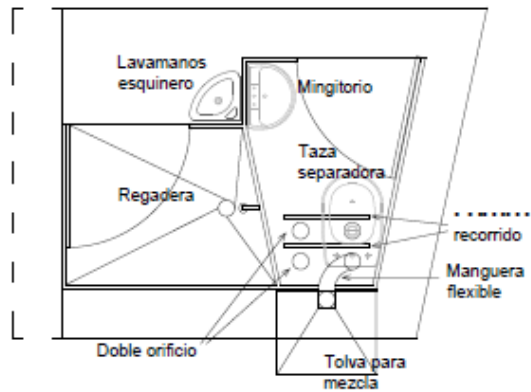


Figura 63 La forma de la caseta sería trapezoidal.

La taza se reubicará en sus dos posiciones mediante un carro que se colocará debajo de la misma [Figura 64]. Este deberá estar sujeto de tal suerte que no sea posible retirarlo fácilmente sino hasta cuando sea necesario por reparación o mantenimiento. Así mismo deberá ser posible detener su movimiento para que cuando esté ubicado en la posición correcta ya no se pueda mover hacia el otro lado sino hasta que sea necesario.

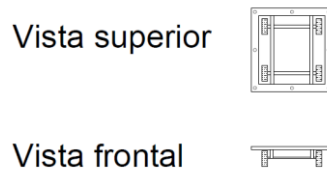


Figura 64 Carro para trasladar la taza.

Para que el carro realice los movimientos indicados se deberán moldear dos guías junto a los orificios para los desechos. De este modo el desplazamiento queda limitado sólo de izquierda a derecha según se requiera. Se propone que estas guías sean en forma de canales dentro de los cuales pueda rodar algún rodamiento de diámetro aproximado a las 2 pulgadas (50.8 mm).

En cuanto a la descarga se propone el uso del dispositivo semi automático diseñado para las tres propuestas. Este se colocará por afuera en la pared posterior a la taza. Dentro de la caseta quedará visible la palanca para accionar el mecanismo. En el piso del baño también se contará con dos orificios para reubicar la manguera flexible de 4 pulgadas a la cámara correspondiente.

Por otro lado, se propone una pendiente de 15 grados para el piso interior de la cámara. Esto favorece que los desechos se desplacen hacia la parte más baja enfrente de la cual se encuentra la

puerta de servicio. De este modo cuando sea necesario retirar el material tratado, este se encontrará al alcance del usuario.

### 2.1.6 CONCEPTO B

A diferencia del concepto A, esta alternativa busca eliminar el traslado de la taza y la descarga a dos posiciones diferentes. Es por esto que las instalaciones están fijas sobre el piso del baño y por debajo de este un codo de pvc sanitario a 45° con una extensión redirigirá los desechos y la mezcla a la fosa en turno [Figura 65].



Figura 65 Instalaciones fijas y al centro del piso del baño.

De este modo, la taza separadora y el dispositivo de descarga de mezcla se encontrarán sobre la división de las dos cámaras. La instalación especial propuesta, permitirá que sólo mediante un reajuste en el tramo final los desechos vayan a dar a la cámara que se encuentre vacía. Esto eliminará la necesidad de cambiar de lugar la taza por lo que dejarán de existir riesgos de maltratar el mueble así como la manguera para conducir la orina.

#### 2.1.6.1 DISPOSITIVO DE REDIRECCIÓN

Consiste en una serie de tuberías y conexiones en pvc sanitario. Dicho material es apropiado para la conducción de excretas humanas. Se proponen en un diámetro de 4pulgadas (101.6mm) para permitir el libre tránsito de los desechos. En la configuración propuesta se utilizan piezas en codo de 45° así como tramos rectos y conexiones yee<sup>46</sup> de diámetros iguales [Figura 66].

<sup>46</sup> Este término es utilizado para nombrar una conexión en forma de Y.



**Figura 66 Redirección mediante tubos y conexiones pvc.**

Un conducto recibirá y llevará los desechos que provienen de la taza a la cámara de oxidación. A este se une la tubería que trae la mezcla proveniente de la tolva y que es liberada por la compuerta. Debido a que ambos conductos se unen se tiene la certeza de que ambos materiales llegarán a la misma ubicación en el fondo de la fosa.

Cuando sea necesario, se podrá ajustar el codo final de 45° para que la última pieza de tubería gire y de a la fosa que se encuentre vacía mientras la que se acaba de llenar se dejará reposar para que la descomposición de los desechos se lleve a cabo conforme al funcionamiento del baño seco .

De igual forma, esta propuesta integra el dispositivo de descarga de mezcla semi automatizado. Es por esto que dentro de la caseta será visible la palanca. El usuario deberá iniciar una descarga habiendo terminado de defecar.

### **2.1.7 CONCEPTO C**

También en esta alternativa la taza separadora así como el dispositivo de descarga de mezcla se encontrarán fijos dentro de la caseta. A diferencia del concepto B la posición no será al centro sino próxima al costado de la construcción. En este caso se proponen como movibles dos contenedores que se colocan debajo de la taza y se alternarán conforme a su llenado con los desechos.

En términos generales se conforma de un espacio para defecar donde se encuentran una taza separadora y un mingitorio que capta la orina y la dirige a un pozo de oxidación. Anexo a este espacio estará otro para la regadera. En la intersección de ambos se colocará un lavamanos para esquina. Esto favorece el máximo aprovechamiento del espacio además de que provee de varios servicios relacionados con la higiene personal [Figura 67].

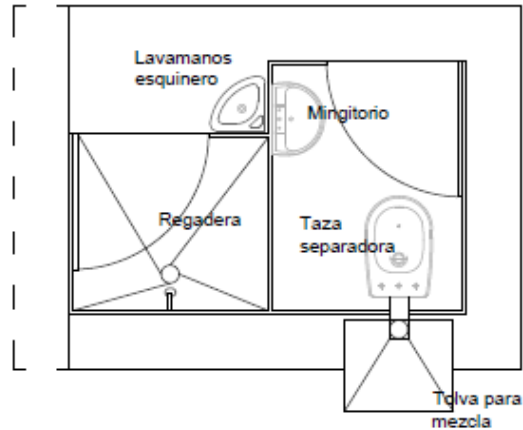


Figura 67 Propuesta de taza fija y los depósitos móviles.

### 2.1.7.1 DEPÓSITOS MOVIBLES

Estos contenedores funcionarán como cámaras de oxidación. Sin embargo, en el modelo tradicional estos estaban contruidos con tabique por lo que eran paredes sólidas que no podían ser movidas. Debido a esto, la taza era la que se tenía que recolocar conforme se necesitara. En esta propuesta la taza está fija y se busca que debajo se encuentren dos depósitos que puedan deslizarse hasta quedar debajo de la misma. Cuando se haya llenado uno de ellos se puede retirar o deslizar hacia una puerta de servicio para ser vaciado y limpiado.

Los depósitos pueden ser reutilizados de otros usos como serían cubetas de pintura o aceite, así como tambores de 200lt cortados a la mitad ó cajas plásticas para fruta [Figura 68]. Se deberá buscar que su peso no sea demasiado para su fácil manejo y que tenga una durabilidad prolongada.



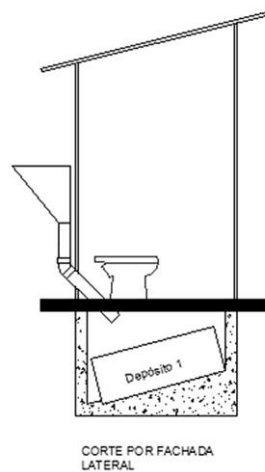
Tomada de internet.

Figura 68 Depósitos reutilizados de diferente origen.

El sistema propone usar dos depósitos para intercambiarlos en su uso, sin embargo no es limitante a que se pueda usar un número mayor. La cantidad de depósitos dependerá de su disponibilidad y dimensiones. Al incluir más depósitos no se debe descuidar el tiempo necesario para degradar los desechos y la facilidad de su manejo.

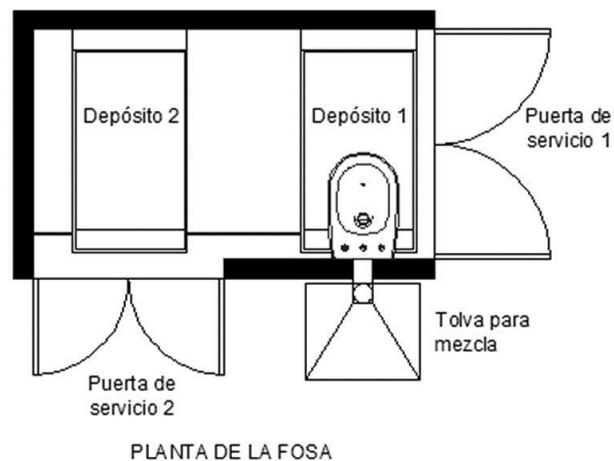
El piso de la cámara bajo la taza está inclinado 15° para hacer que los desechos se deslicen hacia la parte más baja del contenedor. Esto facilita su acceso para ser retirados y limpiar el depósito. Esta

misma inclinación hace que no importe el utensilio colocado debajo pues adquirirá el ángulo necesario siempre y cuando tenga un fondo plano [Figura 69].



**Figura 69** El piso de la fosa sería inclinado.

Cuando se ha llenado un depósito se podrá retirar completamente de la fosa y limpiarlo fuera de la construcción. También existe la posibilidad de deslizarlo hasta una puerta de servicio donde se podrá vaciar aprovechándose de la inclinación del piso. Es por esto que la fosa debajo de la caseta cuenta con dos puertas de servicio [Figura 70].



**Figura 70** La fosa cuenta con dos puertas de servicio.

Este sistema facilita no solo la limpieza de los contenedores sino la inserción y retiro de alguno de ellos. De otro modo se daría la situación en que se deslizará al fondo un contenedor lleno poniendo uno vacío enfrente de la puerta. Cuando este último estuviera en uso sería difícil acceder al del fondo para limpiarlo. Al tener un doble acceso se puede retirar el del fondo y sustituirlo con uno vacío. Esta característica facilita el mantenimiento del sanitario y evita errores por secuencia de uso.

## 2.2 SELECCIÓN DE CONCEPTOS

### 2.2.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN

Una vez conocidas las alternativas de diseño, se eligió una para desarrollarla a detalle. Es por esto que se utilizó parte de la metodología del proceso de desarrollo de producto<sup>47</sup>. Consiste en confrontar las alternativas con respecto a un concepto destacado. Este se refiere al sanitario ecológico seco que fue elegido por ser ya parte de la cultura sanitaria de la población estudiada así como por sus ventajas físicas y de uso.

Primero se evaluaron varias alternativas prometedoras en la matriz de filtrado de conceptos [Tabla 4]. Para esto se utilizaron los criterios de evaluación que a continuación se explican.

- **COSTO:** Respecto a los recursos económicos necesarios para adquirir los materiales necesarios para construir, mantener y reparar el sanitario.
- **FACILIDAD DE USO:** Se refiere al número de pasos y dificultad de las tareas que el usuario debe llevar a cabo para el desecho de las excretas.
- **FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN:** En este caso se evalúan los procesos constructivos generales y detalles especiales que se deben realizar para conformar el sanitario con todos sus sistemas necesarios.
- **FACILIDAD DE MANTENIMIENTO:** Se refiere a la dificultad de las labores necesarias para mantener el sanitario en buen funcionamiento así como para repararlo.
- **EXPERIENCIA DEL USUARIO:** Busca evaluar que tan positiva es la experiencia de usar el sanitario o por el contrario que tanto el sanitario evita sucesos desagradables para el usuario.
- **ADECUACIÓN AL CONTEXTO:** Se busca calificar que tan ajeno puede llegar a ser el servicio sanitario para los pobladores y su comunidad.

Así pues, para cada criterio de evaluación se asignaron tres valores según se compara el concepto evaluado con aquel que sirve de referencia. Dichos valores son:

- Mejor que +
- Igual a 0
- Peor que -

Para poder clasificar los conceptos se hizo una sumatoria de las veces que se asignó cada valor. Luego se sumaron los valores positivos de “mejor que” con los negativos de “peor que”. La diferencia dio el valor obtenido por cada concepto. Con estos valores se ordenaron siendo el que de mayor puntaje la mejor alterativa.

---

<sup>47</sup> ULRICH, Karl. Diseño y desarrollo de productos. Mc-graw Hill. México, 2009.

CRITERIOS DE SELECCIÓN	FILTRADO DE CONCEPTOS			
	CONCEPTO A Taza sobre rieles	CONCEPTO B Desvío de excretas	CONCEPTO C Depósitos móviles	CONCEPTO D (Referencia) Baño ecológico seco
Costo	-	-	-	0
Facilidad de uso	+	+	+	0
Facilidad de construcción	-	-	-	0
Facilidad de mantenimiento	0	0	0	0
Experiencia del usuario	+	+	-	0
Adecuación al contexto	0	+	0	0
Suma +	2	3	1	0
Suma 0	2	1	2	6
Suma -	2	2	2	0
Evaluación neta	0	1	-1	0
Lugar	2	1	4	2
¿Continuar?	Revisar	Sí	No	No

**Tabla 4** Matriz filtrado de conceptos.

Ya que los resultados de la primera evaluación presentaron datos muy cercanos entre los dos primeros lugares, fue necesario realizar una segunda matriz. En este caso se llevó a cabo la de evaluación de conceptos [Tabla 5].

Dicha matriz considera un peso porcentual para los criterios de selección. Cada criterio podrá ahora ser evaluado con respecto al concepto de referencia asignándole uno de cinco valores como sigue:

- Mucho peor que la referencia 1
- Peor que la referencia 2
- Igual a la referencia 3
- Mejor que la referencia 4
- Mucho mejor que la referencia 5

Cada valor asignado es multiplicado por el porcentaje correspondiente, luego se suman para cada concepto y la sumatoria da la calificación. Comparando estos valores finales se elige el puntaje más alto como el mejor concepto. De este modo se obtuvo que el Concepto B: Desvío de excretas resultó seleccionado para ser desarrollado con mayor precisión en lo sucesivo.

CRITERIOS DE SELECCIÓN	Peso	EVALUACIÓN DE CONCEPTOS					
		CONCEPTO A Taza sobre rieles		CONCEPTO B Desvío de excretas		CONCEPTO D (Referencia) Baño ecológico seco	
		Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Costo	15%	3	.45	3	.45	3	.45
Facilidad de uso	25%	4	1	5	1.25	2	.5
Facilidad de construcción	15%	3	.45	3	.45	3	.45
Facilidad de mantenimiento	15%	4	.6	4	.6	3	.45
Experiencia del usuario	20%	4	.8	5	1	2	.4
Adecuación al contexto	10%	4	.4	4	.4	3	.3
	Total puntos	3.7		4.15		2.55	
	Lugar	2		1		3	
	¿Continuar?	No		Desarrollar		No	



Tabla 5 Matriz de evaluación de conceptos

## 2.3 CONFORMACIÓN DE LA PROPUESTA

El concepto seleccionado es el diseño de sanitario que se detallará buscando su óptimo funcionamiento dentro de los parámetros y requerimientos del caso. Así pues, se presentan a continuación algunas modificaciones realizadas con el fin de mejorar la primera propuesta.

Se sustituyó la conexión yee 4x4plg de 45 grados por una 4x2 a 30 grados. De este modo la inclinación del tubo que conducirá la mezcla será mayor y más directa. Esto evitará que se atasque o formen acumulaciones en codos [Figura 71].

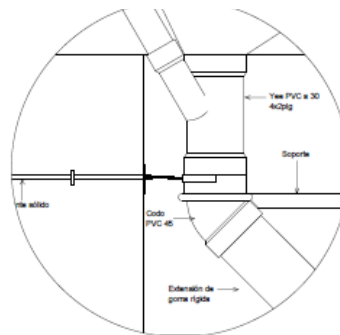


Figura 71 Una conexión yee a 30 grados evita obstrucciones.

También se diseñó un mecanismo de palanca para girar el codo a 45° y su extensión que conducen los desechos a cada una de las cámaras. Este mecanismo consiste en un sujetador que sostendrá dicho codo permitiendo su giro. Este movimiento se realizará por acción de una palanca que transmitirá el movimiento a una pieza en ángulo que a su vez está unida por una articulación a una abrazadera que sujeta la conexión a 45° mediante pijas y pegamento industrial [Figura 72].

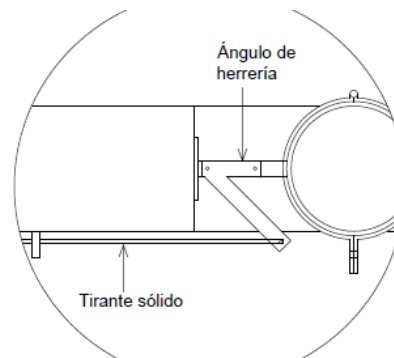
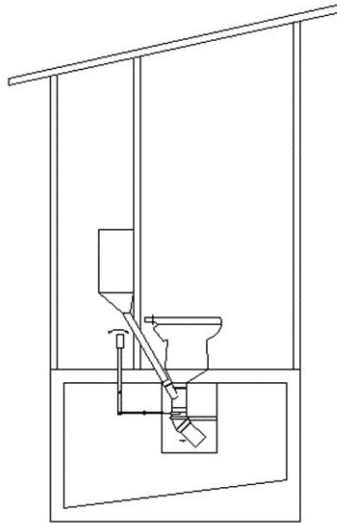


Figura 72 El ángulo se sujeta al muro divisorio.

Esto permite que desde una distancia prudente el usuario pueda redireccionar el conducto por donde caen los desechos en las cámaras. Finalmente, se ha considerado un espacio extra detrás de la taza donde se encontrarán el dispositivo de descarga de mezcla y la palanca que acciona el sistema de desvío de desechos para ser usado aproximadamente cada seis meses [Figura 73].



**Figura 73** Detrás de la taza los dispositivos estarían protegidos.

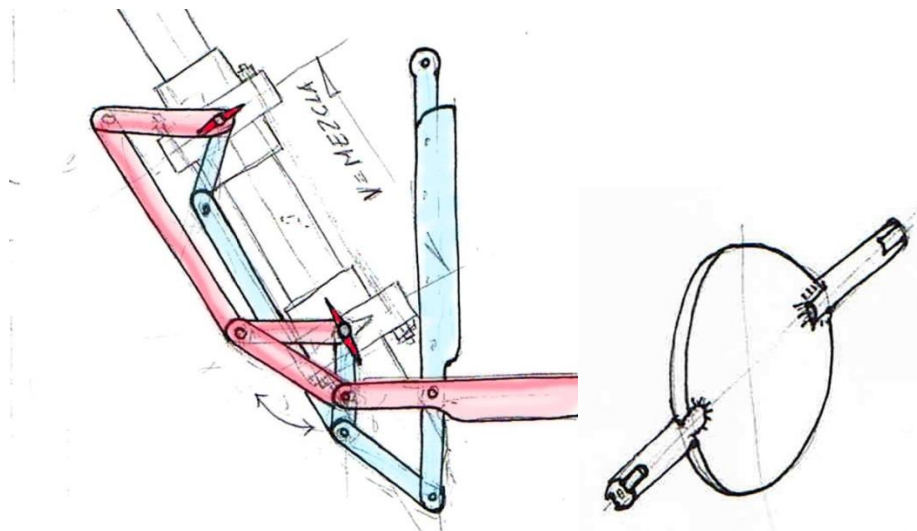
Conforme se llega al final del proyecto se proporcionarán mayores detalles y refinamiento a los diseños en todas sus piezas.

