

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN Y
CRECIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE BAÑOS SECOS EN LA
NUEVA RINCONADA, LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

RAÚL RAFAEL HUAMÁN TINCO






LIMA - PERÚ

2022

Document Information

Analyzed document	TSP 2022 HUAMÁN-RAÚL final.docx (D157426115)
Submitted	2023-01-31 04:21:00
Submitted by	Rosa Maria Miglio Toledo
Submitter email	rmiglio@lamolina.edu.pe
Similarity	10%
Analysis address	rmiglio.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / Proyecto TSP-Huamán Raúl (1).docx Document Proyecto TSP-Huamán Raúl (1).docx (D142286527) Submitted by: kcavalcanti@lamolina.edu.pe Receiver: kcavalcanti.unalm@analysis.arkund.com	 19
SA	12153-Gonzales Sánchez, Percy Esteban.pdf Document 12153-Gonzales Sánchez, Percy Esteban.pdf (D40678373)	 1
SA	FINAL_PROYECTO DE TESIS 2_PerezChuquilin CortezCerquin.docx Document FINAL_PROYECTO DE TESIS 2_PerezChuquilin CortezCerquin.docx (D141919160)	 2
W	URL: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4727 Fetched: 2023-01-31 04:22:00	 1
W	URL: https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/materiales-de-construccion/c... Fetched: 2022-08-04 05:14:55	 2

Entire Document

100% **MATCHING BLOCK 1/25** **SA** Proyecto TSP-Huamán Raúl (1).docx (D142286527)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA "ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN Y CRECIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE BAÑOS SECOS EN LA NUEVA RINCONADA, LIMA" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA RAÚL RAFAEL HUAMÁN TINCO LIMA - PERÚ 2022

I.

88% **MATCHING BLOCK 9/25** **SA** Proyecto TSP-Huamán Raúl (1).docx (D142286527)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA "ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN Y CRECIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE BAÑOS SECOS EN LA NUEVA RINCONADA, LIMA" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE: INGENIERO AGRÍCOLA Presentado por: RAÚL RAFAEL HUAMÁN TINCO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

..... Dr. José Luis Calle Maraví Arq. Taicia Helena
Negrin Marques Presidente Miembro

..... Mg. Sc. Kenyi Glicerio Cavalcanti Cárdenas
Mg. Sc. Rosa María Miglio Toledo Miembro Asesora

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN Y
CRECIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE BAÑOS SECOS EN LA
NUEVA RINCONADA, LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

RAÚL RAFAEL HUAMÁN TINCO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. José Luis Calle Maraví
Presidente

Mg. Sc. Rosa María Miglio Toledo
Asesora

Mg. Sc. Kenyi Glicerio Cavalcanti Cárdenas
Miembro

Arq. Taicia Helena Negrin Marques
Miembro

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres Borja y Celedonia, por su apoyo y motivación en todas las etapas de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mi hermano Luis por ser un ejemplo para mí y brindarme su ayuda siempre que la necesité, a mis hermanos Yoel y Doris que me ayudan y motivan para seguir adelante.

A la ingeniera Rosa María Miglio Toledo, por los conocimientos brindados durante mi etapa universitaria y en el desarrollo de este trabajo.

Al Programa de Educación Básica Laboral La Inmaculada (PEBAL La Inmaculada), por la oportunidad brindada para ser parte del equipo técnico y contribuir con el desarrollo de la institución y comunidades de la Nueva Rinconada.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. BAÑO SECO DE DOBLE CÁMARA CON ECO-SANITARIO	3
2.2. BAÑO SECO MODELO DRYMIX TOILET	8
2.3. LETRINAS SECA	11
2.4. LETRINA CON ARRASTRE HIDRAULICO.....	12
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	14
3.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	14
3.1.1. Ubicación del proyecto	14
3.1.2. Población	15
3.1.3. Características climáticas.....	15
3.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE SANEAMIENTO DE LAS FAMILIAS DE LA NUEVA RINCONADA	15
3.2.1. Vivienda típica en el asentamiento humano de la Nueva Rinconada	17
3.3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO IMPLEMENTADOS EN EL SECTOR DE LA NUEVA RINCONADA.....	19
3.4. ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE BAÑOS SECOS ...	21
3.4.1. Proceso de implementación de un baño seco de doble cámara con eco- sanitario.....	21
3.4.2. Proceso de implementación de un baño seco modelo DryMix Toilet	26
3.4.3. Análisis del proceso de implementación entre los 2 modelos	31
3.5. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DEL BAÑO DE LOS MODELOS DE DOBLE CÁMARA ECO-SANITARIO Y DRYMIX TOILET	32
3.5.1. Presupuesto para la implementación de un baño seco modelo doble cámara eco-sanitario.....	32

3.5.2. Diseño de un cuarto de baño seco modelo doble cámara eco-sanitario.....	33
3.5.3. Presupuesto para la implementación de un baño seco modelo DryMix Toilet	35
3.5.4. Diseño de un cuarto de baño seco modelo DryMix Toilet	35
3.6. PROCESO DE OPERACIÓN Y CRECIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE BAÑOS SECOS EN EL SECTOR DE LA NUEVA RINCONADA.....	37
3.6.1. Manuales de operación y mantenimiento de los baños secos.....	37
3.6.2. Línea de tiempo del crecimiento de la tecnología	42
3.7. ESTRATEGIAS APLICADAS PARA LA ACEPTACIÓN LA DE LA TECNOLOGÍA	44
3.8. FUNCIONES DESEMPEÑADAS EN EL PROYECTO	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. RECOMENDACIONES.....	50
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
VIII. ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de habitaciones	15
Tabla 2: Presupuesto de un baño seco modelo doble cámara con eco-sanitario	32
Tabla 3: Presupuesto de una caseta de triplay, techo de calamina y puerta de triplay	33
Tabla 4: Presupuesto para implementar un baño seco modelo DryMix Toilet	35
Tabla 5: Presupuesto valorizado de una caseta de triplay y techo de calamina	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Taza separadora de orina y heces.....	4
Figura 2: A la izquierda el urinario para varones	4
Figura 3: Lavatorio de baño seco	5
Figura 3: Cámaras de baño seco de doble cámara.....	5
Figura 5: Compuertas de concreto de las cámaras de deshidratación selladas.....	6
Figura 6: Tuberías de ventilación instalada	7
Figura 7: Cuarto de baño seco con paredes de ladrillo y techo de calamina.....	7
Figura 8: Inodoro de fibra de vidrio	8
Figura 9: Tubo de ventilación de PVC de 4” conectado al inodoro DryMix Toilet.....	9
Figura 10: Urinario seco para varones.....	9
Figura 11: Lavadero de fibra de vidrio	10
Figura 12: Poza de ducha del baño seco modelo DryMix Toilet	10
Figura 13: Componentes de una letrina de hoyo seco	11
Figura 14: Diseños de una de letrina de arrastre hidráulico	12
Figura 14: Ubicación aproximada de La Nueva Rinconada, Pamplona Alta, distrito de San Juan de Miraflores, Lima, Perú	14
Figura 16: Foto tomada desde las partes altas de la Nueva Rinconada.....	16
Figura 17: Vivienda con paredes de machihembrado	17
Figura 18: Vivienda con techo de calamina	17
Figura 19: Vivienda con piso pulido	18
Figura 20: Visita técnica a las familias en el 2012.....	22
Figura 21: Dimensiones de las cámaras de deshidratación	23
Figura 22: Bordes de la compuerta.....	24
Figura 23: Dimensiones de la cobertura de deshidratación.....	24
Figura 24: Elevación del piso y la banca del baño	24
Figura 25: Taller educativo en uso y mantenimiento del baño seco	25
Figura 26: Visita técnica para la ubicación del baño y de la zona de infiltración de aguas grises.....	27
Figura 27: Entrega de inodoro y los materiales de construcción.....	27
Figura 28: Plataforma del baño seco	28
Figura 29: Pozo de infiltración de aguas grises y orina.....	29

Figura 30: Baño seco modelo DryMix Culminado	29
Figura 31: Taller de uso y mantenimiento del baño seco DryMix Toilet.....	30
Figura 32: Familia usuaria reporta que el contenedor de estabilización se encontraba con agua.....	31
Figura 33: Diseño del cuarto de baño del modelo de doble cámara con eco-sanitario	34
Figura 34: Diseño de cuarto de baño seco DryMix Toilet	36
Figura 35: El Niño agrega material secante (aserrín) después de ocupar el baño seco	37
Figura 36: Descarga de la primera carga luego de un año de reposo	39
Figura 37: El sentado correcto en el inodoro asegura la separación orina y heces	40
Figura 38: Producto final del baño seco DryMix Toilet.....	41
Figura 39: Descarga del contenedor de mixtura	41
Figura 40: Línea de tiempo del crecimiento de la tecnología de baños secos en la Nueva Rinconada, distrito de San Juan de Miraflores, región Lima.	43
Figura 41: Taller de en asamblea publica para la identificación de familias.	45

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Presupuesto de un baño seco modelo doble cámara eco-sanitario	54
Anexo 2: Presupuesto de un baño seco modelo DryMix Toilet	55
Anexo 3: Presupuesto de un baño seco modelo DryMix Toilet	56
Anexo 4: Presupuesto valorizado de un cuarto de baño seco de pared triplay, techo calamina y puerta de triplay.....	57
Anexo 5: Ficha de guía de uso del baño seco modelo DryMix Toilet	58
Anexo 6: Ficha de guía de mantenimiento del baño seco modelo DryMix Toilet	59
Anexo 7: Formato del acta de compromiso de las familias que fueron parte del proyecto de baños secos	60
Anexo 8: Ficha de evaluación para la ubicación del baño seco.	61
Anexo 9: Ficha de seguimiento y monitoreo de baños secos	62
Anexo 10: Plano Estructural del baño seco modelo de doble cámara eco-sanitario	63
Anexo 11: Cartilla de construcción de baño seco de doble cámara con eco-sanitario.....	64

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el sector de la Nueva Rinconada, distrito de San Juan de Miraflores, región Lima. Fue ocupada desde el 2000 sin una planificación urbana y en la actualidad alberga una población de aproximadamente 11000 familias que no cuentan con los servicios de agua y alcantarillado. Es por ello, que muchas familias optaron por la autoconstrucción de letrinas y silos que a la fecha están por llenarse y no se cuenta con más espacios para realizar más hoyos en sus terrenos. Adicional a ello, el mal mantenimiento de las mismas ha generado un foco infeccioso en sus viviendas. Ante esta problemática el Programa de educación Básica Laboral La Inmaculada (PEBAL La Inmaculada), ejecutó desde el 2010 hasta el 2020 la implementación de 229 baños secos de los modelos de doble cámara eco-sanitario y el DryMix Toilet. El presente estudio realizó un análisis del proceso de implementación, operación y crecimiento de la tecnología de baños secos. Para ello, primero se describieron los procesos de implementación para cada modelo de baño seco. Segundo, se analizaron los puntos críticos en la implementación de ambos modelos. Tercero, se enlistaron las estrategias aplicadas para superar los puntos críticos de la implementación. También se detalló la operación y mantenimiento de cada modelo y como se fue desarrollando esta tecnología en los 10 años de seguimiento. Se concluye que el modelo de doble cámara es una alternativa adecuada para la disposición segura de las heces. Sin embargo, no puede ser aplicados para todas las familias de la zona por su situación económica, ya que los baños secos implementados en este proyecto fueron subvencionados; de terreno por presentar zonas con suelos poco permeables para la infiltración de aguas grises y de planificación de las viviendas porque tienen un limitado espacio libre para la implementación.