### **2.3.1 MEJORAS AL CONCEPTO SELECCIONADO**

A lo largo del desarrollo del diseño se van encontrando detalles susceptibles a mejorar. Mientras sea posible, se harán las modificaciones que lleven al diseño a realizar su función con la mayor eficiencia posible.

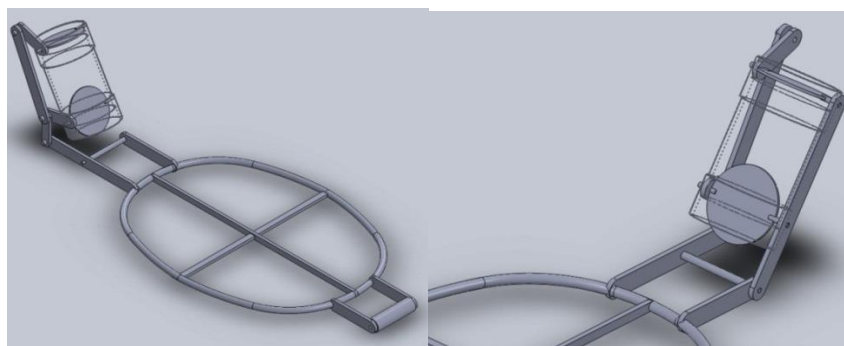
En este caso, se propusieron modificaciones que suponen una mejora en el funcionamiento del sistema y en el fortalecimiento de los componentes, lo que es deseable pues incrementa la resistencia y durabilidad del dispositivo.

Es así como fue delineado un nuevo mecanismo que dosifica y libera una cantidad determinada de mezcla secante. Esta nueva configuración integra la palanca en la tapa de la taza separadora. De este modo cuando se va a utilizar el sanitario se levanta la tapa. Con esta acción se abre una compuerta superior que permite que cierta cantidad de mezcla secante caiga por el tubo hasta la compuerta inferior que se encuentra cerrada. Cuando el usuario baja la tapa de la taza, las compuertas giran su posición por medio de piezas tirantes que se transmiten la fuerza del usuario entre si, girando en uniones por medio de pernos. Esto hace que la compuerta inferior se abra al mismo tiempo que la superior cierra, lo que libera la cantidad de mezcla que se encuentra únicamente entre las dos compuertas [Figura 74].



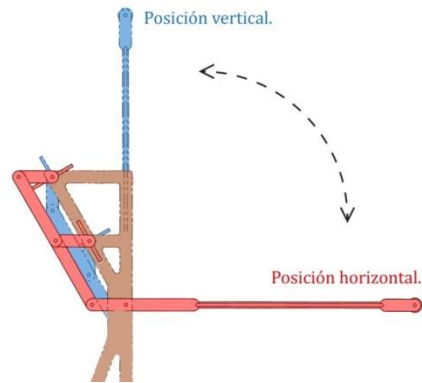
**Figura 74 Bocetos del nuevo mecanismo de descarga.**

Para una mayor precisión y una mejor visualización del mecanismo antes descrito se modeló en un software de diseño asistido por computadora. De este se obtuvieron las siguientes vistas del nuevo dispositivo de descarga de mezcla secante [Figura 75]:



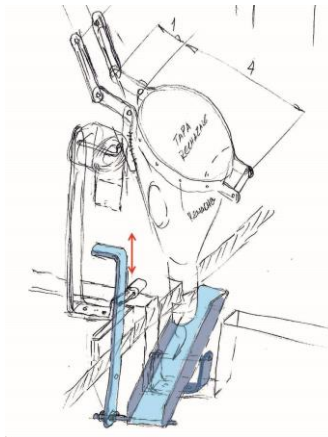
**Figura 75 Mecanismo nuevo modelado en 3D.**

Del mismo modo, esto permitió simular el movimiento de los componentes del sistema, pudiendo apreciar limitantes que hicieron necesarias modificaciones con el fin de obtener un dispositivo completamente funcional [Figura 76].



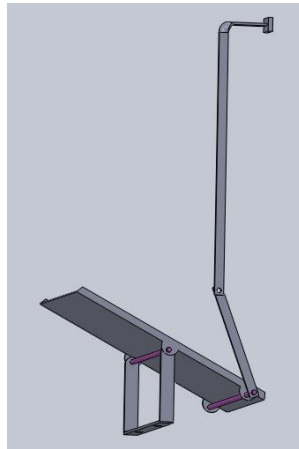
**Figura 76** El sistema de llega a dos posiciones principales.

Por otro lado, se buscó una mejor manera de redirigir las excretas entre las dos cámaras. Esto se hizo buscando reducir la complejidad en cuanto a partes móviles y funcionamiento de la versión anterior. De este modo se generó un concepto en el que se desviarán las excretas por medio de una pendiente controlada por un tirante [Figura 77].



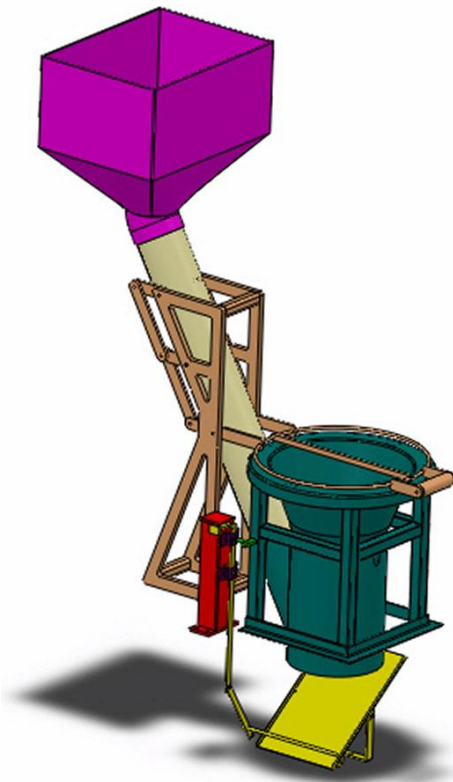
**Figura 77** Esta pieza desvía las excretas.

El usuario debe tirar de una pieza vertical para cambiar la pendiente. En un punto la inclinación conduce las excretas a una fosa, para ocupar la otra se sube o baja el tirante hasta la posición necesaria. El boceto muestra los elementos y funcionamiento básico de este mecanismo. Sin embargo, habiendo modelado las piezas en 3d se pudo realizar una simulación de movimiento. Se encontró que mientras el tirante sólo tuviera un movimiento estrictamente vertical, la rampa no llegaría a cambiar completamente de pendiente. Es por esto que se añadió una sección con un perno que permite describir un radio conforme el tirante hace su recorrido. [Figura 78]. Se espera que dicha modificación sea suficiente para lograr el funcionamiento requerido.



**Figura 78** Desvío de excretas modelado en 3D.

Finalmente, se modeló un ensamble de todas las piezas que compondrán el sistema del sanitario seco. Al reunir las se pudo apreciar la manera en que estarán relacionadas en sus movimientos. Con base a esto se realizaron modificaciones hasta obtener una versión final que puede ser construido e instalado con suficiente grado de certeza sobre su correcto funcionamiento. En la Figura 79 se muestra el ensamblaje final.



**Figura 79** Ensamble del sistema completo.

### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

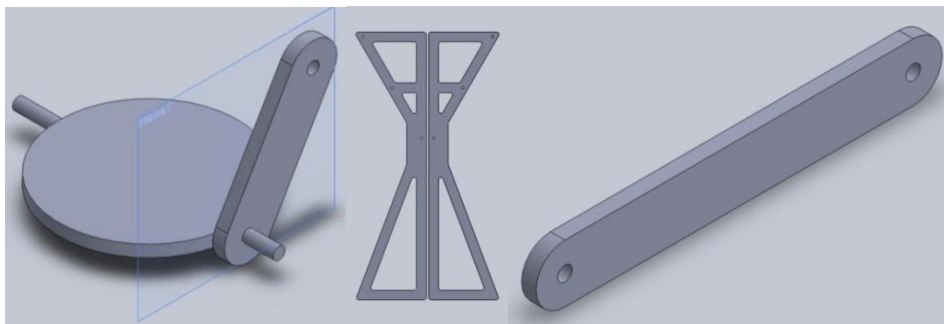
#### 3.1 CONSTRUCCIÓN

Se construyeron dos modelos a escala real que de manera ideal se deberían integrar para tener un modelo fidedigno de lo que sería el servicio sanitario. Estos modelos son la caseta del sanitario y el sistema de descarga de mezcla secante. Debido a que se completaron en ubicaciones diferentes no fue posible unirlos. Sin embargo, el haberlos concretado permitió apreciar las cualidades del sistema así como también reconocer las carencias y detalles a corregir.

El modelo de la caseta fue construido a partir de materiales de desecho, sobrantes y otros que fueron amablemente facilitados por el posgrado en diseño industrial. Este espacio fue un ejercicio de grupo, en el que no solo el tesista trabajó sino dos compañeras de clase más. En este modelo también fue posible apreciar la funcionalidad de las áreas mínimas.

Por otra parte, se construyó un modelo a escala real del sistema de descarga de mezcla secante. Para ello se valió de las instalaciones, herramienta y equipo del Posgrado en Diseño Industrial mientras el calendario escolar lo permitió. Debido a esto se buscó aprovechar algunos procesos de manufactura modernos como el maquinado de control numérico. Se tomó esta decisión pues dicho proceso cuenta con las cualidades de rapidez, precisión y los conocimientos de actualidad que se adquieren mediante su utilización.

Dicho proceso constructivo parte de las ideas en bocetos de los mecanismos. En seguida se modelan en un software de diseño asistido por computadora en tres dimensiones<sup>48</sup>. Se modelan las piezas que componen el mecanismo por separado para luego crear un ensamblaje donde de manera virtual se ejecutan los movimientos necesarios para su funcionamiento. Cuando se ha visto que la configuración es correcta se preparan las piezas para ser maquinadas. Una ventaja fue que las piezas principalmente consistían en contornos y perforaciones [Figura 80].



**Figura 80** Algunas piezas fueron modeladas en 3d.

Del mismo modo, dichas características son favorables para maquinarse con un router de control numérico como el que se cuenta en el Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM [Figura 81]. Es así que se conformó un correcto proceso de construcción con las herramientas apropiadas para el

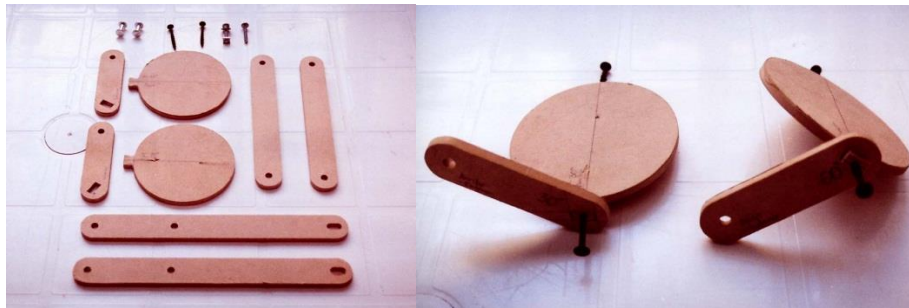
<sup>48</sup> Se utilizó el programa de computadora Solidworks 2011.

trabajo. Dicha coincidencia es una cualidad que un diseñador debe buscar en la configuración de las piezas que crea.



**Figura 81** Se usó el router cnc MYD 2005.

El proceso de maquinado se realizó a través de un software de computadora que reconoce las operaciones de corte necesarias en cada pieza<sup>49</sup>. De nueva cuenta, una sola herramienta de corte fue necesaria para todas las partes del sistema. En este caso se utilizó un cortador plano de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro hecho de acero de alta velocidad. El material cortado fue aglomerado de fibra MDF en espesores de 3 y 17mm [Figura 82].



**Figura 82** Piezas cortadas en el router cnc para ensamblar.

Una vez que se tienen las operaciones de corte, la herramienta y parámetros como la velocidad, profundidad y estrategia de corte establecidos, el programa de computadora genera un código de corte. Estas son líneas de instrucciones que el router cnc ejecuta sobre el material. El router ejecutó el programa necesario para cada pieza y finalmente se despegaron del resto de la placa mediante cortar sus uniones con un cutter. Este proceso permitió obtener varias piezas de un mismo tramo de material. Debido a que no se cortó por toda la profundidad de las hojas de mdf, fue necesario despegar las partes útiles del resto mediante un corte manual con cutter. Donde fue necesario se eliminaron sobrantes y se definieron bordes con lija.

Por otra parte, se construyeron otros elementos necesarios para el mecanismo pero de manera manual. Tal es el caso del tubo de pvc sanitario de 4 pulgadas de diámetro interno recortado y

<sup>49</sup> Las operaciones de maquinado y el código para el trabajo fue generado con el programa Camworks 2012.

perforado para alojar en la posición indicada las compuertas [Figura 83]. Otros elementos como tramos de madera fueron cortados para luego sujetar los soportes principales del mecanismo.



**Figura 83** Piezas de diferentes materiales como el pvc.

Finalmente, el modelo se complementa con algunos elementos extra que auxilian a las piezas principales ya sea para lograr el funcionamiento esperado o para dar una idea visual o funcional de lo que sería el caso real de uso. Un ejemplo de esto es la tapa simulada que se colocaría sobre la taza separadora y que será la que los usuarios sujeten para accionar el mecanismo de descarga de mezcla. Como resultado de este trabajo se obtuvo el modelo funcional a escala real del mecanismo de descarga de mezcla secante que se aprecia en la siguiente imagen [Figura 84].



**Figura 84** Modelo funcional a escala real del sistema de descarga de mezcla secante.

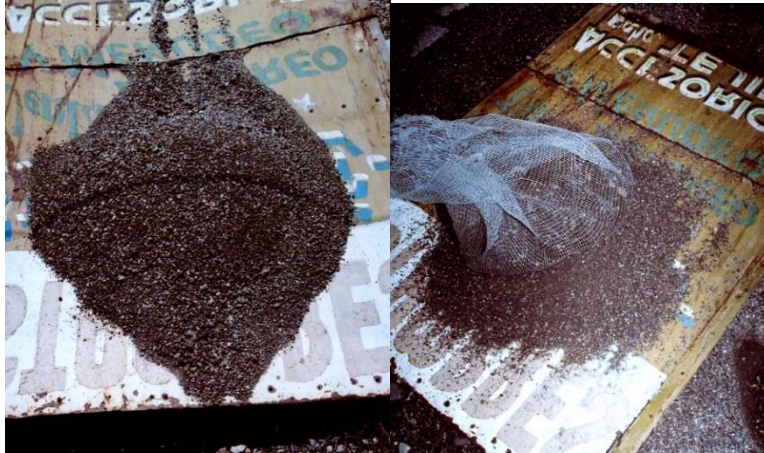
### 3.2 PRUEBAS DE USO

Con el modelo construido fue necesario probarlo en uso para encontrar no solo problemas y así después poder repararlos sino también para cuantificar la cantidad de material que finalmente arroja por cada descarga.

Para eso se comenzó con la recolección y secado de tierra. Se buscó que la arena fuera de grano fino por lo que apoyándose en un costal plástico se hizo pasar la arena para separar las piezas



grandes. Después la tierra se extendió sobre una lámina al sol alrededor de dos horas en tres diferentes días hasta que se consideró que estaba lo suficientemente seca [Figura 85Figura 85].



**Figura 85** La tierra fue secada y separada.

Con ayuda de plástico rígido se colocaron extensiones en la entrada y salida del tubo de pvc de 4" de diámetro. Se colocó la palanca en posición horizontal y se llenó la parte superior del tubo con tierra seca, luego se llevó la palanca hasta su posición vertical y se captó la tierra que arrojó el sistema. Esta cantidad de tierra es la descarga principal. De nueva cuenta se procuró tener la parte superior del pvc llena de tierra para simular la situación real en que un volumen de tierra seca siempre estará tratando de pasar por el mecanismo hasta que haya sido descargada en su totalidad. En seguida de regresó la palanca a su posición inicial (horizontal) y se captó una vez más la porción de arena que salió arrojada. Esta se considera la descarga de retroceso [Figura 86].



**Figura 86** La tierra que arroja el sistema fue recolectada y pesada.

Así mismo, se calculó la masa por unidad de volumen de la tierra utilizada. Esto permitió calcular con precisión el volumen de arena necesario para que funcione el sistema sanitario seco. En el siguiente apartado se presentan los resultados de los cálculos en masa y volumen de tierra así como las conclusiones del funcionamiento del modelo probado.

### 3.2.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE USO

Como resultados se tienen un número de ellos que a continuación se describen pero que pueden ser clasificados en dos ramas principales. Una son los resultados que se refieren al funcionamiento del modelo. La otra categoría son los resultados obtenidos de los cálculos realizados con respecto a las cantidades de tierra y mezcla secante necesarios en el sistema sanitario.

- Un aspecto importante era la dificultad que se encontraría al accionar la palanca de descarga cuando el tubo y sobre todo las compuertas interiores estuvieran inundadas de arena. Se encontró que a pesar de se percibió un esfuerzo para vencer la arena que presionaba sobre la compuerta superior se pudo superar con una sola mano en una palanca incluso más corta que la que finalmente se utilizará en el baño. Esto es que se tiene la certeza que con la tapa del baño añadida a la palanca se ganará distancia y por lo tanto fuerza. De este modo se vislumbra suficiente para superar el peso de la arena que esté presionando contra la compuerta aun cuando la cantidad a usarse sea mayor a la que se usó en la prueba.
- Para este modelo se usaron principalmente aglomerado de fibra MDF, madera sólida y tubo pvc. Además la carga de tierra dentro del tubo fue alrededor de 5 kilogramos. Es así que se considera que fue una prueba de uso ligera. Sin embargo el modelo alcanzó correctamente el funcionamiento esperado. De ello se puede concluir que con una construcción basada en materiales metálicos y con procesos de manufactura semi industriales las capacidades del sistema aumentarán considerablemente por lo que se podrán manejar cargas de mezcla secante muy superiores.
- De la mezcla que arroja el sistema de descarga, se cuantificó una cantidad de 1.92kg para la descarga principal y 0.07kg para la descarga de retroceso.
- Se colocó tierra dentro de una caja de dimensiones interiores de  $0.061 \times 0.061 \times 0.093 \text{m}^3$ . El volumen de dicho recipiente es de  $0.00034605 \text{m}^3$ , el cual es el mismo de la tierra que contiene. Tal cantidad tuvo una masa de 0.46kg, por lo que un metro cúbico tendrá una masa de 1329.288kg.
- Rehaciendo los números de la Tabla 2 se determina que para una familia de cuatro integrantes, el sistema de descarga requiere de 23.88kg de mezcla diariamente y de 8883.36kg al año. De estos últimos 7402.8kg serán de tierra y 1480.56kg de cal [Tabla 6].

Mezcla requerida por el sistema sanitario (kg).							
Principal	Retroceso	Total	Diario	Mensual	Anual	Tierra anual	Cal anual
1.92	0.07	1.99	23.88	740.28	8883.36	7402.8	1480.56

Tabla 6 Mezcla cuantificada después de las pruebas de funcionamiento.

- Conforme a los resultados se considera que la cantidad de mezcla por descarga excede lo requerido. Para reducir el volumen gastado cada vez que se usa el sanitario se puede reducir el diámetro del tubo de pvc así como las compuertas que se colocan en su interior. Otra opción es disminuir la distancia entre las compuertas para así reducir el volumen que

se contiene entre ellas. Debido a que evitar obstrucciones en el sistema es de suma importancia se establece que la modificación apropiada es disminuir la distancia entre las compuertas.

### 3.3 PROYECTOS PARALELOS

Gracias a que el sanitario como servicio es un cúmulo de funciones es posible añadirle más de ellas siempre que tengan las características apropiadas. El caso de las energías alternativas es afortunado para las comunidades marginadas pues aprovechan la fuerza de la naturaleza en beneficio de los habitantes, además todo esto se puede llevar a cabo con tecnologías y sistemas sencillos a un precio accesible [Figura 87].



**Figura 87** Esta caseta se construyó con envases de leche y bases de plástico.

Así pues, se puede desarrollar un sistema de iluminación para el interior de la caseta del sanitario aprovechando la energía solar, el cual consta de un arreglo de celdas solares que captan la luz del sol generando energía eléctrica que se hace llegar a una lámpara led instalada dentro de la caseta. Para que esta iluminación sea aprovechada durante la noche, el sistema cuenta con una batería recargable que almacena electricidad durante el día pudiendo suministrarla durante la noche. Este sistema puede repetir este ciclo varias veces durante la vida útil de la batería.

Las ventajas de este dispositivo es que requiere de una inversión moderada, tecnología sencilla y sobre todo que ahorra en trabajos y gastos propios de una instalación eléctrica convencional. Esto resulta de gran importancia pues hay pocas comunidades marginadas que cuentan con red eléctrica. Por otro lado, sistemas de iluminación como el que se propone puede ser aplicado en cualquier región del país donde haya asoleamiento.

## 4. CONCLUSIONES

A continuación se presentan conclusiones generales de este trabajo. Se considera que cada capítulo tiene otras propias. Sin embargo, en esta parte final de la tesis se establecen conclusiones que ligan el trabajo realizado con su aplicación en la comunidad y las consecuencias que se deriven de ello. Así pues se hace el señalamiento que hay consideraciones particulares de importancia que serán encontradas en apartados directamente relacionados más no en las siguientes conclusiones generales de la tesis.

- Con base en cálculos de la Organización Mundial de la Salud, donde se determina que por cada dólar invertido en abastecimiento de agua y saneamiento mejorado se retribuyen beneficios económicos en cuanto a la reducción de gastos de morbilidad por enfermedades transmitidas por el agua y la falta de higiene personal así como por la productividad de las personas que no estarán enfermas, se realizó el cálculo del beneficio que resultaría de invertir en la construcción del sanitario diseñado como se explica en la Tabla 7. De este modo se determina que se obtendría un beneficio superior a cinco millones de dólares mediante la construcción de 70 sanitarios.

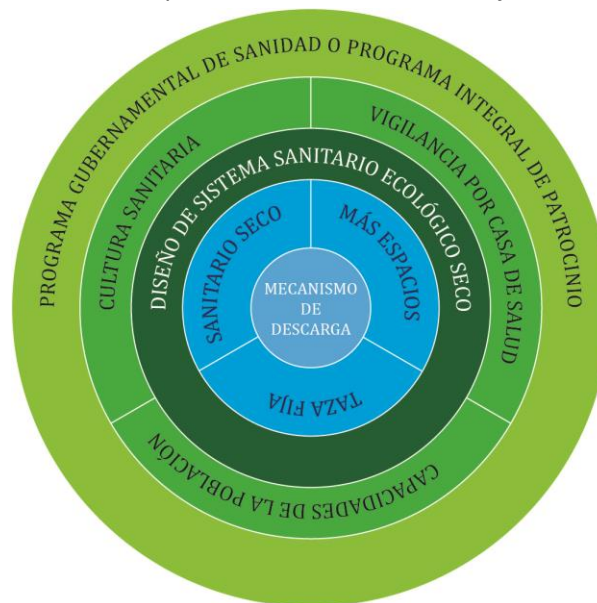
CONCEPTO	CÁLCULO	TOTAL
1.- Metros cuadrados de construcción del sanitario diseñado.	Largo: 3.42 m. Ancho: 2.61 m.	Área construida: 8.9262 m <sup>2</sup> .
2.- Precio del metro cuadrado de construcción.	Obra con acabados de nivel medio.	\$6,000.00 el metro cuadrado.
3.- Costo de la construcción de un sanitario.	Área construida por el costo del metro cuadrado de construcción.	\$53,557.20
4.- Sanitarios a reemplazar en la población de Santo Tomás Ocoatepec.	Letrinas: 61 Fosas sépticas: 9	Se construirían 70 sanitarios. El costo en pesos mexicanos sería: \$3'749,004.00
5.- Tipo de cambio peso/dólar según el banco de México al 4 de Diciembre de 2012.	Dólar: 12.96 pesos. Sanitarios: 70.	Costo de 70 sanitarios en dólares: \$289,275.00
6.- Beneficio económico por cada dólar invertido.	El beneficio va desde \$3 hasta \$34 dólares, en promedio: \$18.50	<b>Beneficio económico en dólares por construir 70 sanitarios: \$5'351,587.50</b>

**Tabla 7 Beneficio económico de construir sanitarios.**

- Los sanitarios utilizados en la actualidad requieren para su buen funcionamiento que el usuario obedezca una serie de pasos bien definidos. Los errores en la ejecución de dichos métodos de uso generan constantes problemas, desperfectos y finalmente abandono de las instalaciones. El nuevo diseño elimina operaciones complejas como la reubicación de la taza separadora, evitando con esto el trabajo físico que implica, así como el deterioro de

las instalaciones y materiales y reduciendo el manejo de tuberías y piezas fundamentales para el funcionamiento del sanitario.

- Lograr el objetivo de una disminución de la mayoría de las consecuencias negativas del mal manejo de excretas humanas es posible mediante un trabajo sistémico y sostenido de gran alcance. Dentro de este sistema el diseño tiene un papel central en la aportación de soluciones a las muchas cuestiones que forman parte de los contextos menos favorecidos. En cuanto a este trabajo, se colaboró a la solución con el desarrollo de un proyecto de diseño participativo y mediante la aportación de mejoras al sanitario ecológico seco. Como se aprecia en la Figura 88 la propuesta de esta tesis se inscribe en un sistema que le dará soporte y favorecerá la obtención de resultados positivos. Del mismo modo, es importante recalcar que este sistema no puede funcionar sin el trabajo hecho desde el diseño.



**Figura 88 Trabajo sistémico para el manejo de excretas humanas.**

- El diseñador posee una visión diferente a otros profesionales que han atendido el problema del manejo de las excretas en comunidades rurales. En el desarrollo de esta tesis se puede constatar la visión social del diseño, que puede aprovechar herramientas como la etnografía, realizar trabajo participativo y generar una propuesta que se adecua al contexto. Esta es la ventaja que puede lograr una mejora definitiva sobre otros proyectos.
- La semi-automatización representa una ventaja pues al ser aplicada en los sanitarios reduce las tareas necesarias para su buen funcionamiento. Al disminuir las situaciones de manejo de excretas se contribuye a una mejor experiencia del usuario. Así mismo, la semi-automatización aquí aplicada es adecuada sobre todo en contextos donde ya se cuenta con cultura sanitaria en el conocimiento y uso de baños ecológicos secos. Para hacer constancia de estos beneficios, a continuación se presenta una tabla donde se comparan los procedimientos necesarios para la operación de un sanitario ecológico seco convencional y aquel diseñado en esta tesis:

COMPARACIÓN DE SECUENCIA DE OPERACIONES			
	CONVENCIONAL		NUEVO DISEÑO
<i>OPERACIONES FRECUENTES</i>			
1	Acceder y cerrar puerta.	1	Acceder y cerrar puerta.
2	Usar taza separadora.	2	Levantar tapa de la taza.
3	Tomar un tanto de mezcla secante.	3	Usar taza separadora.
4	Depositar mezcla dentro de la fosa.	4	Bajar tapa de la taza.
5	Salir y cerrar puerta.	5	Salir y cerrar puerta.
6	Lavarse las manos.	6	Lavarse las manos.
<i>OPERACIONES OCASIONALES</i>			
7	Distribuir material dentro de la fosa.	7	Distribuir material dentro de la fosa.
8	Retirar taza.	8	Accionar palanca de desvío.
9	Sellar la fosa llena.	9	Retirar material de la fosa.
10	Fijar la taza sobre la fosa vacía.	10	Limpieza y mantenimiento.
11	Retirar material de la fosa.		
12	Limpieza y mantenimiento.		

Tabla 8 Secuencia para el desecho de excretas en el sanitario diseñado.

Las operaciones frecuentes tratan de las que una persona debe realizar en el sanitario para desechar las excretas, de estas se contabilizaron igual número para los dos sanitarios secos. Se debe resaltar que en el nuevo diseño se elimina la necesidad de un contenedor fijo para la mezcla y del recipiente con el que se tome una porción y luego se deposite en la fosa. En el sanitario diseñado este proceso se da mediante componentes integrados a las instalaciones sin necesidad de piezas sueltas.

Las operaciones ocasionales son las relacionadas al proceso de degradación de los desechos así como al mantenimiento de las instalaciones. Se contabilizaron dos de estas operaciones menos en el nuevo diseño por lo que se demuestra un ahorro en el trabajo por parte de los usuarios. Se destaca que operaciones de instalación y desinstalación de la taza que implica trabajos como cargar el mueble, sellar la fosa en desuso, verificar la conexión para desvío de orina y demás relacionados son eliminados con el uso del sistema de desvíos que el sanitario diseñado integra en su propuesta.

#### 4.1 TRABAJOS POSTERIORES

A lo largo de la realización de este trabajo se fueron encontrando temas que por los límites propios del proyecto no fueron posibles de estudiar. Sin embargo, se reconoce en ellos una posibilidad interesante para posteriores estudios. De este modo a continuación se describen algunos de ellos con la finalidad de motivar la resolución de sus incógnitas:

- En cuanto al mecanismo de desvío de excretas surgió la interrogante de si estas se deslizarían sobre la superficie seca de la rampa para llegar al fondo de la cámara sin dejar residuos adheridos. Así pues se plantea la necesidad de un material especial de bajo costo

que permita que materiales con la textura y consistencia de las excretas no se adhieran y se deslicen sobre de él.

- Para tener una mayor certeza de la durabilidad del sanitario diseñado se debería realizar un estudio que mantenga un seguimiento por algunos años de duración. Así mismo se podría hacer una evaluación del impacto cultural que haya tenido en la comunidad y finalmente evaluar si el conocimiento de los principios técnicos de su funcionamiento y construcción han perdurado.
- Un diseño de baño ecológico para ser más completo y por ende ofrecer mejores resultados debería abarcar áreas fundamentales de su funcionamiento como el proceso biológico de descomposición. Para tal fin valdría la pena realizar un trabajo conjunto con profesionales de Ingeniería ambiental u otras disciplinas relacionadas.

## GLOSARIO

**Aguas residuales.** Son aquellas aguas mezcladas con desechos producto de la actividad humana y seres vivos relacionados.

**Cámara:** Depósito temporal de las excretas donde se da el proceso de descomposición.

**Caseta:** Construcción usada para proteger al usuario del sanitario de la intemperie y de la vista de otras personas.

**Clivus:** Del latín “pendiente, cuesta, colina”. El clivus multrum fue un sanitario compostero diseñado en el año de 1939 por el ingeniero sueco Rikard Lindstrom. Actualmente existen variedades de tal diseño que se comercializan y aplican en todo el mundo.

**Contagio de enfermedades.** Es el fenómeno que se da cuando una persona adquiere una enfermedad por la exposición o contacto con un foco de infección.

**Contaminación ambiental.** Se refiere a la polución de la atmósfera producto de prácticas humanas.

**Desarrollo Social.** Teoría que busca la igualdad entre las personas, permitiendo que se tenga acceso a bienes y servicios que procuren un buen nivel de vida.

**Descarga:** Aplicación de cierta cantidad de mezcla secante sobre las excretas.

**Desechos orgánicos.** Son los desechos generados por seres vivos, en este caso interesan principalmente los de humanos y animales de granjas.

**Diseño Social.** Es aquel que busca satisfacer necesidades reales de personas que carecen de recursos, bienes y servicios.

**Enfermedades gastrointestinales.** Son las enfermedades del aparato digestivo.

**Excretas:** excremento humano.

**Fecalismo.** Es el fenómeno que se produce cuando se defeca a la intemperie sin un tratamiento posterior.

**Led:** Light emitting diode (Diodo emisor de luz)

**Letrina:** Tipo de sanitario en el que se cava un depósito en el suelo y se coloca un asiento encima. Se depositan las excretas dentro del pozo hasta que se llena, luego se tapa y se abandona. Esto hace que se deba cavar otro depósito.

**Marginación.** Condición de algunas personas en la que se está muy limitado en cuanto al acceso de bienes, servicios, se tiene muy bajo poder adquisitivo lo cual provoca diversos problemas sociales.

**Metano:** Pertenece a la familia de los hidrocarburos saturados de cadena abierta, también reciben el nombre de alcanos o parafinas, en todos ellos el carbono se presenta tetravalente.

**Necesidades básicas.** Son aquellas necesidades primarias para toda persona como lo es la alimentación, vestido, vivienda y satisfacción de necesidades fisiológicas.

**Servicio Sanitario.** Se refiere al grupo de dispositivos y actividades relacionadas al correcto manejo de desechos orgánicos producto de personas y animales de granja que conviven en una vivienda rural.

**Sustentabilidad.** Teoría que señala la satisfacción de las necesidades de las personas en la actualidad sin comprometer generaciones posteriores.

**Taza:** En este caso se refiere a un mueble de baño en forma de asiento en el que se arrojan excreciones humanas. Pueden ser de dos tipos principales: las que usan agua y las separadoras de orina.

**Taza separadora:** Mueble de baño en forma de asiento que mediante cavidades diferentes puede separar la orina de las excretas sólidas.

**Tee:** Conexión de tubo PVC en forma de T.

**Tolva:** Recipiente con una conexión en la parte inferior que sirve para contener y conducir la mezcla secante al tubo pvc en el sistema sanitario ecológico.

**Yee:** Conexión de tubo PVC en forma de Y.

## REFERENCIAS

Libros:



CASTILLO Lourdes. **Sanitario ecológico seco. Manual de diseño, construcción, uso y mantenimiento.** México, 2002. Tesis.

C. K. Prahalad. **La oportunidad de negocios en la base de la pirámide.** Editorial Norma SA. Bogotá 2008.

GARRITZ Andoni et. al. **Química.** Addison-Wesley Iberoamericana, S. A. 1994 E. U. A. ISBN: 0201625660

HUUHTANNEN Sari, et. al. **A guide to sanitation and hygiene in developing countries.** Global Dry Toilet Association of Finland. Tampere, 2009.

PARDINAS Felipe. **Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales.** Siglo Veintiuno Editores. ISBN: 968230055X

SÁNCHEZ Uziel. **Censo global 2012.** Santo Tomás Ocotepc. Casa de salud IMSS. Oaxaca, México 2012.

THACKARA John. **In the Bubble: designing in a complex world.** 1 Lightness. MIT Press 2006.

ULRICH, Karl T. **Diseño y desarrollo de productos.** Mc-Graw Hill. México, 2009

WAGNER, E. G. **Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades.** OMS, Ginebra 1960.

Documentos pdf:

FINDELI Alain. **Rethinking Design Education for the 21st Century.** Design Issues. Volume 17, Number 1 Winter 2001. MIT Press.

JHA Chandra, Ram. **Sulabh International Social Service Organization. Stockholm Water Prize. Dr Bindeshwar Pathak Awarded 2009.** Disponible en world wide web en: <http://www.sulabhinternational.org>

Land and water Bolivia Ltda. **Estudio antropológico sobre el uso de letrinas ecológicas en el área rural andina.** Volumen 1 de 2. La paz, Bolivia. Noviembre de 2006

LEE Yanki. **Design participation tactics: the challenges and new roles for designers in the co-design process.** Royal college of art, Helen Hamlyn Centre, London, UK 2008

MALINA M. Robert. et. al. **Estatura, peso y circunferencia del brazo en una muestra transversal de niños zapotecos de 6 a 14 años.** Anales de antropología. Revista del Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. Vol. 9 (1972).

Margolin Victor. **Design for a Sustainable World**. Publicado en Design Issues: Volume 14 number 2. 1998

Presidencia de la república. **Plan nacional de desarrollo 2007-2012**. Gobierno de los estados unidos mexicanos, 2007.