Palabras clave: Baño seco, implementación, letrina, doble cámara eco-sanitario, DryMix Toilet.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the sector of Nueva Rinconada, district of San Juan de Miraflores, Lima region. It was occupied since 2000 without urban planning and currently houses a population of approximately 11,000 families who do not have water and sewage services. As a result, many families have opted for self-construction of latrines and silos, which are currently being filled and there is no more space to dig more holes in their land. In addition, poor maintenance of the latrines and silos has generated an infectious focus in their homes. Faced with this problem, the Programa de educación Básica Laboral La Inmaculada (PEBAL La Inmaculada), executed from 2010 to 2020 the implementation of 229 dry toilets of the eco-sanitary double chamber models and the DryMix Toilet. The present study conducted an analysis of the process of implementation, operation and growth of the dry toilet technology. To do so, first, the implementation processes for each dry toilet model were described. Second, the critical points in the implementation of both models were analyzed. Third, the strategies applied to overcome the critical points of the implementation were listed. The operation and maintenance of each model and how this technology was developed during the 10 years of follow-up were also detailed. It is concluded that the double chamber model is an adequate alternative for the safe disposal of feces. However, it cannot be applied to all the families in the area because of their economic situation, since the dry toilets implemented in this project were subsidized; because the land has areas with poorly permeable soils for the infiltration of gray water; and because the planning of the houses has limited free space for implementation.

Keywords: Dry toilet, implementation, latrine, double chamber eco-sanitation, DryMix Toilet.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMÁTICA

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU-Agua,2021), el avance mundial para alcanzar la meta 6.2 (lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos) de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es solo del 45%. Se menciona además que, para lograr la meta para el 2030, se debería multiplicar por 4 el ritmo de progreso. Según INEI (Romero, 2020, p. 47), el Perú tiene un avance del 82.7 % en el cumplimiento de la meta 6.2; el 74.9 % de la población nacional cuenta con una red de alcantarillado y el 25,1% utiliza otras formas de eliminación de excretas como letrinas, tanque séptico, entre otros. De este último porcentaje, el 7.2% no cuenta con ningún sistema sanitario, lo cual pone en riesgo la salud de la población y la contaminación de su medio.

En el Perú, actualmente se implementan proyectos de saneamiento sostenible para cubrir las necesidades de eliminación higiénica de excretas. Un ejemplo es el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), que entre sus propuestas de sistemas de saneamiento in situ utiliza baños secos (unidad básica de saneamiento UBS de compostaje de doble cámara), como alternativa digna para la calidad de vida de las familias usuarias (DIACONÍA,2017). Según el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES) (Gallo y Sato, 2020), el sector de La Nueva Rinconada en el distrito de San Juan de Miraflores, región Lima, es una zona formada por aproximadamente 144 asentamientos humanos. La zona ha sido ocupada desde el 2000, sin una planificación urbana y hasta la actualidad no ha sido posible el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado convencional.

Ante esta situación, las familias de esta zona, han usado letrinas autoconstruidas o silos, las cuales, con el paso de los años, se han colmatado y presentan problemas en uso y mantenimiento, originando malos olores, insectos y roedores; convirtiéndose en focos infecciosos dentro de la vivienda. En el 2010, diferentes centros sociales, organismos no gubernamentales (ONG's), clubes y empresas privadas iniciaron la instalación de unidades

piloto con tecnologías de saneamiento sostenibles, entre ellas el baño seco, el cual fue aceptado debido a su sencilla construcción, bajo costo y fácil disponibilidad de materiales.

Una de las ONG's, fue el Programa de Educación Básica Laboral La Inmaculada (PEBAL La Inmaculada). La organización es una de las obras de la compañía de Jesús (Jesuitas), fundada en el 1978 con la misión de “ejecutar proyectos sociales sostenibles para el desarrollo de la comunidad, especialmente en servicios de educación, salud, alimentación y protección social” (PEBAL La Inmaculada, s.f.). PEBAL implementó los primeros baños secos en el 2010. A partir del 2017 hasta el 2020 el equipo técnico de PEBAL instaló 180 baños secos en la Nueva Rinconada y procedió a realizar el monitoreo de los sistemas instalados con anterioridad.

Este tipo de tecnología contribuye a la prevención de enfermedades, ahorra agua, cuida el ambiente y brinda bienestar a las familias porque promueve el aseo y cuidado personal. Después de 10 años de su instalación, esta investigación presenta un análisis del proceso de la implementación, operación y crecimiento de los baños secos en el sector de la Nueva Rinconada.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Analizar el proceso de implementación, operación y crecimiento de la tecnología de baños secos en el sector de Nueva Rinconada, Pamplona Alta, San Juan de Miraflores, Lima, Perú.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar las alternativas de saneamiento implementadas en el sector Nueva Rinconada.
- Analizar la experiencia de implementación de baños secos en el sector Nueva Rinconada.
- Describir el proceso de operación y crecimiento de la tecnología de baños secos en el Sector de Nueva rinconada y las estrategias aplicadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BAÑO SECO DE DOBLE CÁMARA CON ECO-SANITARIO

Esta tecnología no requiere agua para su funcionamiento, se basa en un principio de deshidratación para lo cual se debe añadir un material secante que absorba la humedad de las heces; el material secante puede ser aserrín, ceniza, cáscara de arroz, entre otros. Usa una taza separadora que desvía la orina para que no se mezcle con las heces, así se garantiza que estas se deshidraten con el material secante evitando el mal olor. La unidad clásica está compuesta por 2 cámaras de deshidratación que se elevan sobre el suelo y se usan de manera alterna conforme se llenan. Una cámara de 500 litros de capacidad es recomendada para una familia promedio con 5 miembros (Miglio y Spittler, s.f.). La orina es infiltrada al suelo mediante una pequeña zanja de infiltración que tienen grava en su interior y facilita la infiltración. El producto al final del tratamiento convenientemente higienizado, puede usarse como un mejorador de suelo. A continuación, se describen los componentes del baño seco de doble cámara:

a. La taza separadora

La taza separadora puede ser fabricada en fibra de vidrio o en material cerámico. Permite la separación de orina y heces como se puede observar en la Figura 1; tiene unas dimensiones de 0.32 por 0.385 m. Cada 12 meses cuando se cambie de cámara de deshidratación esta cambiara su posición, por ello solo se encuentra superpuesta sobre las cámaras para su fácil traslado.



Figura 1: Taza separadora de orina y heces

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2012.

b. Urinario

Es un urinario seco que puede ser fabricado en fibra de vidrio o en material cerámico. Se instala para facilitar el uso del personal masculino (ver Figura 2); la tubería que recolecta la orina se conecta con la tubería que recoge la orina del baño seco, para su posterior infiltración al suelo mediante un zanja o pozo de infiltración; o si es requerida para su uso diluido como fertilizante en cultivos de tallo alto.



Figura 2: A la izquierda el urinario para varones

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2012.

c. Lavatorio

El lavatorio es fabricado en fibra de vidrio o en cerámica y puede encontrarse instalado al interior del baño o fuera del mismo. Es indispensable su colocación para

asegurar la limpieza de manos después del uso del inodoro.



Figura 3: Lavatorio de baño seco

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2011.

d. Cámaras de deshidratación

Las cámaras de deshidratación tienen una altura mínima de 0.80 m y 0.76 x 0.78 m de ancho y largo. Las cámaras se usan de manera alterna, para una familia de 5 miembros se llena aproximadamente en un año, es en ese momento que se cambia a la cámara alterna trasladando la taza separadora. El material de la primera cámara reposará por un año mientras la segunda cámara se viene utilizando. Al finalizar el segundo año se deberá descargar la primera cámara para dar inicio a un nuevo ciclo de uso. En la Figura 4 se muestran las cámaras de un baño seco de doble cámara.

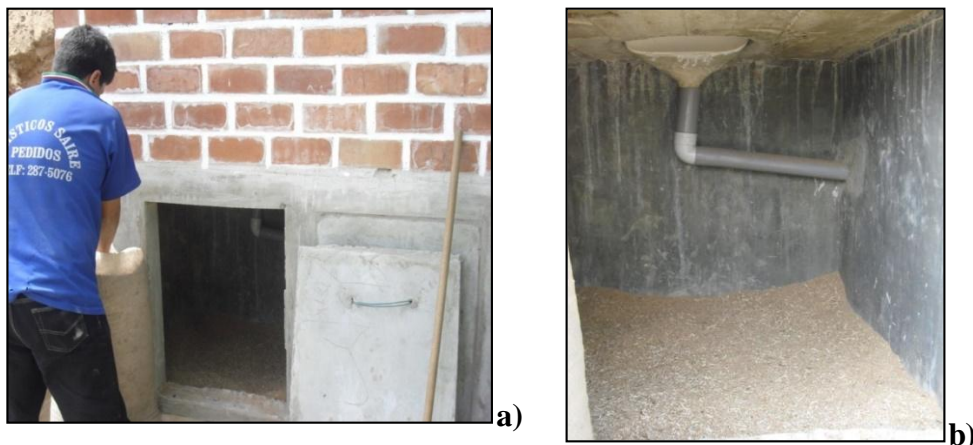


Figura 4: Cámaras de baño seco de doble cámara

Nota. a) Cámaras de deshidratación de baño seco de doble cámara eco-sanitario. b) Cámara lista para ser usada, con aserrín en su base. Se observa el tubo de desvío de la orina y el orificio de caída de las heces.

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2011.

e. Compuerta de la cámara de deshidratación

La compuerta de la cámara es de cemento con un ancho y largo de 0.80 por 0.54 m, se ubican en la parte externa del baño seco y sirven para impermeabilizar las cámaras de deshidratación y solo serán retiradas cuando se realice la descarga de las cámaras. Generalmente esta operación se realiza una vez al año en baños de doble cámara (Ver Figura 5).