Páginas de internet:

AGUILAR Lesli, **Mueren dos infantes por enfermedades diarreicas en la Mixteca**. El imparcial [En Línea], Oaxaca, México. 16 de Octubre de 2008. Disponible en World Wide Web: [http://www.imparcialenlinea.com/index.php?mod=leer&id=63028&sec=capital&titulo=Mueren\\_dos\\_infantes\\_por\\_enfermedades\\_diarreicas\\_en\\_la\\_Mixteca](http://www.imparcialenlinea.com/index.php?mod=leer&id=63028&sec=capital&titulo=Mueren_dos_infantes_por_enfermedades_diarreicas_en_la_Mixteca)

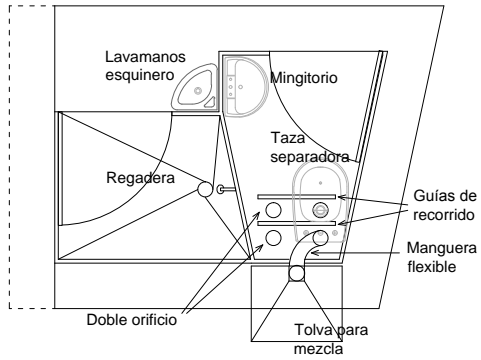
BINDESHWAR Pathak. Sulabh Flush Compost Toilet. Sulabh International Social Service Organisation. Disponible en world wide web: <http://www.sulabhinternational.org/>

SEDESOL. Gobierno federal. Catálogo de localidades. Resumen municipal: Municipio de Santo Tomás Ocotepec. Disponible en world wide web en: <http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/default.aspx?tipo=clave&campo=loc&valor=20532&varent=20&varmun=532>


PLITT Laura. **Ecoinodoros para todos los gustos**. BBC Mundo, Medio Ambiente. Disponible en world wide web en: [http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/09/090909\\_1526\\_inodoros\\_lp.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/09/090909_1526_inodoros_lp.shtml)


SOOD Suemedha. A day to break toilet taboos. The passport blog. BBC, Noviembre de 2012. Disponible en world wide web en: <http://www.bbc.com/travel/blog/20121115-a-day-to-break-toilet-taboos>

## **ANEXOS**

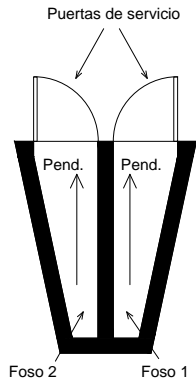


PLANTA ARQUITECTÓNICA

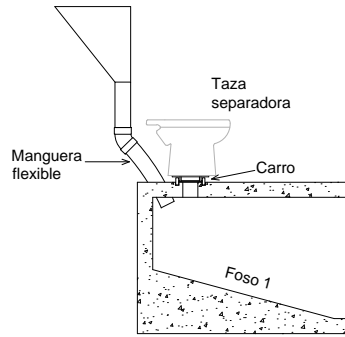
Vista superior 

Vista frontal 

VISTAS DEL CARRO



PLANTA DE FOSOS



CORTE LONGITUDINAL DE FOSOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA  
COMUNIDADES MARGINADAS

CÓDIGO:  
PP/SE-01

TÍTULO:  
PROPUESTA DE SANITARIO No. 1

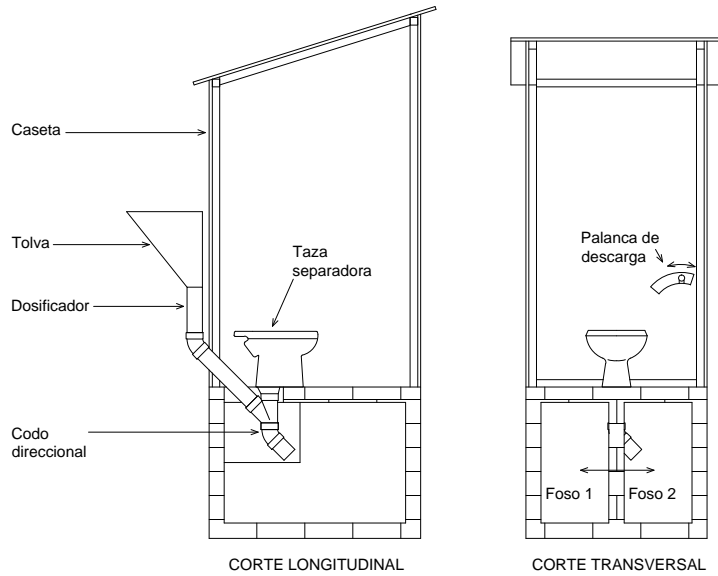
ESCALA:  
1:50

ACOTACIÓN:  
METROS

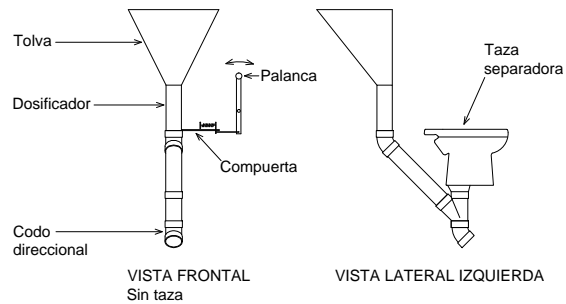
FECHA:  
30/07/12



## PROPUESTA 2



## DISPOSITIVO DE DESCARGA DE MEZCLA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA  
COMUNIDADES MARGINADAS

CÓDIGO:  
PP/SE-01

TÍTULO:  
PROPUESTA DE SANITARIO No. 2

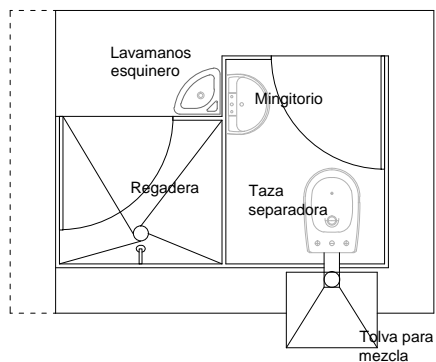
ESCALA:  
1:50

ACOTACIÓN:  
METROS

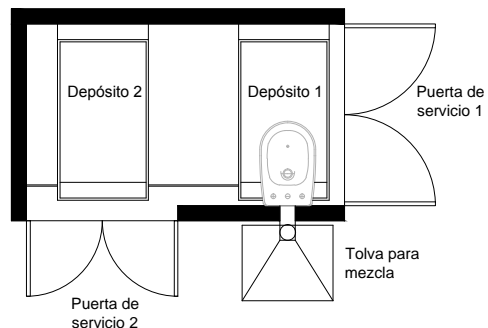
FECHA:  
30/07/12



### PROPUESTA 3

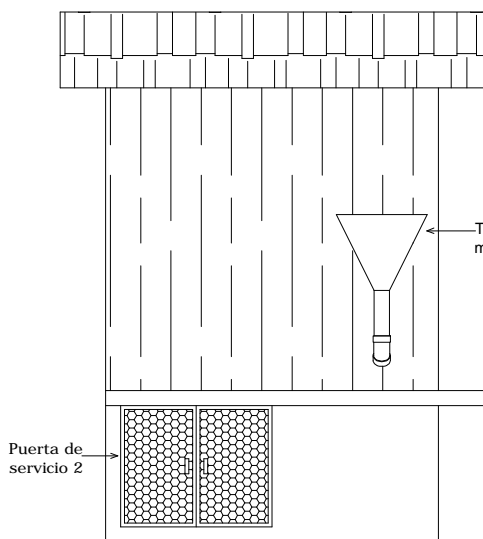


PLANTA ARQUITECTÓNICA

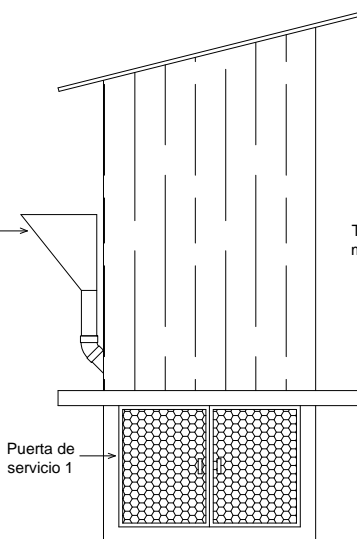


PLANTA DE LA FOSA

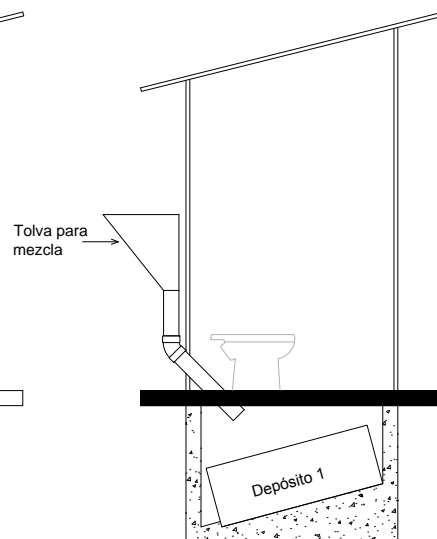
### PROPUESTA 3



VISTA POSTERIOR

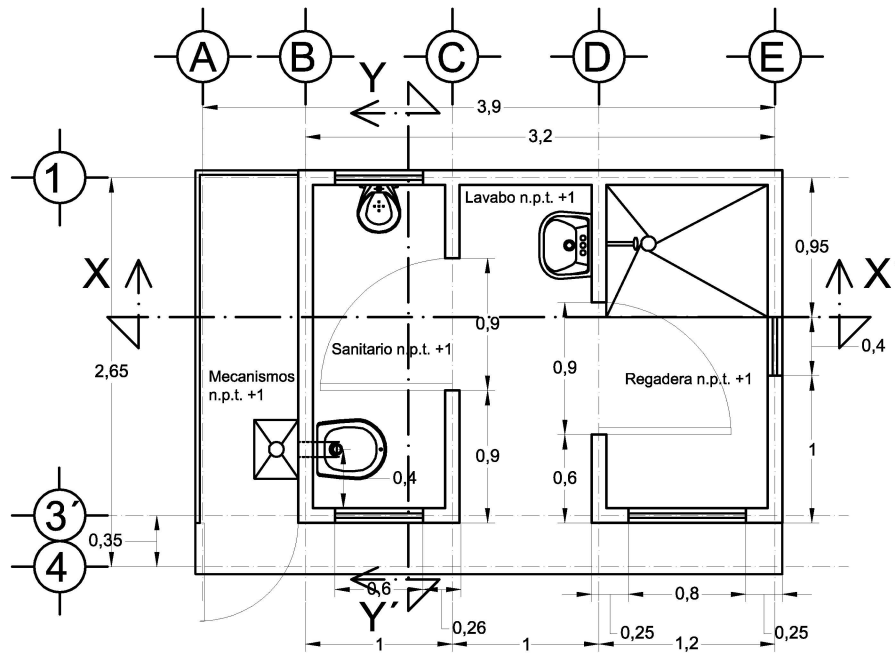


VISTA LATERAL IZQUIERDA

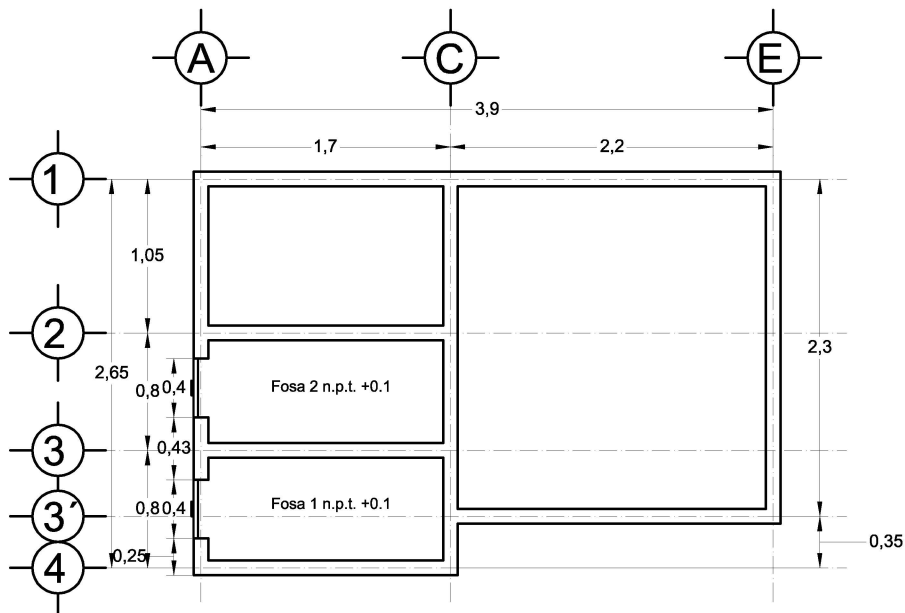


CORTE POR FACHADA LATERAL

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL		
	DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA COMUNIDADES MARGINADAS		
CÓDIGO: PP/SE-01	TÍTULO: PROPUESTA DE SANITARIO No. 3		
ESCALA: 1:50	ACOTACIÓN: METROS	FECHA: 30/07/12	

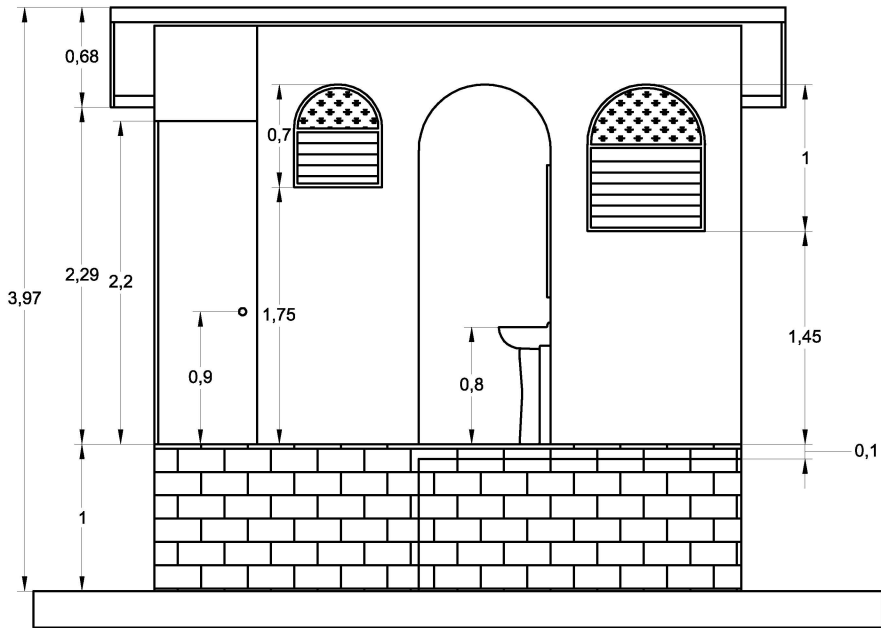


PLANTA ARQUITECTÓNICA

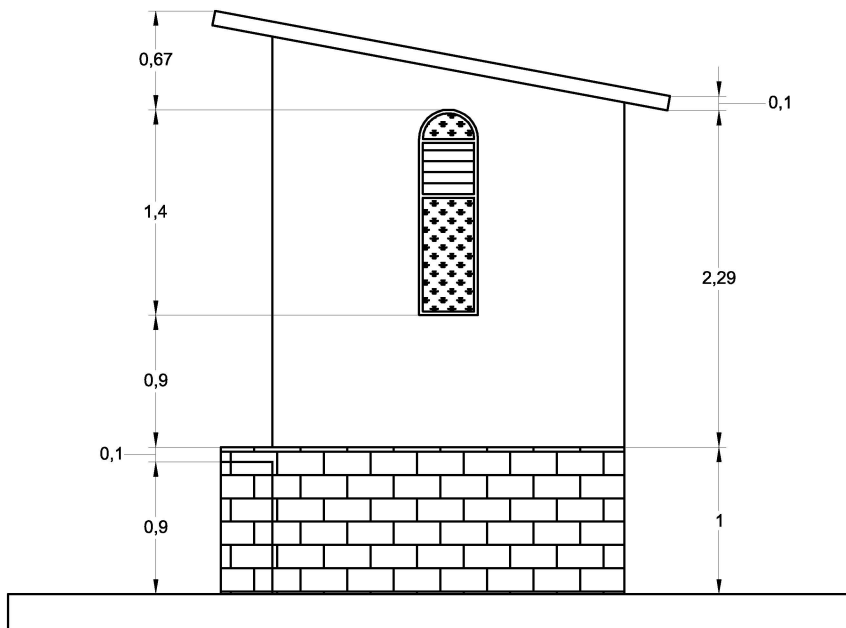


PLANTA DE FOSAS

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL</b>	
		<b>DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA</b> <b>COMUNIDADES MARGINADAS</b>	
<b>CÓDIGO:</b> PA/SE-01	<b>TÍTULO:</b> PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE DISEÑO DE SANITARIO		
<b>ESCALA:</b> 1:50	<b>ACOTACIÓN:</b> METROS	<b>FECHA:</b> 01/05/13	

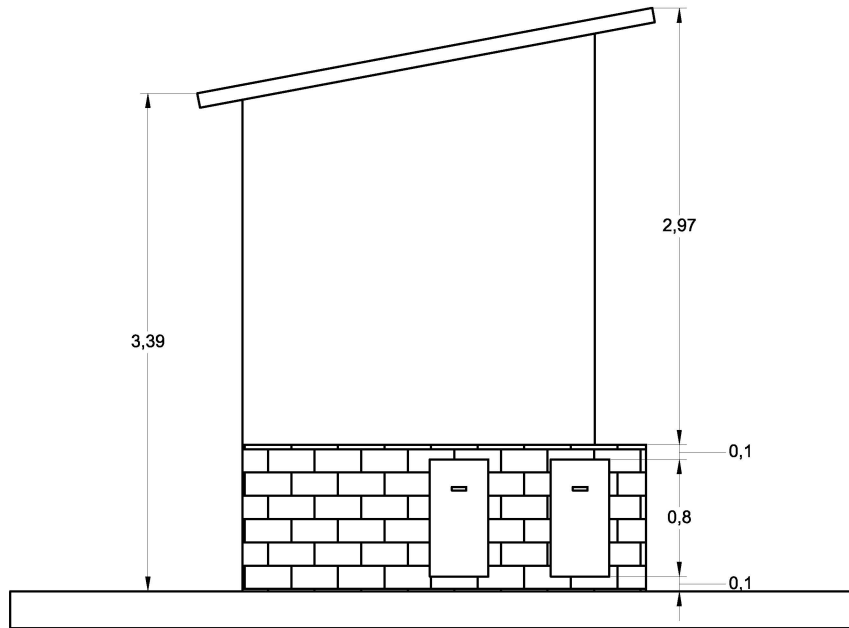


FACHADA FRONTAL

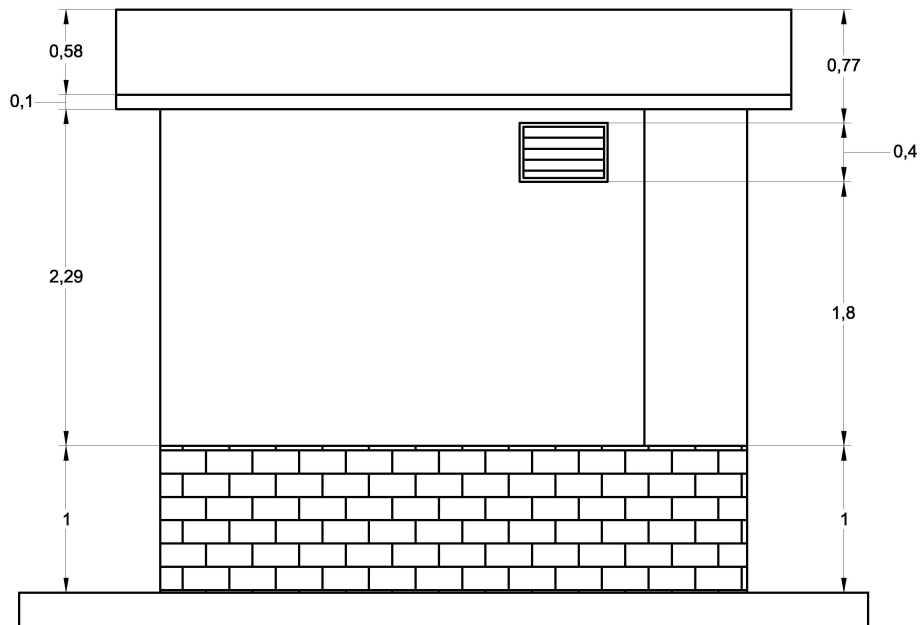


FACHADA LATERAL DERECHA

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL</b>	
		<b>DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA</b> <b>COMUNIDADES MARGINADAS</b>	
<b>CÓDIGO:</b> PA/SE-02	<b>TÍTULO:</b> PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE DISEÑO DE SANITARIO		
<b>ESCALA:</b> 1:50	<b>ACOTACIÓN:</b> METROS	<b>FECHA:</b> 06/12/12	