Figura 5: Compuertas de concreto de las cámaras de deshidratación selladas

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2014.

f. Tubo de ventilación

La tubería de ventilación está conformada por tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro 3 m de altura; estas son colocadas en cada cámara de deshidratación. Permite la evacuación de los olores y la humedad de las cámaras. Para un correcto funcionamiento debe estar 0.3 m dentro de las cámaras y para evitar el ingreso de insectos se coloca en su extremo externo una Tee con malla mosquitera (Ver figura 6).



Figura 6: Tuberías de ventilación instalada

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2014.

g. Cuarto de baño

El cuarto de baño es construido según la economía de la familia, estos pueden ser de ladrillo, triplay, machihembrado, OSB entre otros. Los acabados finales del piso y la banca interna del baño pueden ser enchapados para su fácil limpieza.



Figura 7: Cuarto de baño seco con paredes de ladrillo y techo de calamina

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2011.

2.2. BAÑO SECO MODELO DRYMIX TOILET

El baño seco modelo DryMix Toilet es un diseño creado en el 2017 por PEBAL La Inmaculada y ARREBOL Perú S.A.C., ocupa un área de terreno de aproximadamente un 2.00 por 2.00 m. Como característica principal las cámaras de deshidratación se ubican de manera vertical y cuenta con una manivela que hace girar una hélice al interior del contenedor superior, permitiendo una rápida y correcta deshidratación de las heces con el material secante (Aserrín). Luego del llenado de la primera cámara que es aproximadamente entre 2 o 2.5 meses esta se vacía a la segunda cámara que estabilizara el producto. La segunda cámara que es una bandeja móvil se llenará en la tercera descarga; para poder reiniciar el ciclo de uso se deberá descargar el material estabilizado que puede ser usado como mejorador de suelo en cultivos de tallo alto. Sus componentes son:

a. Inodoro modelo DryMix Toilet

El inodoro de fibra de vidrio está compuesto por una doble cámara de deshidratación instaladas de manera vertical; y un sistema mecánico de hélice y manivela. Además, de una compuerta interna para el mantenimiento del contenedor superior que se abre al tirar de un dispositivo a la espalda del inodoro (Ver Figura 8).

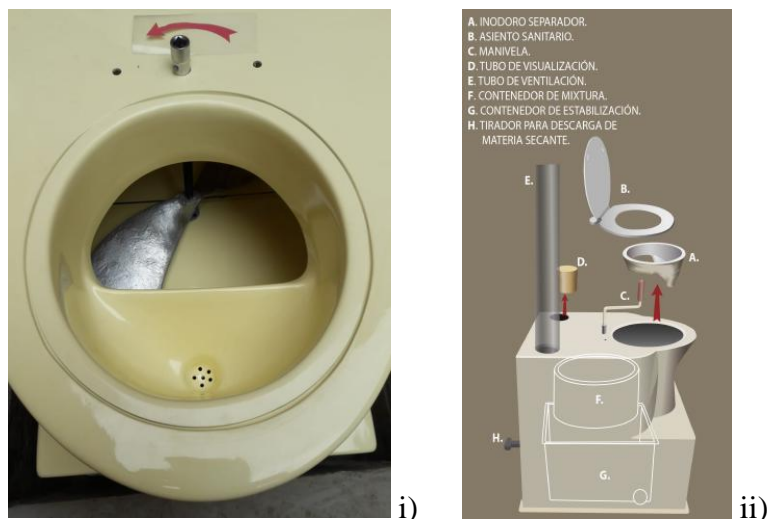


Figura 8: Inodoro de fibra de vidrio

Nota. i) Taza separadora de orina y hélice del baño seco. b) Partes del inodoro modelo DryMix Toilet.

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

b. Tubo de ventilación

El tubo de ventilación es de PVC, de 4" de diámetro, su instalación permite la adecuada evacuación de malos olores y de la humedad de las cámaras.



Figura 9: Tubo de ventilación de PVC de 4" conectado al inodoro DryMix Toilet

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

c. Urinario seco

En este sistema también se utiliza un urinario seco, usualmente fabricado en fibra de vidrio y conectado a la red de desagüe del baño seco para su posterior infiltración al suelo mediante un pozo de infiltración.

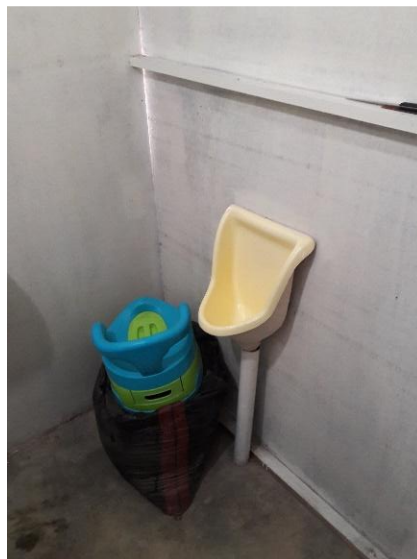


Figura 10: Urinario seco para varones

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2019.

d. Lavatorio

El lavatorio es fabricado en fibra de vidrio y puede encontrarse instalado al interior del baño o fuera del mismo.



Figura 11: Lavadero de fibra de vidrio

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

e. Poza de ducha

La poza de ducha tiene unas dimensiones de 0.8 por 0.8 m y es un desnivel de la plataforma del baño seco (Ver Figura 12).

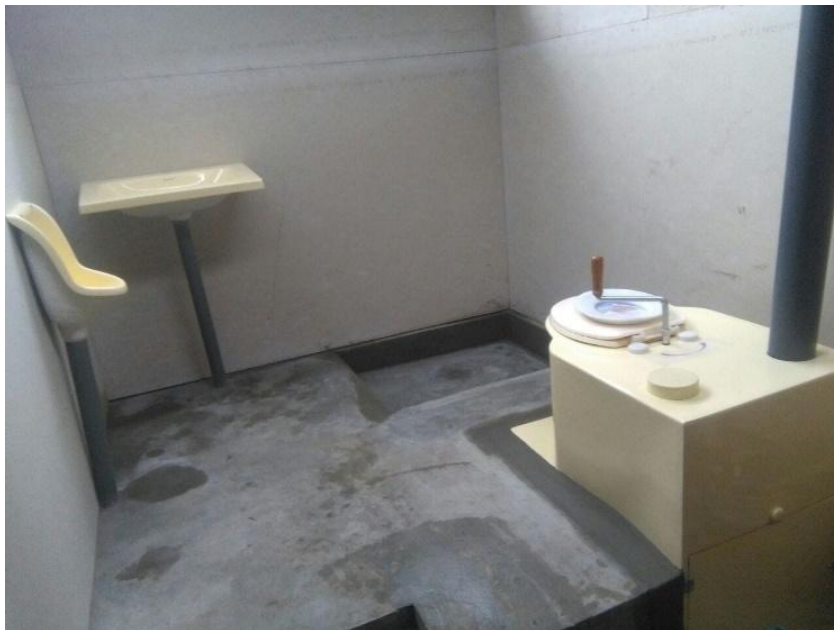


Figura 12: Poza de ducha del baño seco modelo DryMix Toilet

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2018.

2.3. LETRINAS SECA

Según las Organización Panamericana de la Salud (OPS) y su Centro Regional de tecnología ambiental, el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), denomina letrina de hoyo seco al sistema de baño donde la descarga de heces se realiza directamente a un hoyo excavado en el suelo. Generalmente se ubica fuera del terreno de las viviendas para evitar los malos olores y una vez lleno es sellado con tierra y abandonado, en algunos casos se le agrega cal antes del sellado. Sus componentes son: hoyo o cámara, brocal, losa, terraplén, aparato sanitario, caseta y tubería de ventilación (Ver Figura 13). Sin embargo, en muchas ocasiones solo hacen el hoyo, la losa y una caseta precaria (OPS, CEPIS, 2005; Villafranca, 2020).

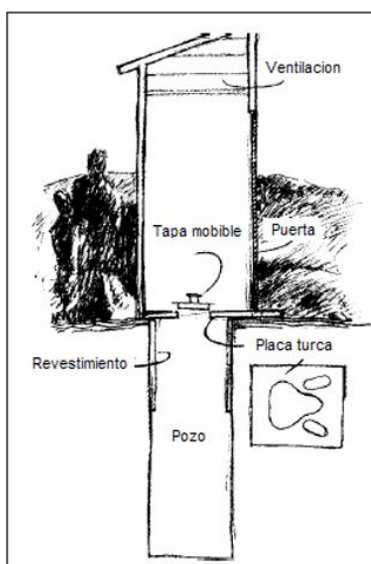


Figura 13: Componentes de una letrina de hoyo seco

FUENTE: OPS, CEPIS, 2005.

Algunos de los criterios para su instalación son los siguientes:

- El espacio destinado al almacenamiento de las heces será del tipo hoyo, cuando las características del suelo favorezcan su excavación; y del tipo cámara, cuando el nivel de las aguas subterráneas esté elevado, el suelo subyacente es rocoso o el terreno sea de difícil excavación. Así también cuando se requiera, podrá elevarse la boca del hoyo, mediante la formación de un terraplén o mampostería, respetando el mínimo establecido para no contaminar las aguas subterráneas.
- La letrina ventilada de hoyo seco se ubicará en el exterior de la vivienda, siendo

conveniente que la distancia a la misma no sea mayor a cinco metros.

- Las letrinas ventiladas de hoyo seco no podrán ser construidas en áreas pantanosas o fácilmente inundables.
- Las letrinas ventiladas de hoyo seco podrán ser construidas en terrenos calcáreos o con presencia de rocas fisuradas, siempre que se tomen las medidas de seguridad del caso.
- En los lugares donde se proyecte construir letrinas no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 m alrededor de ellas, y en todos los casos las letrinas deberán ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial destinado.

2.4. LETRINA CON ARRASTRE HIDRAULICO

La letrina de arrastre hidráulico se caracteriza porque puede ser instalada al interior de la vivienda. Se recomienda que la vivienda tenga disponibilidad de agua y características geomorfológicas que permitan su aplicación. Sus componentes son: aparato sanitario, caseta, conducto, caja repartidora, hoyo, brocal, terraplén, y losa-tapa. Sin embargo, existen letrinas que solo tienen un silo o hoyo ubicado fuera de la vivienda conectado a una taza sanitaria convencional que se ubica en un cuarto de baño dentro de la vivienda (OPS, CEPIS, 2005; Villafranca, 2020).



Figura 14: Diseños de una de letrina de arrastre hidráulico

FUENTE: OPS, CEPIS, 2005.

Algunos requisitos previos para su aplicación:

- La caseta de la letrina se debe ubicar al interior de la vivienda. En el caso que se ubique externamente, se recomienda una distancia no mayor a 5 m.
- El hoyo de la letrina, donde se descarga las aguas residuales, deben ubicarse en el exterior de la vivienda y a no menos de 1 m del perímetro de la vivienda.
- Las letrinas sólo podrán ser construidos en terrenos que tengan suelos que permitan su excavación e infiltración de las aguas empleadas en el arrastre de las heces y orina.
- Las letrinas con arrastre hidráulico no podrán ser construidos en áreas pantanosas, fácilmente inundables, en suelos impermeables o con presencia de arcillas expansivas.
- En los lugares donde se proyecte construir los pozos de la letrina no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros alrededor de ellas, y en todos los casos las letrinas deberán ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial de agua destinada al abastecimiento para consumo humano.

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1.1. Ubicación del proyecto

La zona de estudio se ubicó en el sector La Nueva Rinconada, Pamplona Alta, distrito de San Juan de Miraflores, departamento de Lima, Perú.

Altitud : máxima de 580 m.s.n.m.

Extensión : 2.18 Km²

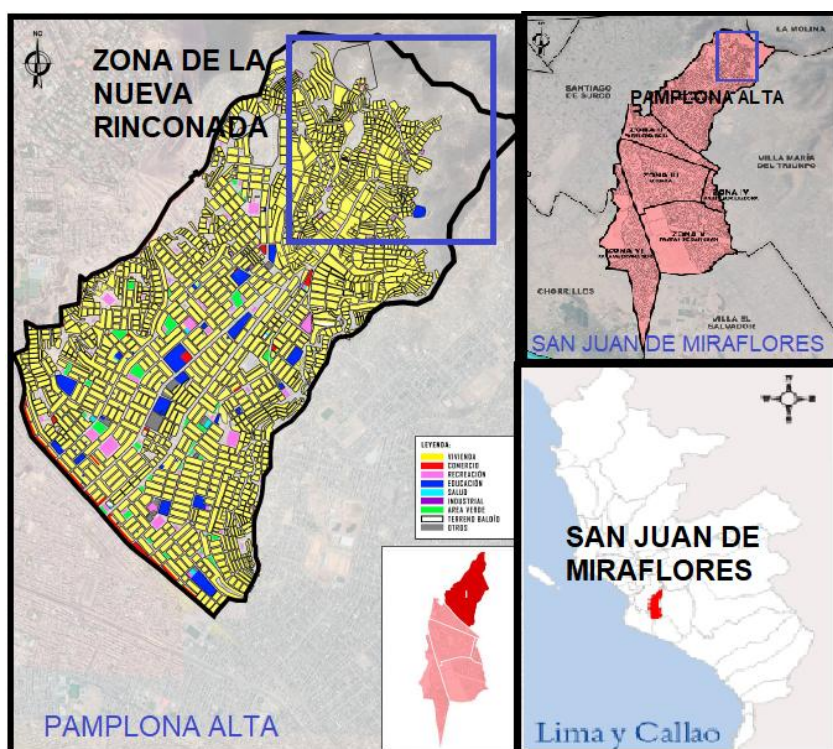


Figura 15: Ubicación aproximada de La Nueva Rinconada, Pamplona Alta, distrito de San Juan de Miraflores, Lima, Perú

FUENTE: PREDES, 2020.

3.1.2. Población

De acuerdo al resumen ejecutivo SEDAPAL, 2016, la población es aproximadamente 51,244 habitantes que se ubican en 11000 viviendas habitadas. Estas últimas se distribuyen en 145 asentamientos humanos.

Tabla 1: Número de habilitaciones

N° de AA.HH.	N° Lotes totales	Densidad poblacional (Hab/Viv)	Población (Hab.)	N° Viviendas habitadas
145	12,001	4.27	51,244	11,000

FUENTE: PREDES, 2020.

3.1.3. Características climáticas

El clima es de tipo desértico, con temperatura media entre 17 °C y 19 °C, con escasa precipitación y humedad relativa máxima entre 70% y 87%. Estos valores pueden registrar grandes cambios según la estación, por ejemplo, en invierno se pueden registrar temperaturas entre los 12 °C o 15 °C y en verano registrar valores entre los 28 °C o 30 °C, (PREDES, 2020).

3.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE SANEAMIENTO DE LAS FAMILIAS DE LA NUEVA RINCONADA

Según Ccanre (2020), la Nueva Rinconada tiene sus inicios a fines del año 1999 en víspera del nuevo milenio, cuando en Lima y en interior del país se generan una serie de invasiones que son promovidas por personas provenientes de diferentes distritos como San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, Villa El Salvador, la provincia constitucional del Callao, entre otros. Los testimonios recogidos indican que los invasores eran en gran mayoría provincianos provenientes de Ayacucho, Cusco, Arequipa, Apurímac, etcétera.

Según Techo – Perú (2018), a partir del 2006 empiezan las ampliaciones, es decir, se empezaron a ocupar zonas ubicadas en las partes altas de los asentamientos (laderas), que generalmente son rocosos, de difícil habilitación y de un alto riesgo. Esto generó la división de muchos asentamientos por diferencias en temas legales y sociales.

En el año 2014, se empezó a gestar lo que sería el proyecto de esquema 300, de acuerdo al cual se instalaría una red de agua y alcantarillado en la zona sur de Lima, donde la Nueva Rinconada sería parte. Dicho proyecto fue aprobado y empezó su ejecución el año 2021 en los distritos de Villa María del Triunfo y Villa El Salvador, pero aún no se inicia en La Nueva Rinconada por problemas de falta de mitigación de riesgo, zonificación del suelo y tenencia de tierra (títulos de propiedad).

En la zona se observa la falta de planificación urbana desde sus inicios, por tratarse de una invasión. El crecimiento desordenado, la falta de apoyo del gobierno local y central y las diferencias entre sus organizaciones dirigenciales han generado que, después de 22 años, aún no se pueda concretar el acceso a los servicios básicos de red de agua potable y alcantarillado público. La falta de estos servicios básicos en un inicio ha hecho que las familias busquen la manera más práctica de solución optando por la autoconstrucción de letrinas o silos que es una solución de bajo costo y permite la eliminación segura de las excretas. Sin embargo, a la fecha muchas letrinas se han ido cerrando por que se llenaron y en las viviendas de limitado área de terreno no se cuenta con más espacio para hacer hoyos, por lo cual han tenido que buscar nuevas alternativas de saneamiento (Ver figura 16).



Figura 16: Foto tomada desde las partes altas de la Nueva Rinconada

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2018.

3.2.1. Vivienda típica en el asentamiento humano de la Nueva Rinconada

Las características de muchas viviendas que implementaron un baño seco son las siguientes:

a. Materiales de la vivienda:

- **Paredes:** Las paredes de las viviendas en muchos casos son de madera, triplay, OSB, calaminas, entre otros. Siendo la autoconstrucción la forma más común de construirlas, pues la ocupación más común en la zona es la de ayudante o maestros en construcción (Ver Figura 17).



Figura 17: Vivienda con paredes de machihembrado

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

- **Techo:** Los techos de las viviendas son en su mayoría de calaminas, eternit o similares, estas características se repiten en casi la totalidad de viviendas en la Nueva Rinconada (97,1%). (TECHO-Perú, 2018).



Figura 18: Vivienda con techo de calamina

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2018.

- **Piso:** Los pisos de las viviendas en gran mayoría son falso piso que es una delgada capa de concreto que recubre el terreno natural. En la zona del baño de la casa por lo general solo era terreno natural.



Figura 19: Vivienda con piso pulido

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2018.

b. Acceso a los servicios básicos

- **Acceso a la energía eléctrica:** El servicio eléctrico formal en la zona es brindado por Luz del Sur y es de fácil acceso por los pocos requisitos que estos solicitan, por ello las familias cuentan con un medidor domiciliario.
- **Acceso al agua:** Según TECHO – Perú (2018), 126 AA.HH. no cuentan con acceso al agua de la red pública, estos la obtienen mediante los camiones cisternas, pilones comunitarios o pozos perforados.
- **Acceso al desagüe:** El acceso al desagüe de las familias es por medio de letrinas o silos. Esta constante es repetitiva en los asentamientos, ya que el acceso a la red de alcantarillado público es muy bajo (8%), predominando el uso de silo o letrinas (73.9%), los baños secos son una alternativa que va tomando aceptación entre las familias (4.4%), los pozos ciegos y fosas sépticas también son una alternativa para organizaciones que pueden cubrir el costo de su mantenimiento periódico (6.5%) y algunas no cuentan con baños (7.2%) exponiendo a sus

familias por no contar con ninguna forma segura de eliminación de excretas, TECHO – Perú (2018).

c. Tenencia de la propiedad

La constancia de posición es la forma más común de demostrar la tenencia del suelo de las familias. Ahora este documento no asegura el derecho a la propiedad, sino solo es brindada por el Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) para el acceso a los servicios básicos mientras regularizan su proceso de formalización.

3.3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO IMPLEMENTADOS EN EL SECTOR DE LA NUEVA RINCONADA

- **Letrinas secas**

Las letrinas secas son comunes entre las familias, ya que son de bajo costo, fácil instalación y fácil uso y mantenimiento. Sin embargo, su vida útil es aproximadamente entre 2 a 3 años, luego se deben construir nuevos hoyos y es aquí donde surge el problema porque los terrenos de las familias son de poca extensión (90 a 150 m²) y se ubican en laderas de cerro. Si se hace un mal mantenimiento originan malos olores, insectos, roedores y se convierten en un foco infeccioso. Además, es una tecnología que contamina el suelo y el aire.

- **Letrinas con arrastre hidráulico**

Las letrinas de arrastre hidráulico son de igual manera que las de hoyo seco comunes entre las familias, ya que son de costo medio, de fácil instalación y fácil uso y mantenimiento. Sin embargo, su vida útil promedio es de 2 a 3 años, luego se tendrá que realizar un nuevo hoyo para descargar las aguas residuales. Otro problema que presenta esta tecnología, es que en la zona el suelo es rocoso en las laderas de cerro; haciendo que esta alternativa no sea viable por la baja capacidad de infiltración. Si se hace un mal mantenimiento originan malos olores, insectos, roedores y se convierte en un foco infeccioso. Además, es una tecnología que contamina el suelo, agua y aire.

- **Baños secos de doble cámara con eco-sanitario**

Esta tecnología empezó a ser implementada a partir del 2010 se instalaron 49 baños secos de este modelo. Es de costo bajo, de dificultad media de instalación porque requiere de un maestro con conocimientos de construcción de baños secos y de fácil uso y mantenimiento. Sin embargo, un inconveniente es que ocupa un área de terreno de 5 m² (2.5 por 2 m) que para muchas viviendas con espacio libre limitado; no se les puede implementar un baño seco de este tipo.