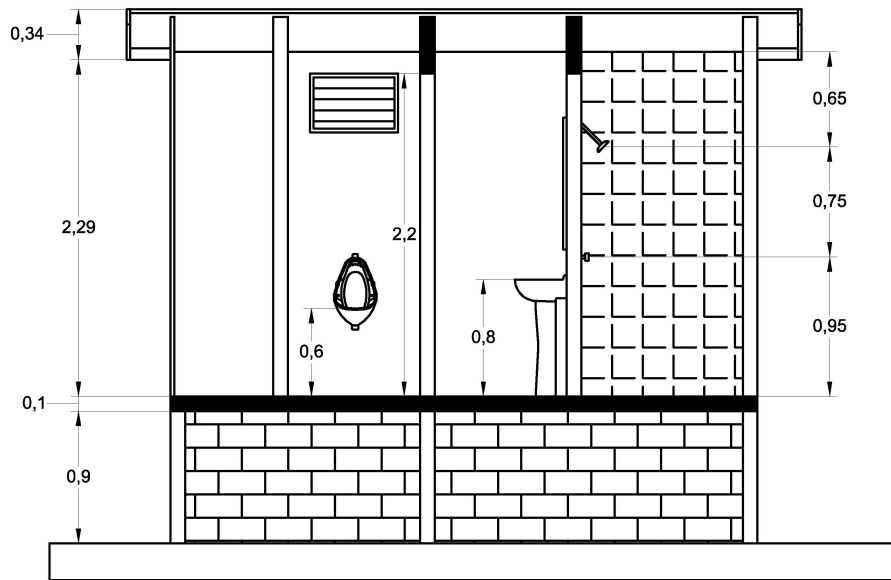
FACHADA LATERAL IZQUIERDA



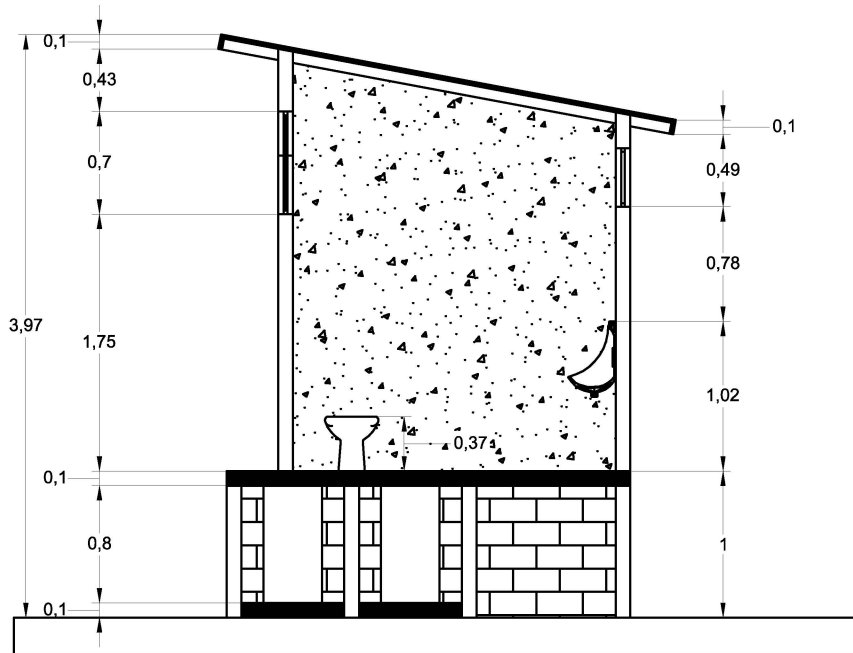
FACHADA LATERAL DERECHA

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL</b>	
		<b>DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA</b> <b>COMUNIDADES MARGINADAS</b>	
<b>CÓDIGO:</b> PA/SE-03	<b>TÍTULO:</b> PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE DISEÑO DE SANITARIO		
<b>ESCALA:</b> 1:50	<b>ACOTACIÓN:</b> METROS	<b>FECHA:</b> 06/12/12	





CORTE X-X'



CORTE Y-Y'

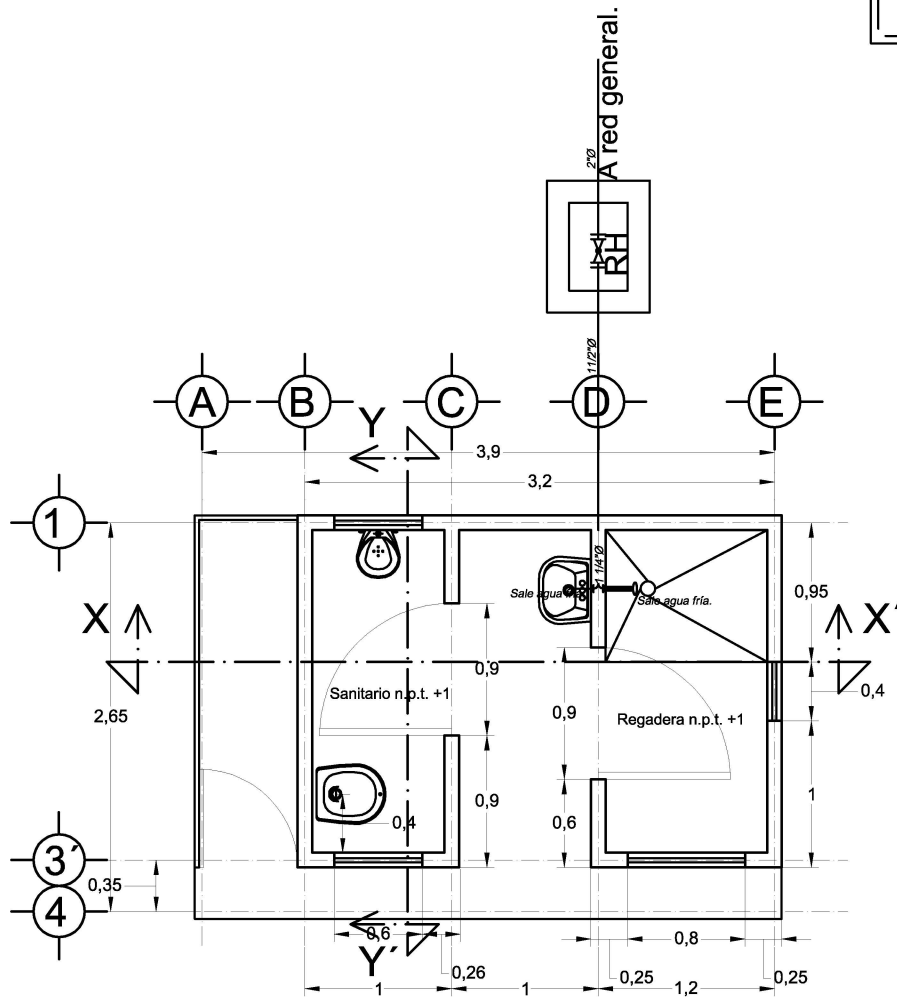
		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL</b>	
		<b>DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA</b> <b>COMUNIDADES MARGINADAS</b>	
<b>CÓDIGO:</b> <b>PA/SE-04</b>	<b>TÍTULO:</b> <b>PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE DISEÑO DE SANITARIO</b>		
<b>ESCALA:</b> <b>1:50</b>	<b>ACOTACIÓN:</b> <b>METROS</b>	<b>FECHA:</b> <b>06/12/12</b>	

### ABREVIATURAS

R.H. Registro hidráulico

R.S. Registro sanitario

T.v. Tubo de ventilación



INSTALACIÓN HIDRÁULICA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA  
COMUNIDADES MARGINADAS

CÓDIGO:  
PA/SE-05

TÍTULO:  
PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE DISEÑO DE SANITARIO

ESCALA:  
1:50

ACOTACIÓN:  
METROS

FECHA:  
06/12/12

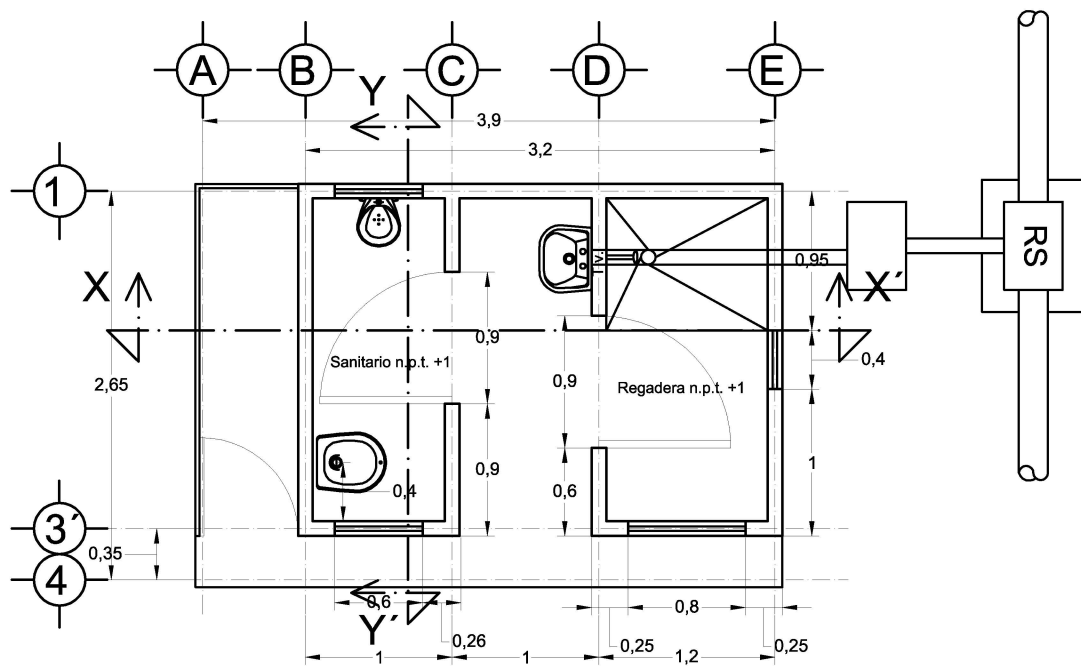


### ABREVIATURAS

R.H. Registro hidráulico

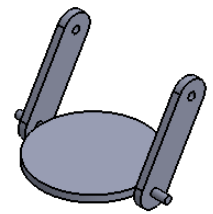
R.S. Registro sanitario

T.v. Tubo de ventilación

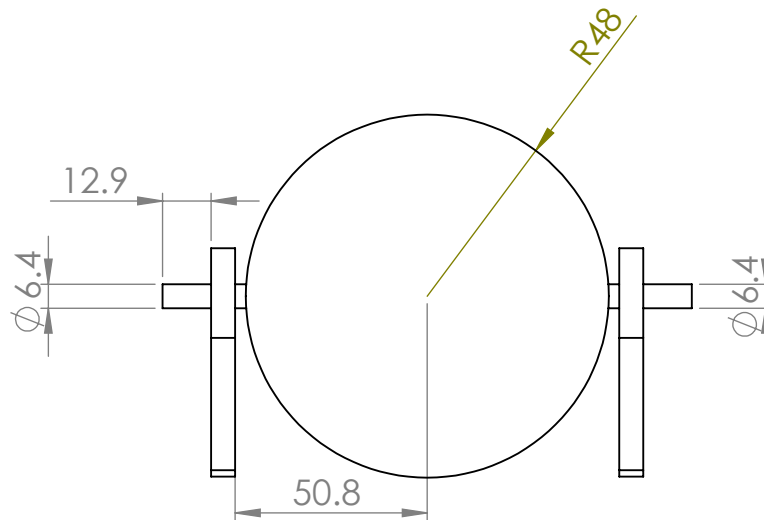


INSTALACIÓN SANITARIA

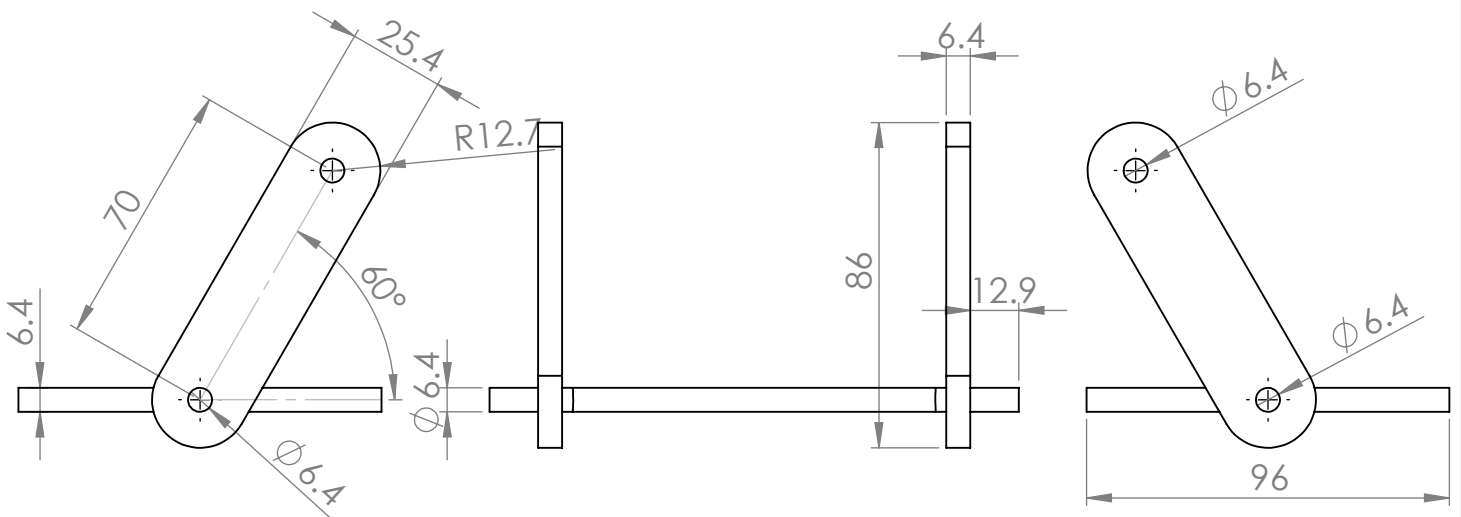
		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL	
DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO PARA COMUNIDADES MARGINADAS			
CÓDIGO: PA/SE-06	TÍTULO: PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE DISEÑO DE SANITARIO		
ESCALA: 1:50	ACOTACIÓN: METROS	FECHA: 06/12/12	



ISOMÉTRICO



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL DERECHA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

COMPUERTA 120

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		28/07/12
VERIF.			
APROB.			

MATERIAL:  
LAMINA NEGRA CAL. 10  
SOLERA 1/8X1/2 PLG  
REDONDO 1/4PLG.

N.º DE DIBUJO

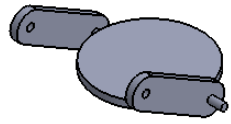
PC/SE-01

A4

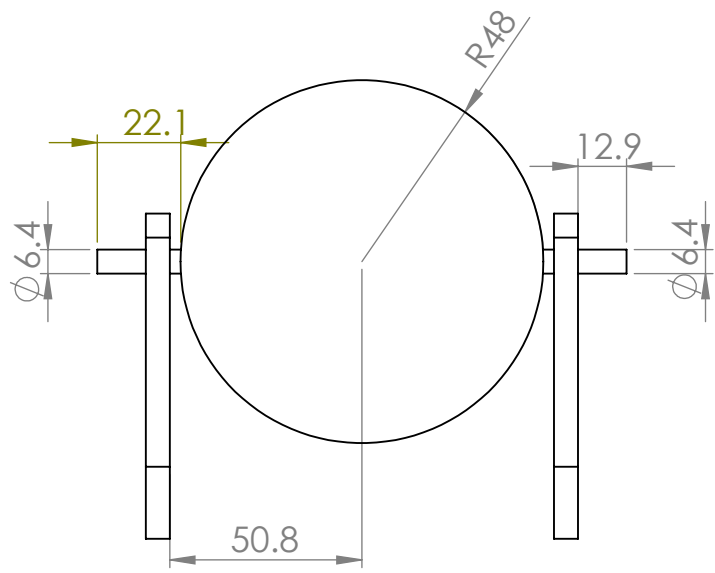
PESO:

ESCALA:1:2

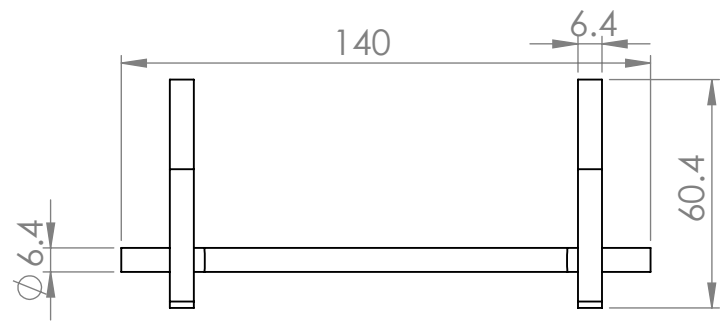
HOJA 1 DE 1



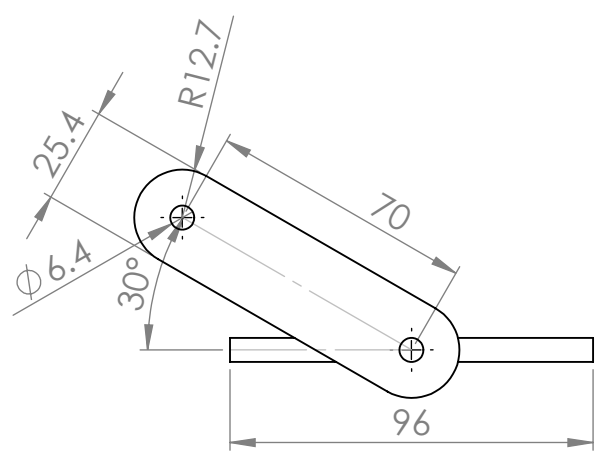
ISOMÉTRICO



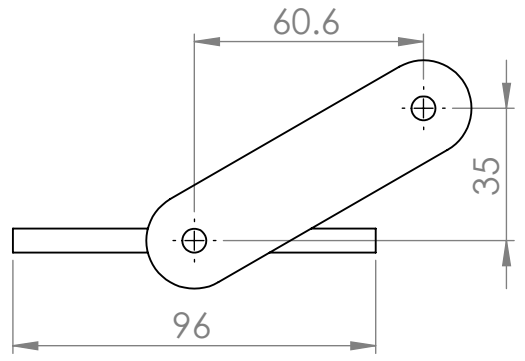
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA LATERAL IZQUIERDA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

COMPUERTA 150

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		28/07/12
VERIF.			
APROB.			

MATERIAL:  
LAMINA NEGRA CAL. 10  
SOLERA 1/8X1/2 PLG  
REDONDO 1/4PLG.