Esta tecnología no contamina el ambiente porque el producto final puede recuperarse como nutriente para el suelo y las plantas y no contamina el suelo ni el agua durante su uso (siempre y cuando haya habido un buen manejo de las cámaras del baño seco). Un punto más a favor de esta tecnología es que puede ser replicable por las familias pues son de libre acceso los manuales de construcción.

- **Baños secos portátiles con servicio de mantenimiento (SANIMA)**

Los baños secos portátiles son una alternativa de saneamiento que la empresa SANIMA viene brindando en la zona. Son baños secos que se pueden instalar en cualquier ambiente de la casa y la empresa brinda un servicio de recojo semanal, a través del cual semanalmente vienen y recogen las bolsas llenas de aserrín con heces aun a medio tratar, y proveen una bolsa nueva y limpia más el material secante (aserrín). El servicio es de costo medio, de fácil instalación y fácil uso y mantenimiento. Sin embargo, su sostenibilidad a largo plazo por el pago mensual que se tiene que hacer por el servicio prestado es un inconveniente entre sus usuarios que tiene trabajos temporales y son de bajos de recursos económicos.

- **Baños seco modelo DryMix Toilet**

Esta tecnología empezó a ser implementada a partir del 2017 hasta el 2020. Se instalaron 180 baños secos de este modelo. Es de costo medio, de dificultad media de instalación porque requiere de un maestro con conocimientos de implementación de baños secos, y de fácil uso y mantenimiento. Un punto a favor es que ocupa un área mínima del terreno (2 por 2 m).

Sin embargo, un inconveniente es su replicabilidad, porque se requiere de personas especializadas en fibra de vidrio y metalmecánica para producir los inodoros, en general se requiere una empresa que comercialice el producto.

- **Tanque séptico**

Se tiene registro que esta tecnología ha sido instalada en el centro educativo Fe y Alegría N° 65. Son de costo mediano, de dificultad media para su instalación y para su uso y mantenimiento. Al ser una institución educativa cuentan con los recursos necesarios para poder cubrir los costos de mantenimiento. Sin embargo, una familia no contaría con dichos recursos económicos ni el espacio dentro del terreno para su implementación e infiltración de la fracción líquida en el suelo.

3.4. ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE BAÑOS SECOS

A continuación, se describen las diferentes fases de implementación de los baños secos de doble cámara y DryMix Toilet:

3.4.1. Proceso de implementación de un baño seco de doble cámara con eco-sanitario

a. Identificación y visita técnica a las familias

Esta etapa estuvo a cargo de un especialista, quien realizó tareas de selección de familias usuarias. Elaboró un directorio de las familias y juntas directivas para coordinar y solicitar que se brinde un intervalo de tiempo en sus reuniones de asamblea de pobladores. En la asamblea se exponía sobre las ventajas del baño seco, los compromisos que asumirían para ser una de las familias beneficiarias y formar parte del proyecto de baños secos y se les atendía las dudas o consultas que tenían con respecto a la instalación, uso y mantenimiento del baño seco.

Los compromisos que asumían las familias que eran solicitados por la financiera del proyecto de baños secos (Proyecto SELAVIP 2012) eran los siguientes:

- i. Abonar la cantidad de S/ 500.00 soles que podían ser pagados en 3 partes: el 50% como requisito para dar inicio a la construcción, el 30% al siguiente mes y el 20% a la entrega de los accesorios. Esta estrategia de pago fue variable para muchas familias, ya que algunas pagaban al contado los S/500.00 soles mientras otras pedían plazos de hasta 3 o 4 meses para cancelar por completo, pero en todos los casos siempre era un monto fijo sin interés ni moras.
- ii. Culminar el cercado de la caseta o cuarto del baño seco (paredes, puerta y

techo) con materiales que disponga según su economía y realizar la poza de infiltración de orina y aguas grises.

iii. Participar de actividades de construcciones dando facilidades para la habilitación del terreno y el traslado de materiales.

iv. Participar del intercambio de experiencias, talleres de capacitación comunal e individual que se realizarán en cada uno de los asentamientos humanos como parte del proceso educativo que garantiza el buen uso y mantenimiento del sistema.



Figura 20: Visita técnica a las familias en el 2012

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2012.

b. Entrega y acarreo de los materiales de construcción

En esta etapa el especialista coordinó con las familias la entrega de los materiales de construcción y el inodoro de fibra de vidrio. Se realizó un check list de la entrega para verificar que los materiales estén completos. Luego se le dio un plazo a las familias para que puedan acarrear los materiales al punto de trabajo. Además, se verificó la habilitación del terreno donde se implementaría el baño seco.

c. Construcción e instalación

La etapa de construcción estuvo a cargo de un maestro albañil y la supervisión de obra por parte de un ingeniero especialista. Ambos visitaron el terreno y dieron las indicaciones previamente coordinadas con el jefe o jefa de familia. La supervisión

de obra se realizó 3 veces por semana para conocer los avances del maestro albañil. En una primera fase, el maestro albañil se encargó de la construcción de las cámaras de deshidratación, para ello primero excavaron unos 0.25 m o buscaron un desnivel. El concreto se vació para que sirva como cimentación antes de levantar los muros de las cámaras. Segundo, se realizó el asentado de ladrillos con las dimensiones indicados en el diseño (Ver Figura 22) y finalmente se procedió al tarrajeo pulido. Además, se dejaron los orificios para la instalación del tubo de orina el cual debe llevar una pendiente de 5%. Se recomienda construir un pequeño borde en el lado donde se ubican las aberturas para las compuertas, aquello sirve para poder montar la compuerta sobre ese borde y se logre un correcto sellado de las cámaras de deshidratación (Ver Figura 22). Tercero, se realizó la construcción de la cobertura de las cámaras, usando para ello acero y concreto para su fabricación siguiendo las dimensiones que indica la Figura 23. La cobertura se apoya encima de los muros, para ello se debe encofrar por encima y debe tener un espesor entre 0.06 a 0.08 m. Cuarto, se realiza el piso del baño, para ello se debe elevar la altura del piso para dejar un desnivel de 0.36 m desde el piso hasta la banca. El piso levantado tendrá de 1 a 3 gradas que pueden ser construidos dentro o fuera del baño (Ver Figura 24). Quinto, se realiza la construcción de la caseta del baño, como las paredes que pueden ser de ladrillos, triplay, machihembrado, OSB, entre otros. Los materiales usados dependerán de la economía de la familia.

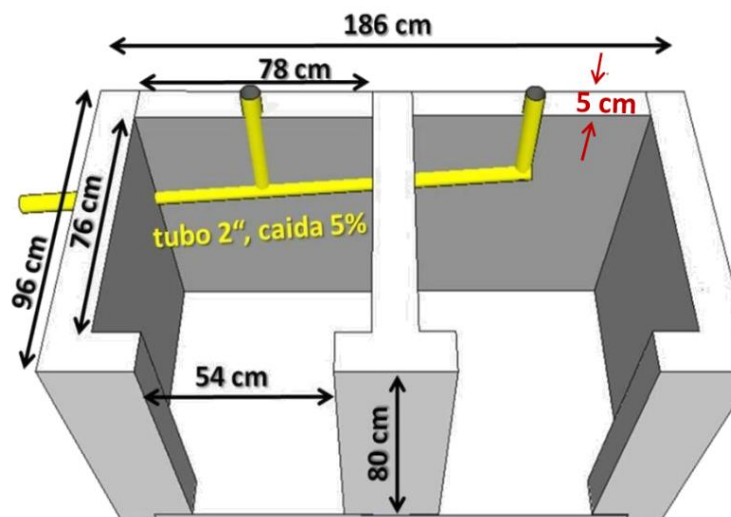


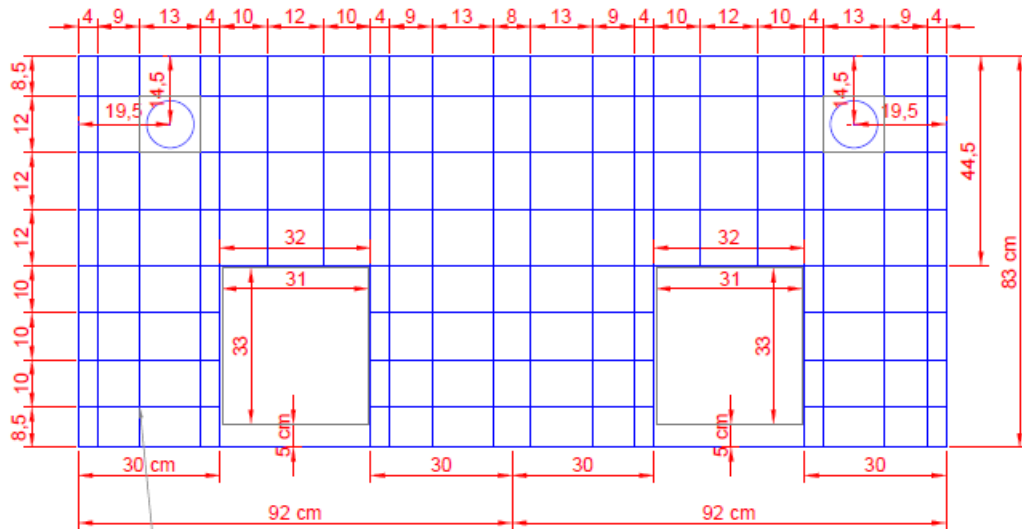
Figura 21: Dimensiones de las cámaras de deshidratación

FUENTE: ROTARIA DEL PERÚ, s.f.



Figura 22: Bordos de la compuerta

FUENTE: ROTARIA DEL PERÚ, s.f.



Fierro de 8 mm

Espesor de la losa: 10 cm

Figura 23: Dimensiones de la cobertura de deshidratación



Figura 24: Elevación del piso y la banca del baño

FUENTE: ROTARIA DEL PERÚ, s.f.

En una segunda fase el maestro instalaba los accesorios del baño seco. Previamente la familia debió haber cercado el baño, techado y colocado la puerta. Todo ello según la economía de la familia, que en su mayoría cercaba los cuartos de baño con triplay, OSB o reciclaba las paredes, techo y puerta que tenía su antigua letrina. Toda la etapa de construcción e instalación duraba de 6 a 7 días como máximo.

d. Componente educativo

El componente educativo estaba a cargo de los especialistas y consistió en la realización de talleres de uso y mantenimiento de los baños secos. Se sensibilizaba a los miembros de las familias sobre el cuidado del baño y la importancia de la higiene en el hogar. El taller se realizaba al finalizar la obra y algunos casos en locales comunales con varias familias para reforzar y compartir lo aprendido. Una vez finalizado el taller, se transfiere la tecnología a la familia el cual se hacía responsable del mantenimiento y cuidado del baño seco.