N.º DE DIBUJO

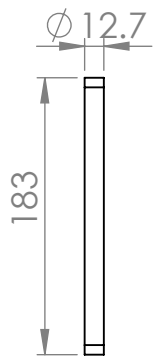
PC/SE-02

A4

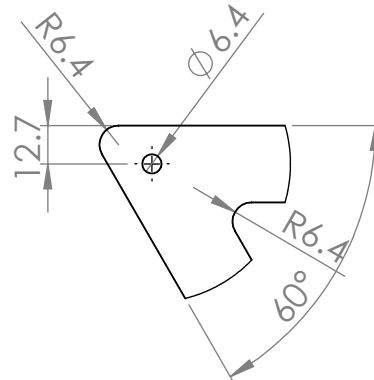
PESO:

ESCALA:1:2

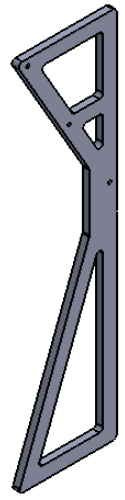
HOJA 1 DE 1



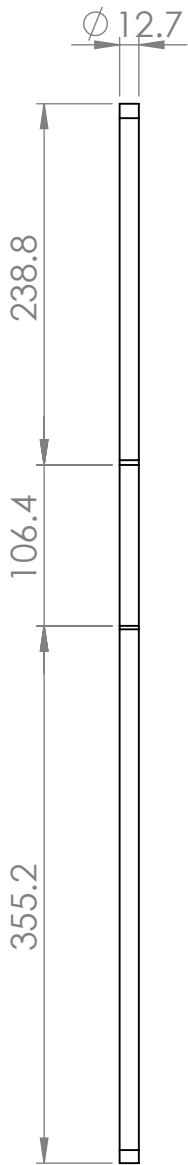
VISTA SUPERIOR



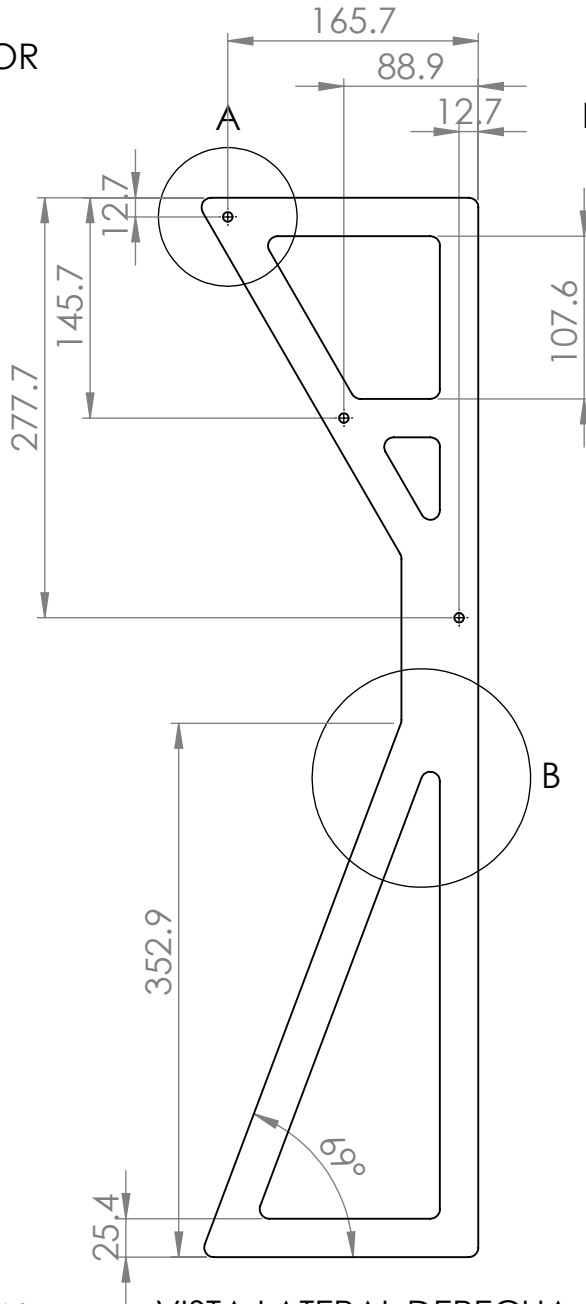
DETALLE A  
ESCALA 2 : 5



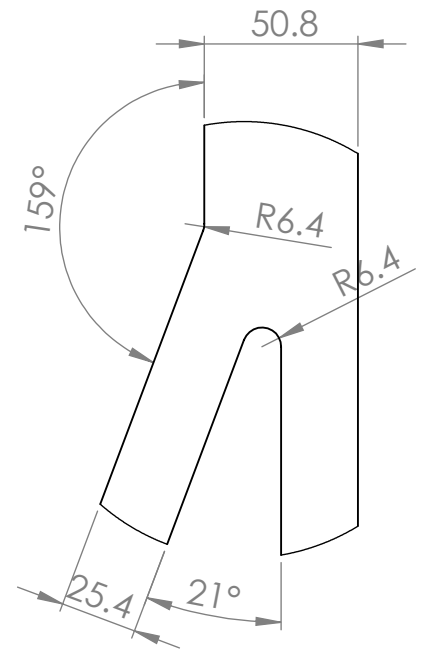
ISOMÉTRICO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



DETALLE B  
ESCALA 2 : 5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

SOPORTE 30

NOMBRE FIRMA FECHA

DIBUJ. ISAAC CRUZ 28/07/12

MATERIAL:  
TABLA DE MADERA  
MACIZA 1/2PLG.

N.º DE DIBUJO

PC/SE-03

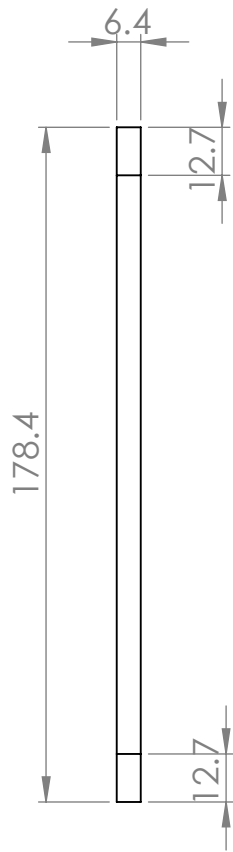
A4

VERIF. APROB.

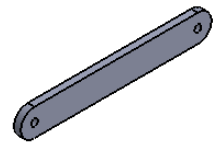
PESO:

ESCALA:1:5

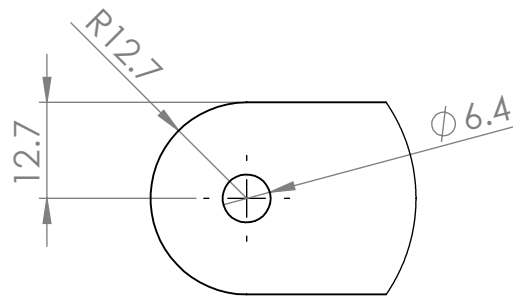
HOJA 1 DE 1



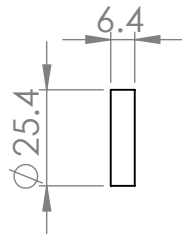
VISTA SUPERIOR



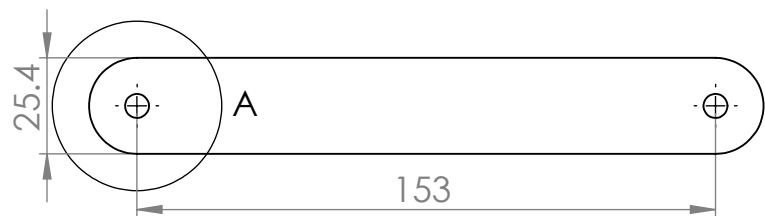
ISOMÉTRICO



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

TIRANTE 153

NOMBRE FIRMA FECHA

DIBUJ. ISAAC CRUZ 28/07/12

MATERIAL:  
SOLERA 1/8X1 PLG.

N.º DE DIBUJO

PC/SE-04

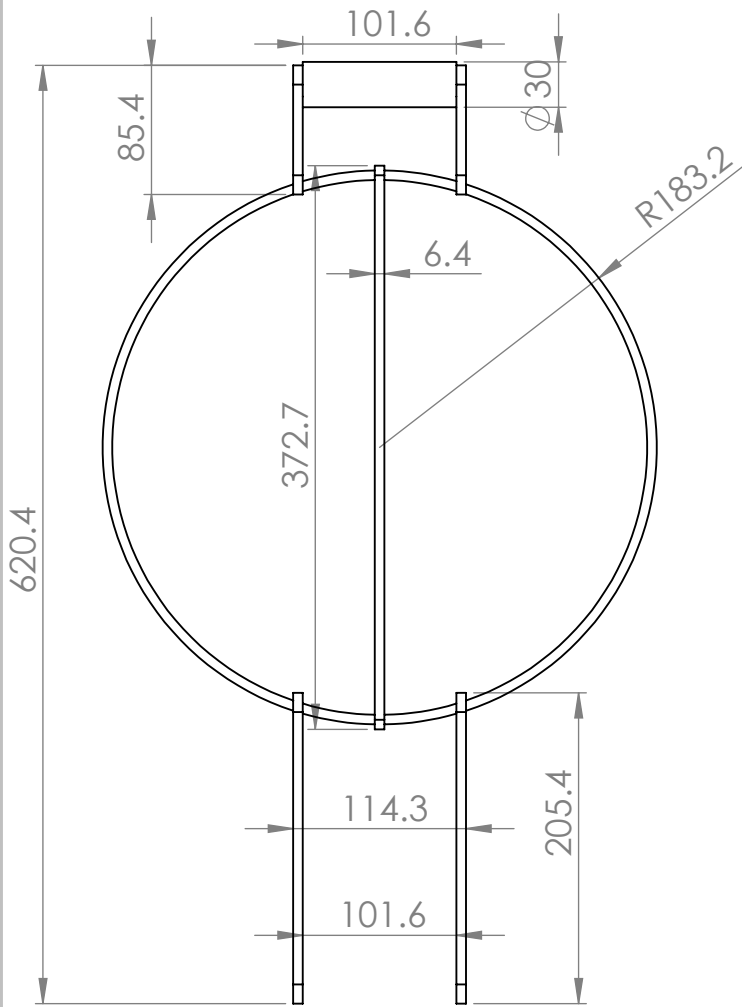
A4

VERIF. APROB.

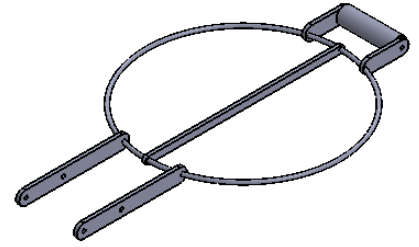
PESO:

ESCALA: 1:2

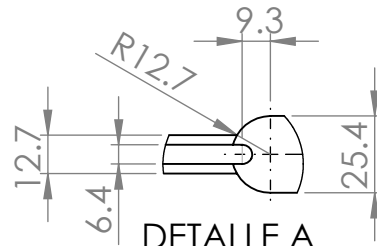
HOJA 1 DE 1



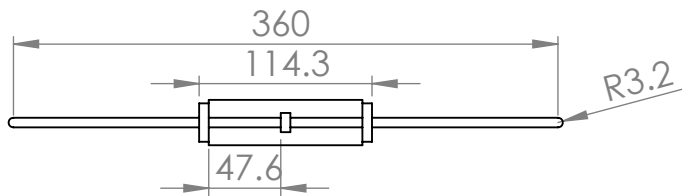
VISTA SUPERIOR



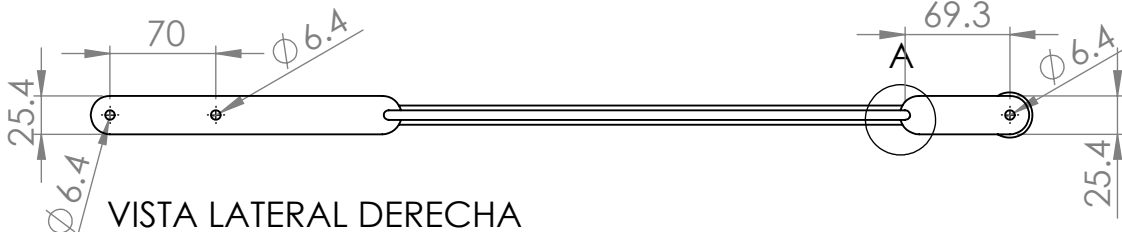
ISOMÉTRICO



DETALLE A  
ESCALA 2 : 5



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

TAPA 40

NOMBRE FIRMA FECHA

DIBUJ. ISAAC CRUZ 28/07/12

VERIF.

APROB.

MATERIAL:  
SOLERA 1/8X1 PLG.  
SOLERA 1/8X1/2 PLG.  
REDONDO 1/4 PLG.  
MADERA MACIZA

N.º DE DIBUJO

PC/SE-05

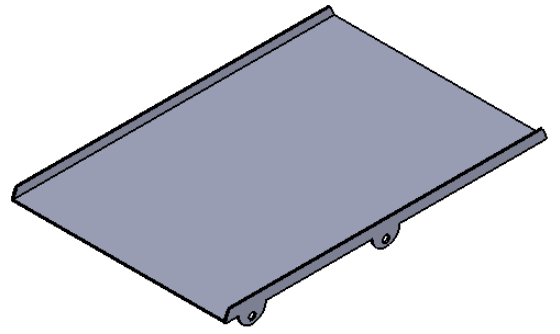
A4

PESO:

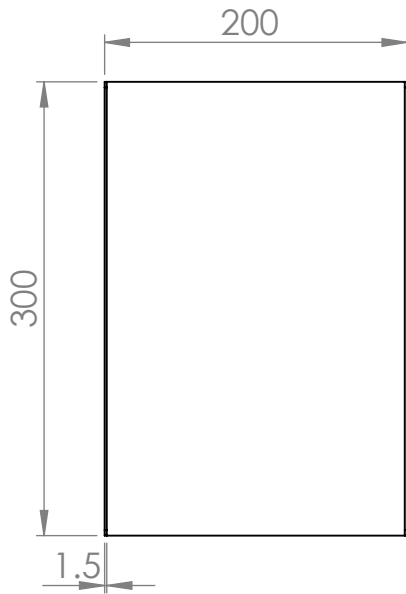
ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

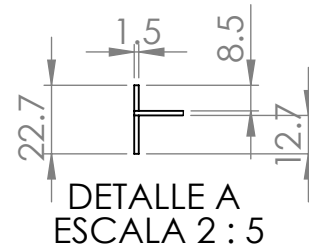




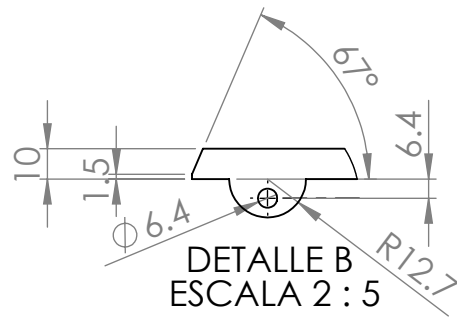
ISOMÉTRICO



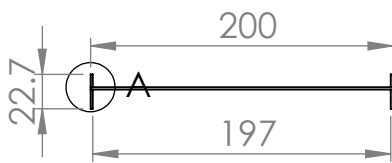
VISTA SUPERIOR



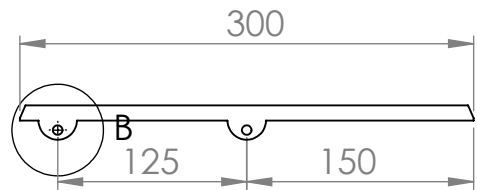
DETALLE A  
ESCALA 2 : 5



DETALLE B  
ESCALA 2 : 5



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

RAMPA

NOMBRE FIRMA FECHA

DIBUJ. ISAAC CRUZ 28/07/12

MATERIAL:  
LÁMINA NEGRA CAL.16

N.º DE DIBUJO

PC/SE-06

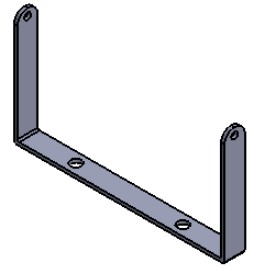
A4

VERIF. APROB.

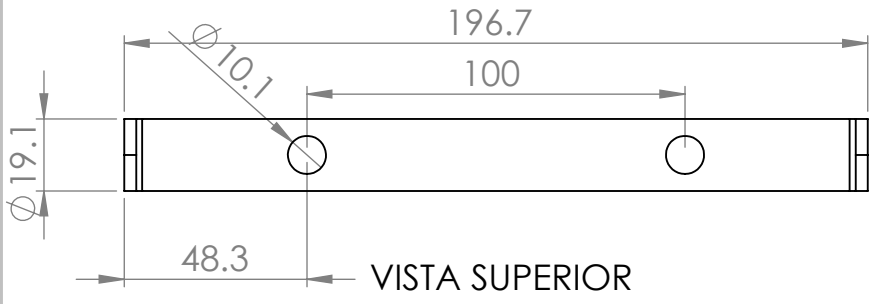
PESO:

ESCALA:1:5

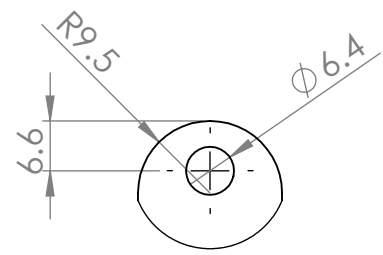
HOJA 1 DE 1



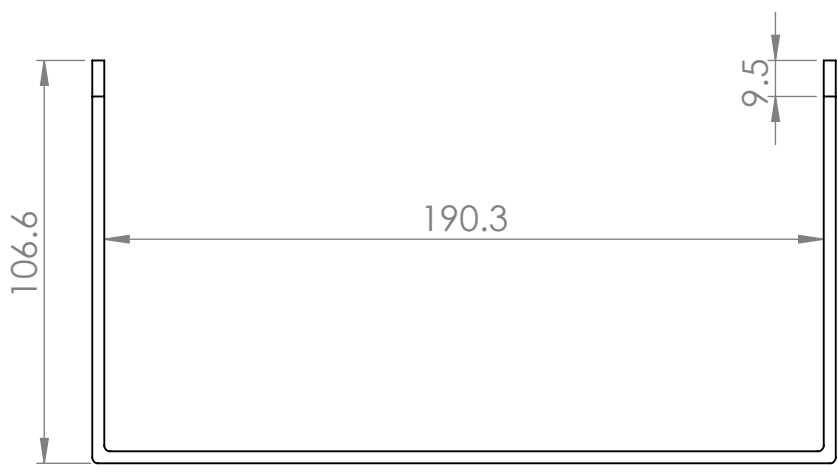
ISOMÉTRICO



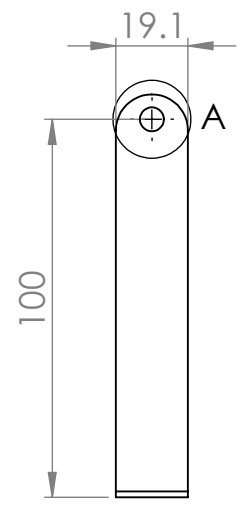
VISTA SUPERIOR



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL IZQUIERDA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

HORQUILLA

NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL:
DIBUJ. ISAAC CRUZ		28/07/12	SOLERA 1/8X1 PLG.
VERIF.			
APROB.			