Figura 25: Taller educativo en uso y mantenimiento del baño seco

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2012.

e. Seguimiento y monitoreo

El seguimiento y monitoreo estaba a cargo de los ingenieros especialistas. Los principales puntos a monitorear eran el uso correcto del baño seco y su mantenimiento. Las consultas más frecuentes que se reportaban eran apoyo técnico para solucionar problemas de humedad en las cámaras de deshidratación, mal olor dentro del baño, presencia de algunos insectos por mal uso o mantenimiento o

problemas en el pozo de infiltración.

3.4.2. Proceso de implementación de un baño seco modelo DryMix Toilet

a. Identificación y visita técnica a las familias

Esta etapa estuvo a cargo de dos especialistas, quienes realizaron tareas de selección de familias usuarias. Se elaboró un directorio de las familias y juntas directivas para coordinar y solicitar que se brinde un intervalo de tiempo en sus reuniones de asamblea de pobladores. En la asamblea se exponía sobre las ventajas del baño seco, los compromisos que asumirían para ser una de las familias beneficiarias y como formar parte del proyecto de baños secos, y se les atendían las dudas o consultas que tenían con respecto a la instalación, uso y mantenimiento del baño seco. Los compromisos que asumían las familias que eran solicitados por la financiera del proyecto de baños secos (Proyecto SELAVIP 2017) eran los siguientes:

- i. Abonar la cantidad de S/ 700.00 soles que serán pagados en 3 partes: el 50% como requisito para dar inicio a la construcción, el 30% al siguiente mes y el 20% a la entrega de los accesorios. Esta estrategia de pago fue variable para muchas familias, ya que algunas pagaban al contado los S/700.00 soles mientras otras pedían plazos de hasta 3 o 4 meses para cancelar por completo, pero en todos los casos siempre era un monto fijo sin interés ni moras.
- ii. Culminar el cercado de la caseta o cuarto del baño seco (paredes, puerta y techo) con materiales que dispongan según su economía y construir la poza de infiltración de orina y aguas grises.
- iii. Participar en las actividades de construcción, dando facilidades para la habilitación del terreno y el traslado de materiales.
- iv. Participar del intercambio de experiencias, talleres de capacitación comunal e individual que se realizaron en cada uno de los asentamientos humanos como parte del proceso educativo para garantizar el buen uso y mantenimiento del sistema.

La visita técnica consistía en verificar que los terrenos de familias preseleccionadas tengan las condiciones necesarias para instalar un baño seco, como contar con un espacio aproximado de 2 m por 2 m y un área adicional que podía ser un área verde para la construcción de un pozo de infiltración de las aguas grises y orina del baño

seco. Para finalizar se daba el visto bueno con la firma del representante de la familia en un acta de compromiso de participación (ver Anexo 7) .



Figura 26: Visita técnica para la ubicación del baño y de la zona de infiltración de aguas grises

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

b. Entrega y acarreo de los materiales de construcción

En esta etapa el especialista coordinó con las familias la entrega de los materiales de construcción y el inodoro de fibra de vidrio. Se realizó un check list de la entrega para verificar que los materiales estén completos. Luego se le dio un plazo a las familias para que puedan acarrear los materiales al punto de trabajo. Además, se verificó la habilitación del terreno donde se iba a implementar el baño seco.



Figura 27: Entrega de inodoro y los materiales de construcción

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2019.

c. Construcción e instalación

La etapa de construcción estuvo a cargo de un maestro albañil y la supervisión de obra por un ingeniero especialista. Ambos visitaron el terreno y dieron las indicaciones previamente coordinadas con el jefe o jefa de familia. La supervisión de obra se realizó 3 veces por semana para conocer los avances del maestro albañil.

En una primera fase el maestro albañil se encargó de la construcción de la plataforma que sirvió de piso y base para el inodoro de fibra de vidrio; esta base cuenta con una altura de 40 cm, debido a que la cámara de estabilización posee dicha altura.

La plataforma se construyó con concreto, internamente se colocó la tubería de desagüe y agua. El piso del baño fue de tipo semipulido para su posterior enchape de cerámico y permitir su fácil limpieza.



Figura 28: Plataforma del baño seco

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2018.

Finalizada la plataforma la familia tenía que construir la poza de infiltración con el apoyo técnico del supervisor de obra.



Figura 29: Pozo de infiltración de aguas grises y orina

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

En una segunda fase el maestro regresaba para la instalación de accesorios del baño seco. Previamente la familia debió haber cercado el baño, techado y colocado la puerta. Todo ello según la economía de la familia, que en su mayoría cercaba los cuartos de baño con triplay, OSB o reciclaba las paredes, techo y puerta que tenía su antigua letrina.

Toda la etapa de construcción e instalación duraba de 3 a 4 días como máximo.



Figura 30: Baño seco modelo DryMix Culinado

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2019.

d. Componente educativo

El componente educativo estuvo a cargo de los especialistas, y consistió en la realización de talleres de uso y mantenimiento de los baños secos. Se sensibilizó a los miembros de las familias sobre el cuidado del baño y la importancia de la higiene en el hogar. El taller se realizaba al finalizar la obra y en algunos casos en locales comunales con varias familias para reforzar y compartir lo aprendido. Una vez finalizado el taller, se transfería la tecnología a la familia, la cual se hacía responsable del mantenimiento y cuidado del baño seco.



Figura 31: Taller de uso y mantenimiento del baño seco DryMix Toilet

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2018.

e. Seguimiento y monitoreo

El seguimiento y monitoreo estuvo a cargo de los ingenieros especialistas. Los principales puntos a monitorear eran el uso correcto del baño seco y su mantenimiento. Las consultas más frecuentes que se reportaban eran apoyo técnico para solucionar problemas de humedad en los contenedores, mal olor dentro del baño, presencia de algunos insectos por mal uso o mantenimiento o problemas de infiltración en el pozo de infiltración.



Figura 32: Familia usuaria reporta que el contenedor de estabilización se encontraba con agua

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2018.

3.4.3. Análisis del proceso de implementación entre los 2 modelos

Se identificó que los principales puntos críticos en la implementación de baño secos en ambos modelos fueron:

- Selección de las familias, porque se presentaban casos de rechazo en el uso del baño una vez construido. Esto generaba que la familia decida no usar el baño y retomar el uso de su letrina.
- En el acarreo de materiales, debido a que algunos terrenos se ubicaban en las partes muy alejadas de la carretera donde el acceso es solo por escaleras lo que generó un aumento del tiempo de construcción y el pago de mano de obra extra para el traslado del material.
- El seguimiento y monitoreo, porque las familias al finalizar el ciclo de uso demandaban un acompañamiento para el destino final del biosólido.

En el caso del baño seco de doble cámara era frecuente el hábito de las familias de generar humedad al usar la ducha, uso de agua excesiva para la limpieza de los pisos del baño y el hábito de arrojar el papel higiénico en las cámaras de deshidratación. Otro punto crítico se presentaba durante al retiro del biosólido, donde las compuertas no llegaban a ser impermeabilizadas generando puntos de ingreso de insectos y de humedad.

En el caso del baño seco DryMix Toilet el primer punto que se observó fue el limitado número de usuarios que se recomienda para su buen funcionamiento, este es de 4 miembros por familia como máximo. Cuando el número de usuarios fue mayor, las cámaras se llenaban rápido ocasionando que no haya un adecuado tratamiento de las heces. Un segundo punto crítico fue la poca resistencia a la humedad y a los movimientos bruscos del hélice y manivela, esto originaba un costo adicional a las familias usuarias porque se tenía que traer un técnico para el remplazo de las piezas. Un tercer punto fue la limitada replicabilidad, observándose que solo sería posible acceder al sanitario, si en la zona existiera un taller de fibra de vidrio y de metalmecánica para la producción de los modelos DryMix Toilet.

3.5. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO DEL BAÑO DE LOS MODELOS DE DOBLE CÁMARA ECO-SANITARIO Y DRYMIX TOILET

3.5.1. Presupuesto para la implementación de un baño seco modelo doble cámara eco-sanitario

El costo de mano de obra, materiales, accesorios para el baño seco y asesoría por el ingeniero especialista fue de S/ 1,499.70 (Ver Tabla 2). El costo del cercado del baño con triplay, techo de calamina y puerta de baño de triplay y mano de obra fue de S/ 559.10 soles (Ver Tabla 3). El costo total para la implementación de un baño seco modelo doble cámara eco-sanitario con una caseta de triplay, techo de calamina y puerta de triplay asciende a S/. 2,058.80 ; incluye el impuesto general a la venta (IGV).

Tabla 2: Presupuesto de un baño seco modelo doble cámara con eco-sanitario

N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo parcial
1	Materiales	1	global	S/649.70	S/649.70
2	Mano de obra	1	global	S/350.00	S/350.00
3	Ingeniero especialista / promotor de campo	1	global	S/500.00	S/500.00
Costo total					S/1,499.70

Nota: El presupuesto es del año 2010, es por ello que los precios unitarios son referenciales.

Tabla 3: Presupuesto de una caseta de triplay, techo de calamina y puerta de triplay

N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total
1	Materiales	1	global		S/359.10
2	Mano de obra	1	global		S/200.00
Costo total					S/559.10

Nota: El presupuesto es del año 2010, es por ello que los precios unitarios son referenciales.

3.5.2. Diseño de un cuarto de baño seco modelo doble cámara eco-sanitario

Las dimensiones del baño seco fueron aproximadamente de 2 m por 2.5 m, pero en obra las dimensiones se tenían que ajustar al espacio que la familia disponía para la implementación del baño seco.