N.º DE DIBUJO

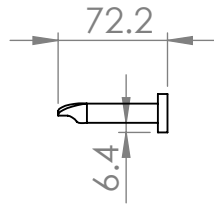
PC/SE-07

A4

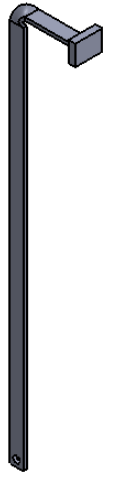
PESO:

ESCALA:1:2

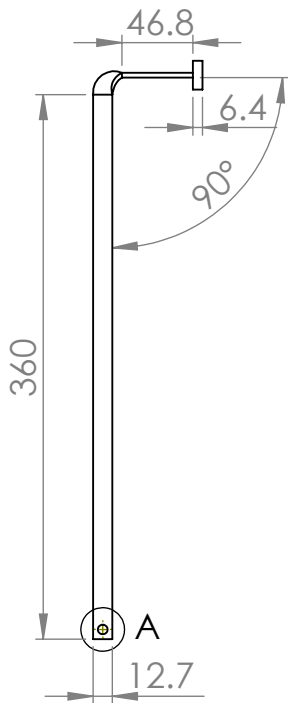
HOJA 1 DE 1



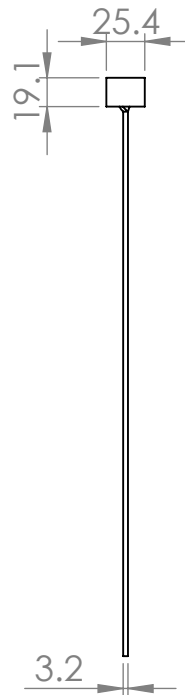
VISTA SUPERIOR



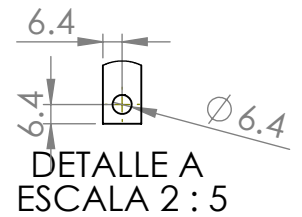
ISOMÉTRICO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

**TIRANTE VERTICAL**

NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL:
ISAAC CRUZ		28/07/12	SOLERA 1/8X1/2 PLG. MADERA MACIZA
VERIF.			
APROB.			
			PESO:

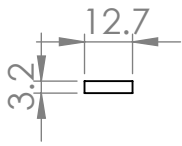
N.º DE DIBUJO

**PC/SE-08**

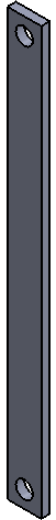
A4

ESCALA:1:5

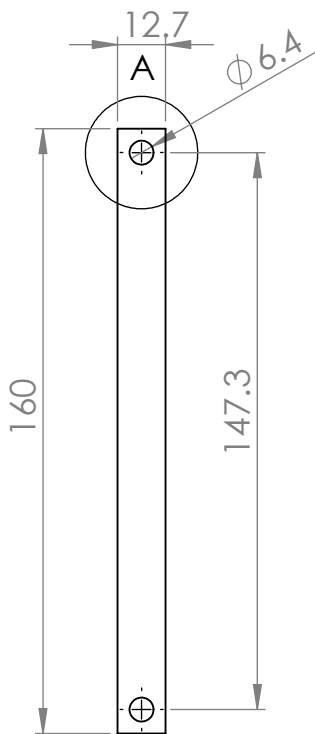
HOJA 1 DE 1



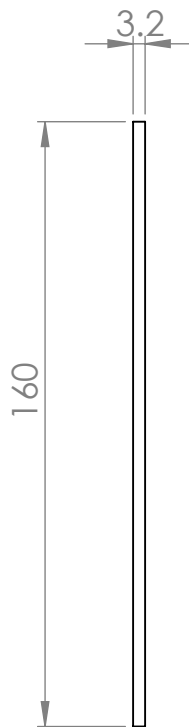
VISTA SUPERIOR



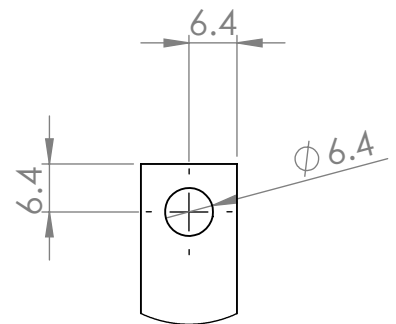
ISOMÉTRICO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

EXTENSION DE TIRANTE V.

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		01/08/12	MATERIAL: SOLERA 1/8X1/2PLG.
VERIF.				
APROB.				
				PESO:

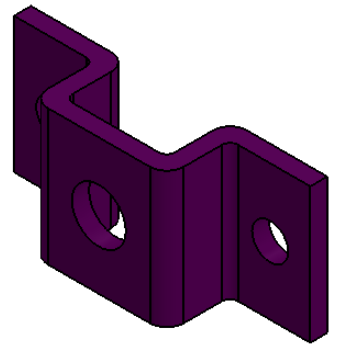
N.º DE DIBUJO

PC/SE-09

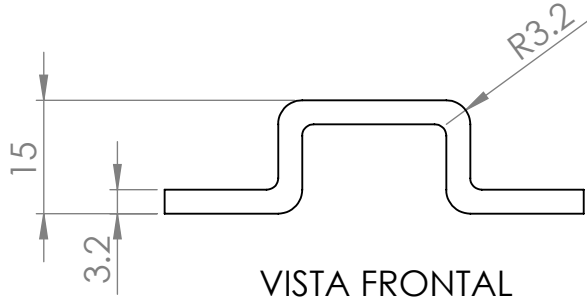
A4

ESCALA:1:5

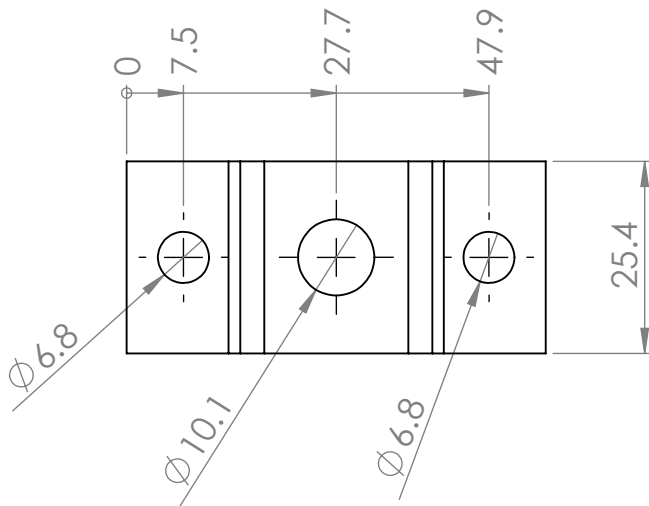
HOJA 1 DE 1



ISOMÉTRICO



VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

GRAPA\_1PLG

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		05/08/13	MATERIAL:  SOLERA 1"x1/8"
VERIF.				
APROB.				
				PESO:

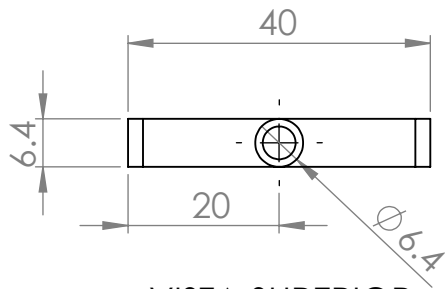
N.º DE DIBUJO

PC/SE-10

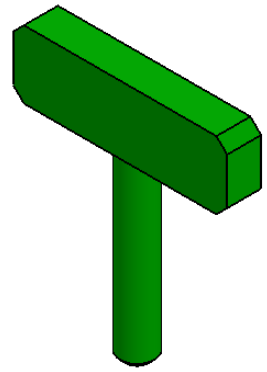
A4

ESCALA:1:1

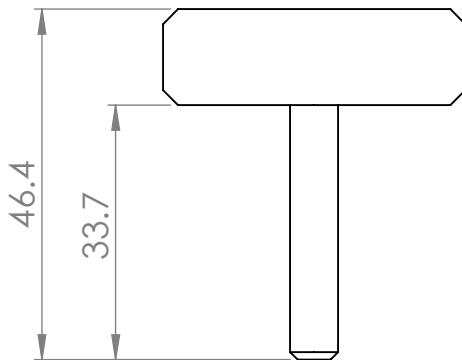
HOJA 1 DE 1



VISTA SUPERIOR



ISOMÉTRICO



VISTA FRONTAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

CONJUNTO SOLDADO

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

PRISIONERO

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		05/08/13
VERIF.			
APROB.			

MATERIAL:  
ESPÁRRAGO 1/4"  
SOLERA 1"x1/4"

N.º DE DIBUJO

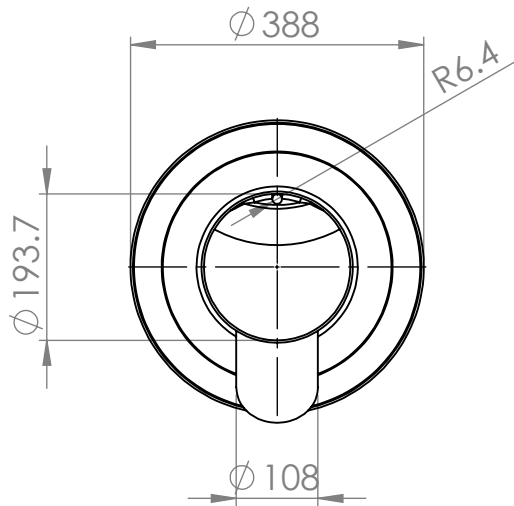
PC/SE-11

A4

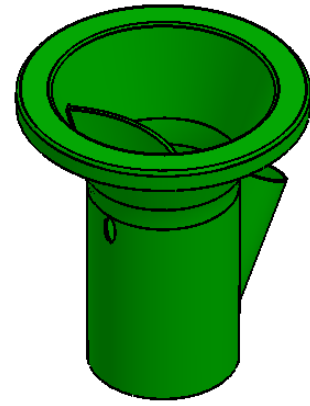
PESO:

ESCALA:1:1

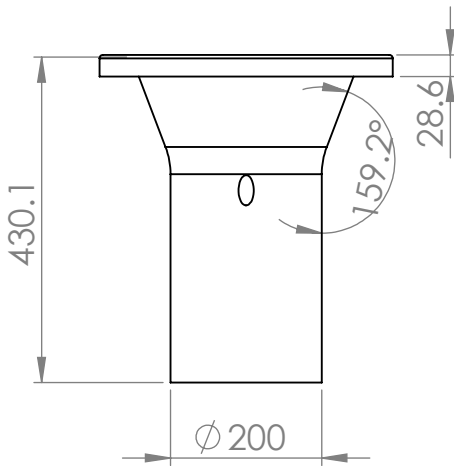
HOJA 1 DE 1



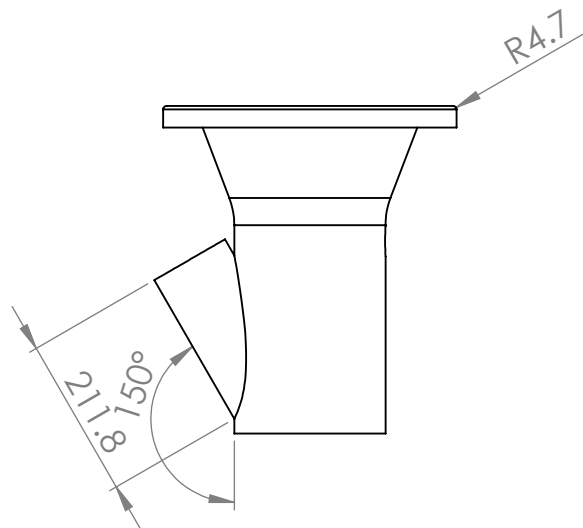
VISTA SUPERIOR



ISOMÉTRICO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL IZQUIERDA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

TAZA SEPARADORA

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		05/08/13	MATERIAL: RESINA FIBRA DE VIDRIO
VERIF.				
APROB.				
				PESO:

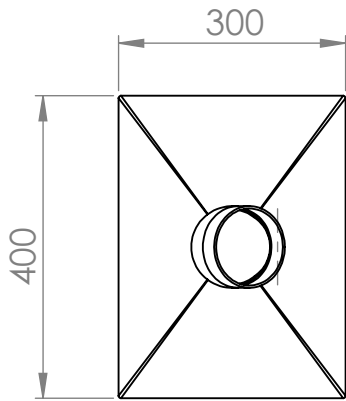
N.º DE DIBUJO

PC/SE-12

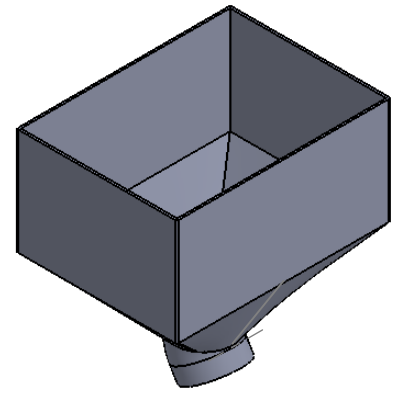
A4

ESCALA: 1:10

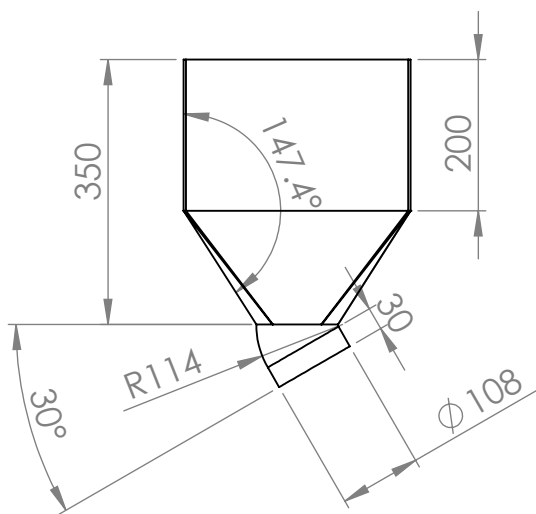
HOJA 1 DE 1



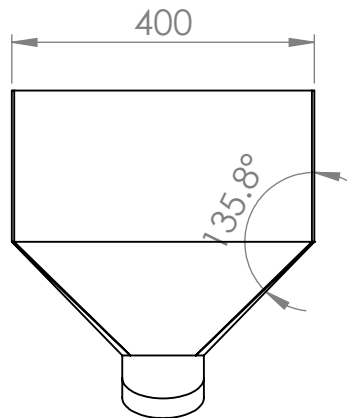
VISTA SUPERIOR



ISOMÉTRICO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL IZQUIERDA  
VISTA LATERAL IZQUIERDA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

TOLVA

NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL:
DIBUJ. ISAAC CRUZ		05/08/13	LÁMINA NEGRA 1/8"
VERIF.			
APROB.			

N.º DE DIBUJO

PC/SE-13

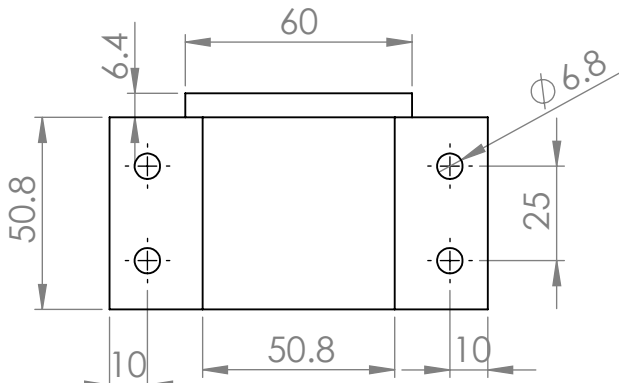
A4

PESO:

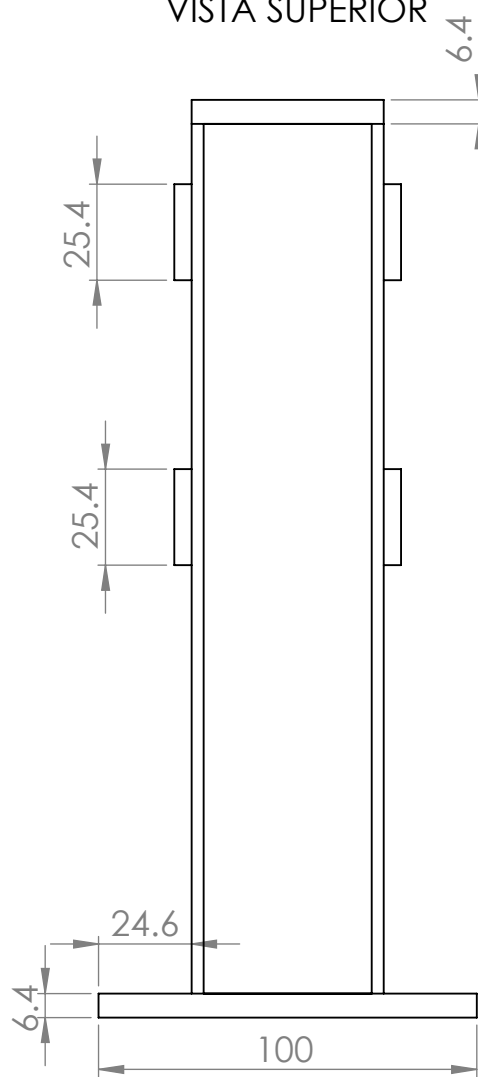
ESCALA: 1:10

HOJA 1 DE 1

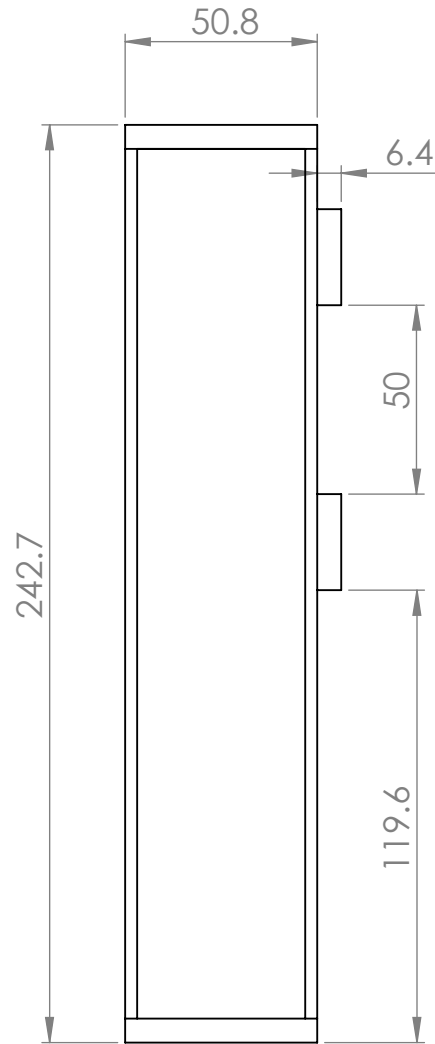




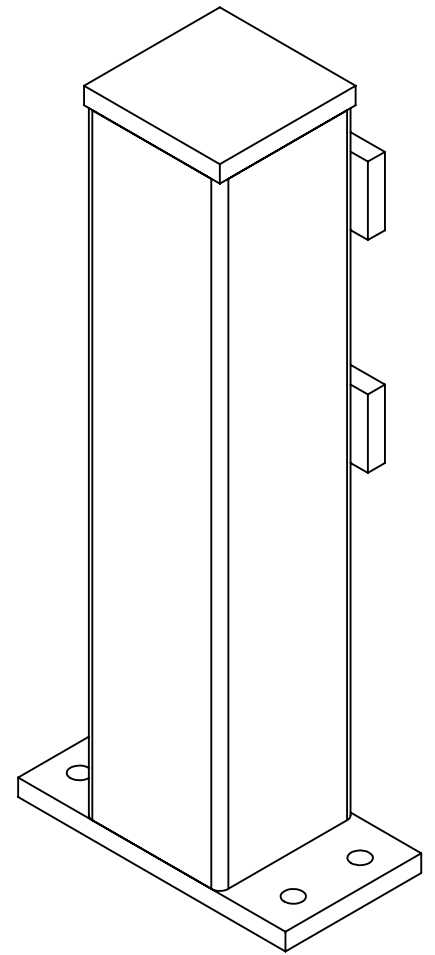
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



ISOMÉTRICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINDAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:  
CONJUNTO SOLDADO

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		05/08/13
VERIF.			
APROB.			