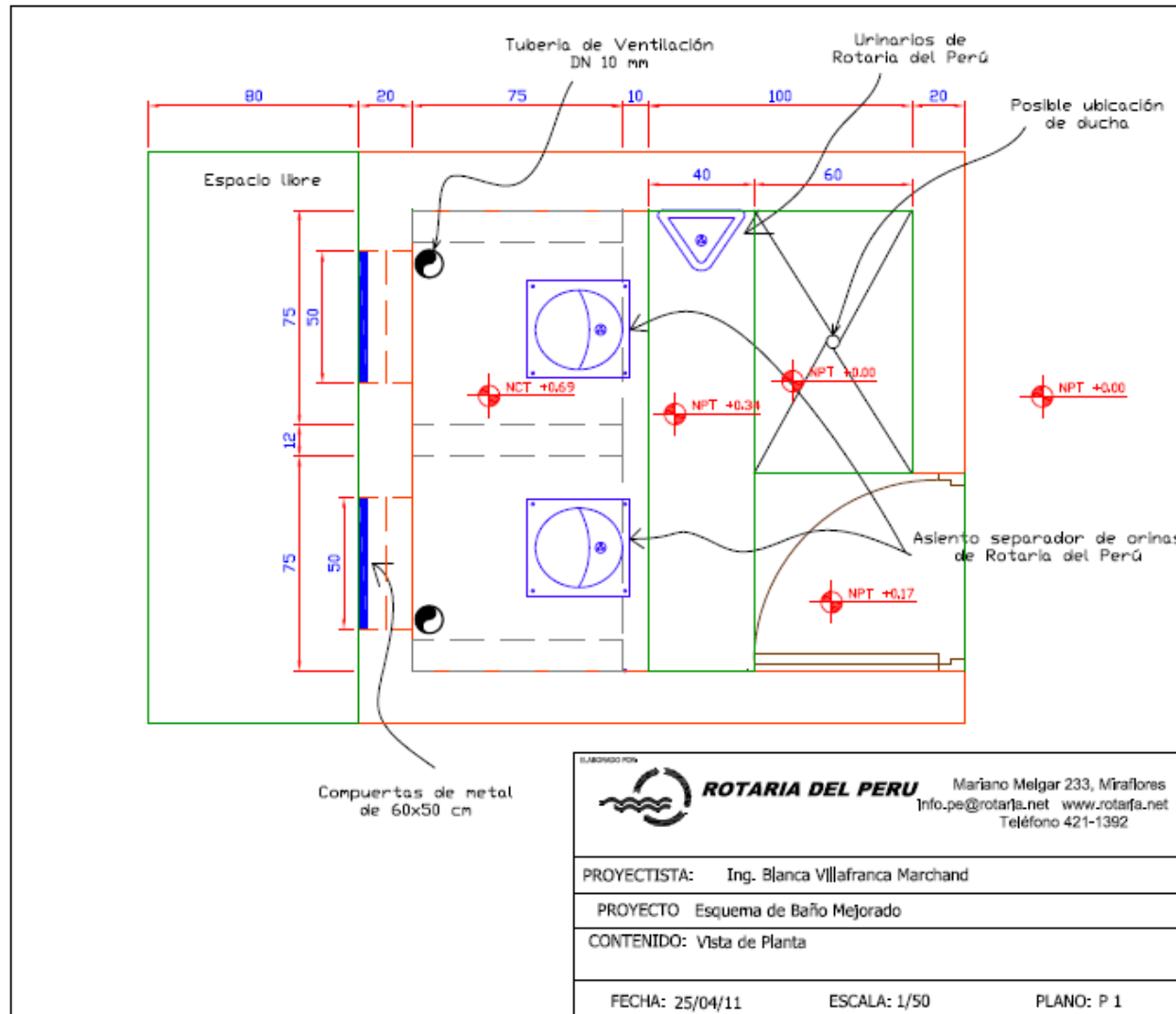


Figura 33: Diseño del cuarto de baño del modelo de doble cámara con eco-sanitario

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2012.

3.5.3. Presupuesto para la implementación de un baño seco modelo DryMix Toilet

El costo de mano de obra, materiales, accesorios para el baño seco y asesoría por el ingeniero especialista fue de S/ 2,388.50 (Ver Tabla 4). El costo del cercado del baño con triplay, techo de calamina y puerta de baño de triplay y mano de obra fue de S/ 806.00 (Ver Tabla 5). El costo total para la implementación de un baño seco modelo DryMix Toilet con una caseta de triplay, techo de calamina y puerta de triplay asciende S/. 3194.50 ; incluye IGV.

Tabla 4: Presupuesto para implementar un baño seco modelo DryMix Toilet

N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Parcial
1	Materiales	1	global	S/1,398.50	S/1,398.50
2	Mano de obra	1	global	S/450.00	S/450.00
3	Ingeniero especialista / promotor de campo	1	global	S/540.00	S/540.00
Costo total					S/2,388.50

Nota: El presupuesto es del año 2019. Por ello, los precios unitarios son referenciales.

Tabla 5: Presupuesto valorizado de una caseta de triplay y techo de calamina

N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Parcial
1	Materiales	1	global	S/556.00	S/556.00
2	Mano de obra	1	global	S/250.00	S/250.00
Costo total					S/806.00

Nota: El presupuesto es del año 2019. Por ello, los precios unitarios son referenciales.

3.5.4. Diseño de un cuarto de baño seco modelo DryMix Toilet

Las dimensiones del baño seco fueron aproximadamente de 2.05 m por 1.8 m, pero en obra las dimensiones se tuvieron que ajustar al espacio que la familia disponía para la implementación del baño.

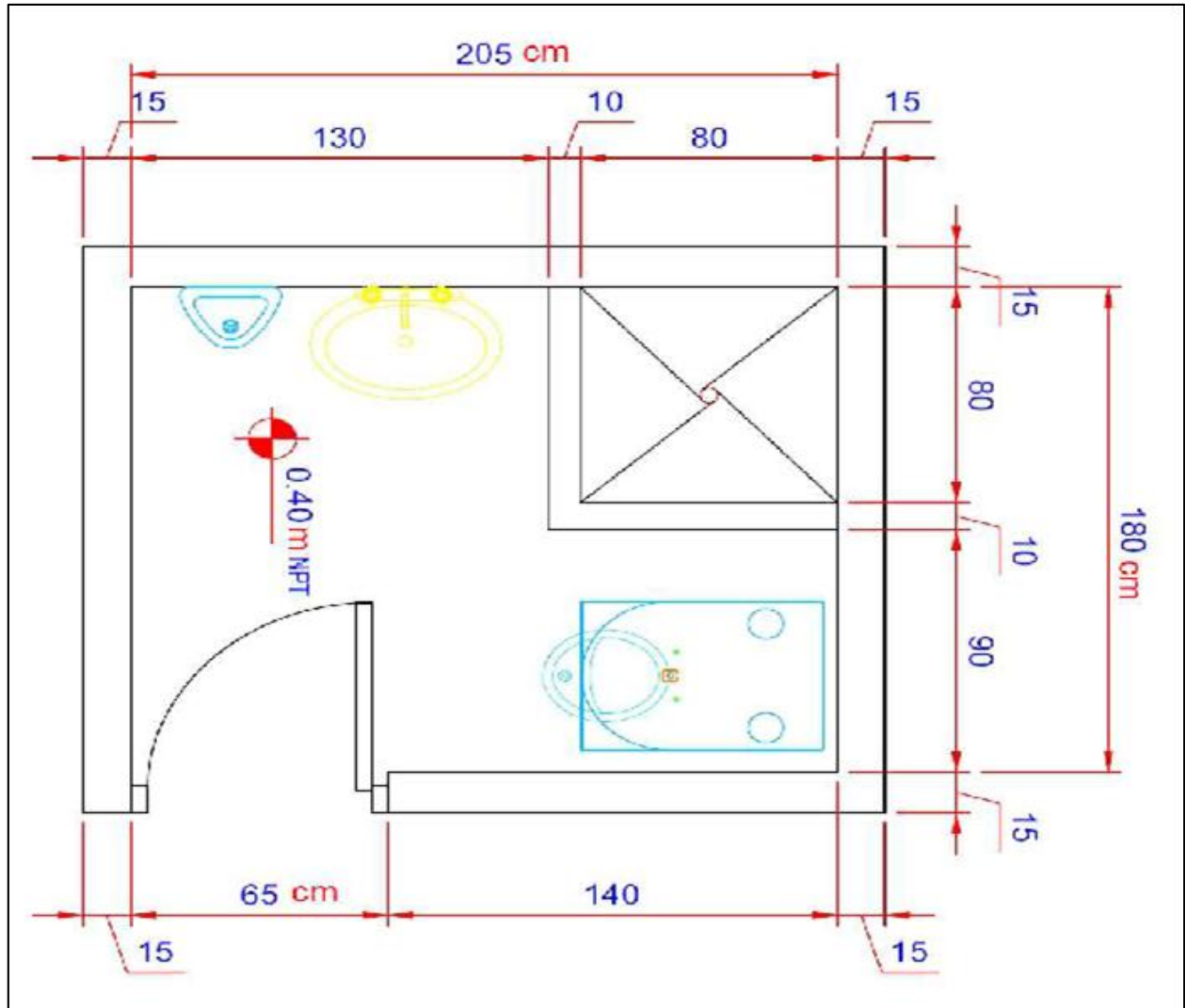


Figura 34: Diseño de cuarto de baño seco DryMix Toilet

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

3.6. PROCESO DE OPERACIÓN Y CRECIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE BAÑOS SECOS EN EL SECTOR DE LA NUEVA RINCONADA

3.6.1. Manuales de operación y mantenimiento de los baños secos

Los afiches educativos utilizados para los talleres para el uso y mantenimiento de los baños secos se muestran en el Anexo 5 y Anexo 6. Se entregó a cada familia un par de afiche tanto de uso como de mantenimiento del baño seco, el cual tenía que pegarse dentro del baño para que las visitas que desconocían la tecnología puedan informarse.

a. Operación y mantenimiento del baño seco modelo doble cámara eco-sanitario

Las indicaciones para la operación o uso del baño seco fueron las siguientes:

- Si la persona va a orinar y es un varón se debe utilizar el urinario. De ser una dama debe utilizar el inodoro y sentarse adecuadamente de tal manera que se asegure la caída de la orina en el sumidero de la taza separadora.
- Cuando se va ocupar el baño seco debe asegurarse tener material secante (aserrín) a disposición. El usuario deberá sentarse al fondo de la taza separadora para una correcta separación de heces y orina. Después de ocupar este debe agregar de dos a tres tazas de aserrín hasta que las heces sean cubiertas, luego se baja la tapa sanitaria (Ver Figura 36). Para finalizar debe lavarse las manos con agua y jabón.



Figura 35: El Niño agrega material secante (aserrín) después de ocupar el baño seco

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2012.

Las indicaciones para el mantenimiento del baño seco fueron las siguientes:

- Hacer la limpieza del baño diariamente. El piso debe barrerse y pasar un trapo húmedo, no se debe baldear porque esto haría que ingrese agua a las cámaras de deshidratación. La limpieza de los accesorios como el urinario y lavatorio debe hacerse usando agua jabonosa o con detergente. Se debe evitar el uso de productos corrosivos como ácido muriático u otros que puedan degradar los esmaltes o acabados de los accesorios.
- La limpieza y desinfección de la taza separadora, se debe hacer fuera del inodoro para evitar la caída de agua en la cámara de deshidratación.
- Para el mantenimiento de las cámaras de deshidratación, la primera cámara se llenará aproximadamente en 1 año para una familia de 5 miembros. Cuando la cámara está a sus 2/3 partes de su capacidad, se debe dejar reposar y completar con material secante (aserrín); seguido se debe cambiar la taza separadora a la segunda cámara. Luego de un año de reposo de la primera cámara esta lista para su descarga. Ello se realizará con los implementos de seguridad siguientes: guantes, mascarilla y botas (Ver Figura 37). Cuando este vacía la primera cámara, se deberá colocar una cama de aserrín en la base para que pueda reiniciar su ciclo de uso. El biosólido retirado puede ser utilizado como mejorador de suelo para plantas de tallo alto.
- Recomendaciones de mantenimiento, cada vez que van a colocar las tapas de concreto de las cámaras de deshidratación, estas se deben sellar herméticamente, para evitar el ingreso de insectos o humedad. En caso que se forme un cono de aserrín por el uso habitual al interior de la cámara, este se debe remover usando un palo esparciendo y homogenizando el material.