MATERIAL:  
SOLERA 2"x1/4"  
SOLERA 1"x1/4"  
PTR 2"x2"

N.º DE DIBUJO

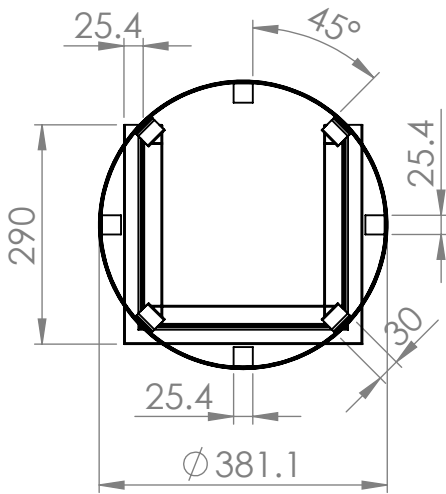
PC/SC-14

A4

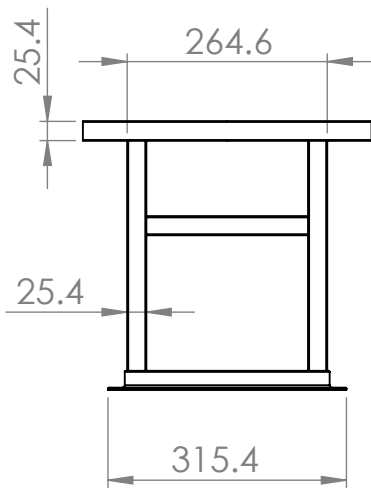
PESO:

ESCALA:1:2

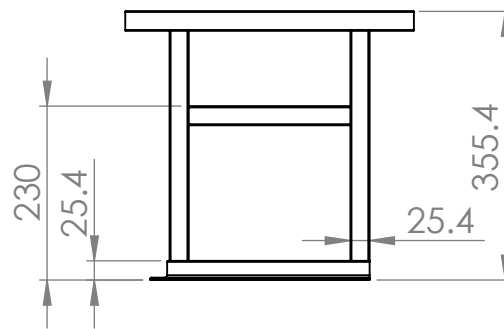
HOJA 1 DE 1



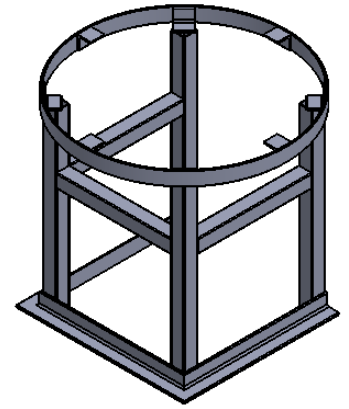
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA



ISOMÉTRICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:  
CONJUNTO SOLDADO

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

ESTRUCTURA TAZA

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		05/08/13
VERIF.			
APROB.			

MATERIAL:  
SOLERA 1"x1/8"  
P.I.R. 1"x1"  
ANGULO 1"x1"

N.º DE DIBUJO

PC/SE-15

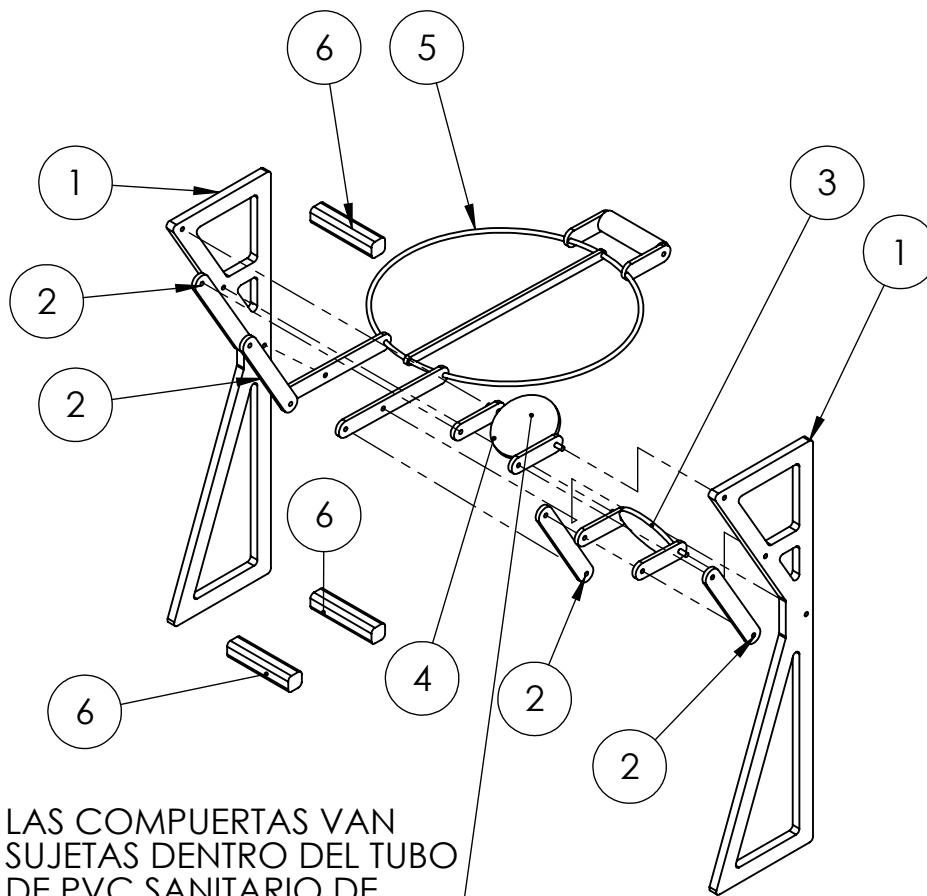
A4

PESO:

ESCALA: 1:10

HOJA 1 DE 1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	soporte_30g	Solera 1/8x1 plg.	2
2	tirante_153mm	Solera 1/8x1 plg.	4
3	compuerta_120	Lámina negra cal.10 y solera 1/8x1 plg.	1
4	compuerta_150	Lámina negra cal.10 y solera 1/8x1 plg.	1
5	tapa_40cm	Soleras 1/8x1/2 y x1 plg., redondo 3/8plg. y madera	1
6	Travesaño	Madera maciza 1"X1"	3



LAS COMPUERTAS VAN SUJETAS DENTRO DEL TUBO DE PVC SANITARIO DE 4PLG. DE DIAMETRO

TERMINADO EL ENSAMBLAJE SE DEBEN FIJAR LOS SOPORTES ENTRE SI Y CON LA ESTRUCTURA DEL SANITARIO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

EXPLOSIVO DE SISTEMA DE DESCARGA

NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL:
DIBUJ. ISAAC CRUZ		01/08/12	
VERIF.			
APROB.			

N.º DE DIBUJO

PE/SE-01

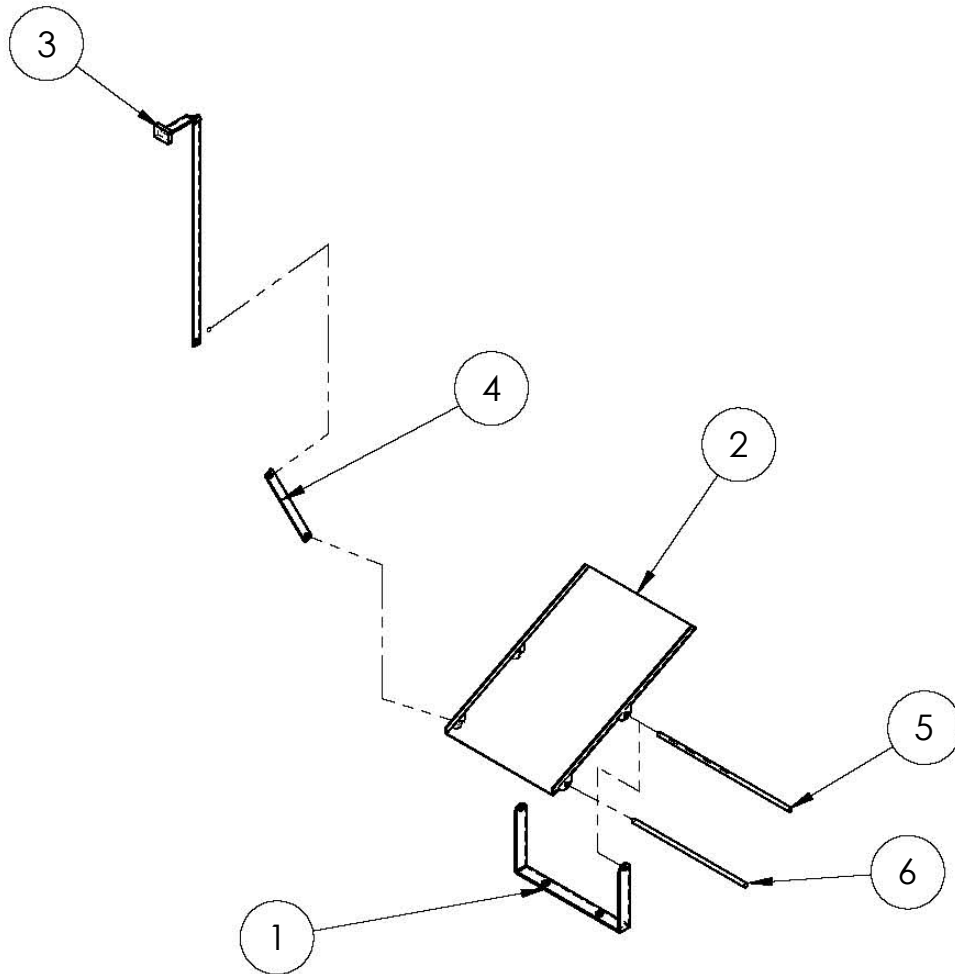
A4

PESO:

ESCALA:1:10

HOJA 1 DE 2

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	espuela	Solera 1/8x1/2plg.	1
2	resbaladilla	Lámina negra cal.16	1
3	jaladera	Solera 1/8x1/2plg. y madera maciza	1
4	jaladera_extns	Solera 1/8x1/2plg.	1
5	Perno	Redondo 1/4"	1
6	Perno	Redondo 1/4"	1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

EXPLOSIVO DE SISTEMA DE DESVÍO

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		31/07/12	MATERIAL:
VERIF.				
APROB.				
				PESO:

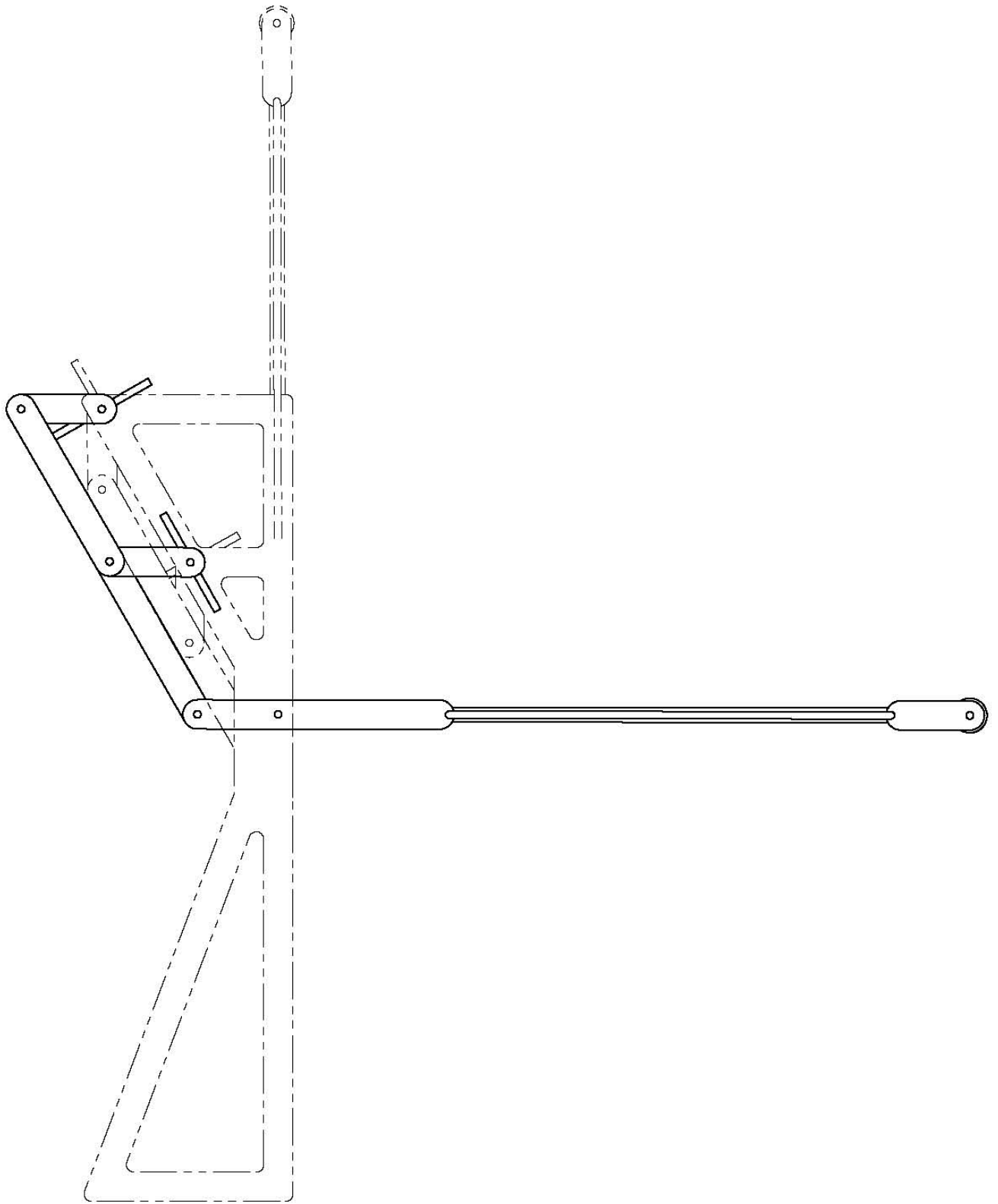
N.º DE DIBUJO

PE/SE-02

A4

ESCALA: 1:5

HOJA 1 DE 1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
 PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
 ACABADO SUPERFICIAL:  
 TOLERANCIAS:  
 LINEAL:  
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
 ROMPER ARISTAS  
 VIVAS

TÍTULO:

POSICIONES DEL SISTEMA  
 DE DESCARGA

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		
VERIF.			
APROB.			

PESO:

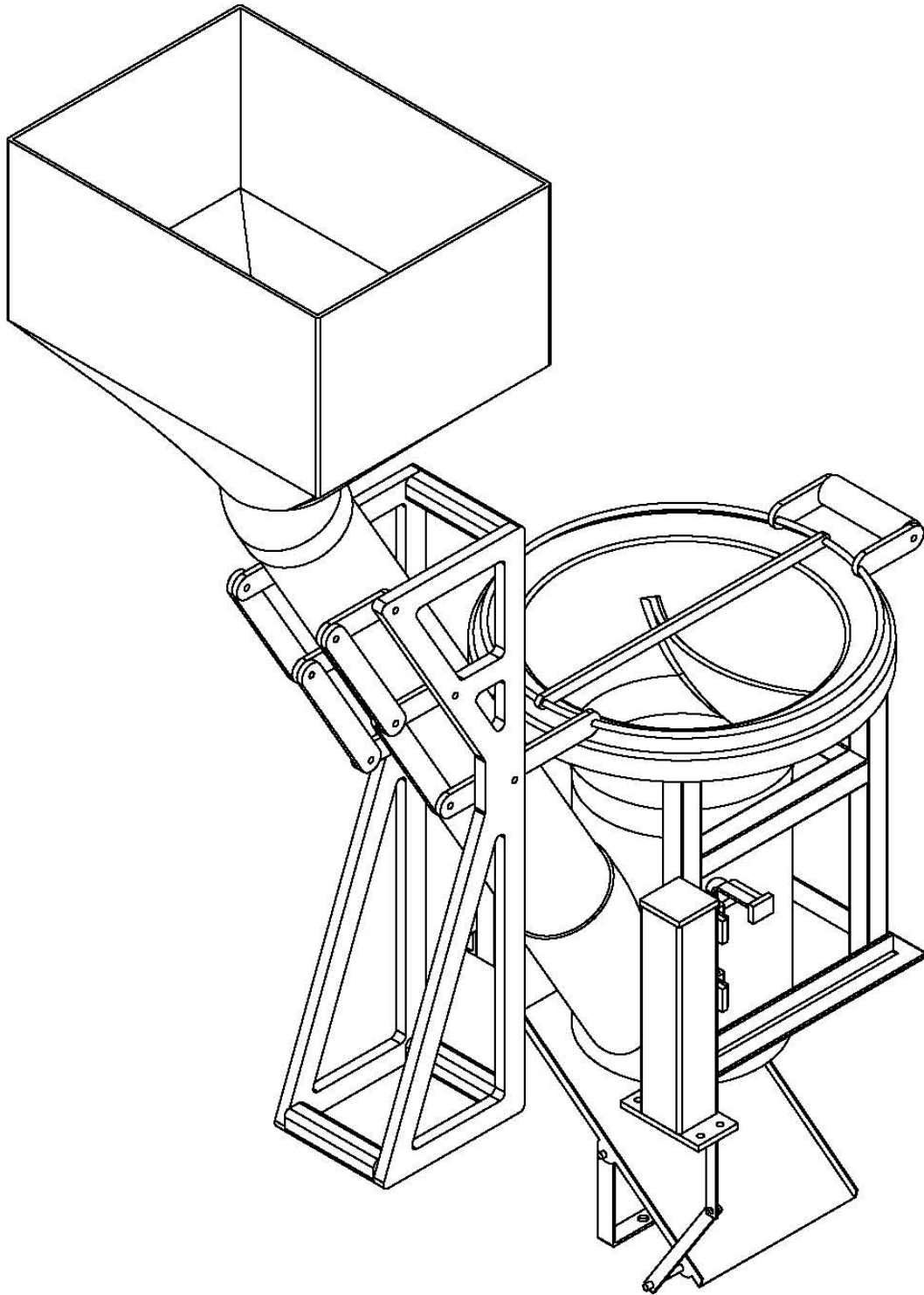
N.º DE DIBUJO

PE/SE-03

A4

ESCALA: 1:5

HOJA 2 DE 2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

DISEÑO DE SERVICIO SANITARIO ECOLÓGICO  
PARA COMUNIDADES MARGINADAS

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

TÍTULO:

**SISTEMA GENERAL**

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	ISAAC CRUZ		06/08/13	MATERIAL:
VERIF.				VARIOS
APROB.				
				PESO:

N.º DE DIBUJO

**PE/SE-04**

A4

ESCALA: N/A

HOJA 1 DE 1