Figura 36: Descarga de la primera carga luego de un año de reposo

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2011.

b. Operación y mantenimiento del baño seco modelo DryMix Toilet

Las indicaciones para la operación o uso del baño seco fueron las siguientes:

- Si la persona va a orinar y es un varón este debe utilizar el urinario. De ser una dama debe utilizar el inodoro y sentarse adecuadamente de tal manera que se asegure la caída de la orina en el sumidero de la taza separadora de orina.
- Cuando se va ocupar el baño debe tenerse en cuenta que el contenedor de mixtura tenga aserrín suficiente como para cubrir la hélice del inodoro, aproximadamente el contenedor se llena con 4 baldes pequeños de 1 galón de volumen. El usuario debe sentarse al fondo de la taza separadora para asegurar la separación de heces y orina. Después de ocupar debe bajar la tapa sanitaria y girar la manivela unas 10 veces o más en la dirección que indica la marca en el inodoro (sentido antihorario), así se asegura que el material secante se mezcle correctamente con las heces. Para finalizar debe lavarse las manos con agua y jabón.



Figura 37: El sentado correcto en el inodoro asegura la separación orina y heces

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

Las indicaciones para el mantenimiento del baño seco fueron las siguientes:

- Con respecto a la limpieza del baño debe hacerse diariamente. La limpieza de los accesorios como el urinario y lavatorio se debe hacer usando agua jabonosa o con detergente. Evitar el uso de productos corrosivos como ácido muriático u otros que puedan degradar los esmaltes o acabados de los accesorios.
- Con respecto a la limpieza y desinfección de la taza separadora esta se debe hacer fuera del inodoro para evitar la caída de agua en el contenedor de mixtura.
- Con respecto al mantenimiento de los contenedores, el mantenimiento del primer contenedor, llamado contenedor de mixtura que es fijo al inodoro; se debe realizar cuando la manivela llega a ponerse muy duro para girar; esto sucederá a los 2 o 2.5 meses. Su descarga se realizará haciendo uso del tirador para descarga que se ubica a la espalda del inodoro, cuando se tira de este se abrirá internamente una compuerta que permitirá la descarga de la mezcla al contenedor de estabilización. El número de descargas que se realiza por lo general son de 3 descargas antes que se llene. Cuando este vacío el contenedor de mixtura se debe regresar a su posición original el tirador para descarga y llenarlo con material secante (aserrín) hasta que las aspas del contenedor no se lleguen a observar (4 baldes de 1 galón de volumen).
- El mantenimiento del segundo contenedor que es una bandeja móvil, llamado contenedor de estabilización, se descarga cuando esté lleno y estabilizado. El

material estabilizado se puede usar como mejorador de suelo para arboles de tallo alto.

- Recomendaciones de mantenimiento, cada vez que van a descargar al contenedor de estabilización se debe de espolvorear cal viva para acelerar la deshidratación y se eliminen bacterias y hongos. Esto debido a que las condiciones climáticas de la zona en época de invierno son de alta humedad y presencia de neblina durante muchas horas al día.



Figura 38: Producto final del baño seco DryMix Toilet

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2018.



Figura 39: Descarga del contenedor de mixtura

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

3.6.2. Línea de tiempo del crecimiento de la tecnología

En el 2010, PEBAL La Inmaculada con financiamiento de la Caja de ahorros del Mediterráneo (CAM) ejecutan un proyecto piloto de construcción de 2 baños secos del modelo de doble cámara con eco-sanitario, estos fueron ejecutados en locales comunales del asentamiento humano Villa hermosa y 10 de enero y era de uso comunal. En el 2012, con financiamiento del Servicio Latinoamericano, africano y asiático de vivienda popular (SELAVIP) se ejecuta la construcción de 15 baños secos, pero en esta ocasión era un baño seco por familia. En el 2014, con financiamiento de SELAVIP se realiza la construcción de 32 baños secos de doble cámara de uso familiar.

En el 2016, PEBAL La Inmaculada toma la iniciativa de mejorar la tecnología de baños secos debido a que los usuarios si bien se encontraban satisfechos con el uso del baño; estos aseguraban que ocupaba mucho espacio del terreno que disponían, que por lo general era de 90 a 110 m². Es así que PEBAL La Inmaculada contrata a la empresa ARREBOL Perú S.A.C. para realizar la investigación y proponer un nuevo modelo de baño seco que cumpliera con las siguientes condiciones: Primero que ocupe menos espacio que el baño de doble cámara; segundo que tenga un lapso de mantenimiento prolongado y tercero que su implementación sea más económico que el baño de doble cámara con eco-sanitario. De esta manera se crea el modelo de fibra de vidrio DryMix Toilet que cumple con las dos primeras condiciones solicitadas; menos la tercera, debido a que no llego a ser más económico que un baño de doble cámara.

En el 2017, PEBAL La Inmaculada con financiamiento de SELAVIP ejecutan la implementación de los primeros 80 baños secos modelo DryMix Toilet teniendo una muy buena aceptación entre los usuarios. En el 2018, se vuelve a ejecutar la implementación de 60 baños secos más del nuevo modelo y para el 2019, se implementan los últimos 40 baños secos del modelo de fibra de vidrio finalizando su construcción hasta julio del 2020.

"CRECIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE BAÑOS SECOS EN EL SECTOR NUEVA RINCONADA, DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, REGION LIMA"



Figura 40: Línea de tiempo del crecimiento de la tecnología de baños secos en la Nueva Rinconada, distrito de San Juan de Miraflores, región Lima

3.7. ESTRATEGIAS APLICADAS PARA LA ACEPTACIÓN LA DE LA TECNOLOGÍA

La primera estrategia aplicada para la aceptación de la tecnología fue realizar talleres de presentación en asambleas públicas. En la primera parte del taller se sensibilizaba a las familias sobre los baños de tipo letrinas o silos que tenían en su hogar y los problemas asociados por su mala operación y mantenimiento. Se les hacía saber que a pesar de ser uno de los cuartos más pequeños de casa era uno de los más importantes, pues permite asegurar la salud e higiene de la familia. Además, que tener un baño adecuado brinda la percepción de seguridad, privacidad y comodidad. Muchos de ellos mostraban rostros preocupados pues no contaban con baños que cumplieran con dichas condiciones. Era en ese momento de reflexión cuando se realizaba la segunda parte, dónde se les presentaban las ventajas de los baños secos.

Una segunda estrategia fue llevar inodoros de fibra de vidrio a las asambleas de pobladores para que puedan ver cómo eran los acabados y características de los baños secos, convenciéndose que existían otras alternativas diferentes a los baños de arrastre hidráulico convencionales.

Una tercera estrategia fue hacer visitas con 5 o 7 personas interesadas, a baños construidos anteriormente y que estas familias usuarias dieran el testimonio de su experiencia usando un baño seco.

Una cuarta estrategia fue hacerles saber que el baño seco que adquirirían no debía ser retirado o destruido si lograran obtener los servicios públicos de agua y alcantarillado, pues este baño no dependía de estos servicios para su funcionamiento y que la inversión que hacían era segura y a largo plazo. Además, que, en época de emergencia como un terremoto o pandemia, probablemente se de desabastecimiento de agua; estos baños podrían ser de mucha utilidad, ya que no utilizan agua para su uso.

Una quinta estrategia fue dar plazos de pago para cancelar el monto que solicitaba el proyecto de baños que ascendía a S/700.00, además se les informaba que el monto podía fraccionarse y pagarse mensualmente hasta completar el monto total; pues no existían

intereses ni mora al pagar mensualmente. Además, se les informó que el monto que pagaban era solo un 29 % del costo total, ya que el costo del baño seco DryMix Toilet ascendía a S/2,388.50, pero por ser parte del proyecto de baños secos estaba subvencionado por la financiera SELAVIP.



Figura 41: Taller de en asamblea publica para la identificación de familias

FUENTE: PEBAL La Inmaculada, 2017.

3.8. FUNCIONES DESEMPEÑADAS EN EL PROYECTO

El rol que cumplió Raúl Rafael Huamán Tinco, fue de supervisión, promotoría y desarrollo de los presupuestos y compras en la implementación de baños secos. Todo ello, fue realizado en los proyectos de acceso a la tierra y baños secos del año 2017, 2018 y 2019 que ejecutó PEBAL La Inmaculada en convenio con la financiera SELAVIP.

Entre las actividades generales que desempeñó para el proyecto fueron las de presupuestar y comprar los materiales de construcción, accesorios del baño seco, los inodoros DryMix Toilet y la contratación del maestro albañil. Además, realizar junto al equipo técnico los proyectos de postulación y los informes de avance parcial y final para la financiera del proyecto.

A continuación, se detallan las actividades que realizó para la implementación de los baños secos:

- a. Identificación y selección de familias usuarias que serían parte del proyecto.
- b. Desarrollo de visitas técnicas al terreno para la ubicación del baño seco y la zona de infiltración de aguas grises. Además, indicación de los trabajos de habilitación de terreno en caso fuese necesario.
- c. Gestión en la ferretería para la compra de materiales de construcción, coordinación de su entrega y el seguimiento de habilitación de terrenos.
- d. Supervisión del maestro albañil en la construcción de la cimentación, piso y la instalación del inodoro con su sistema de ventilación. Además, verificar si la familia realizó el cercado del cuarto de baño y el sistema de infiltración del baño.
- e. Desarrollo del material educativo y de los talleres de uso y mantenimiento del baño seco para las familias usuarias.

Todas estas actividades fueron realizadas gracias a la formación profesional que la carrera de ingeniería agrícola brinda en su malla curricular como son las materias de: Abastecimiento de agua potable, Manejo de aguas residuales, Materiales de construcción, Técnica de la construcción, Resistencia de Materiales, Concreto reforzado, Ingeniería del Agua y Medio Ambiente, Programación y supervisión de obras, Proyectos de inversión, Geología y Geotecnia, Mecánica de suelos, Percepción remota y SIG, Ordenamiento territorial, entre otros. Las bases teóricas y prácticas que fueron parte de cada materia ayudaron a enfrentar los retos que se fueron presentando en el campo laboral.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha identificado que los principales puntos críticos en la implementación de baños secos en ambos modelos fueron:

- En la identificación de las familias, porque se presentaban casos de rechazo en el uso del baño una vez construido. Esto generaba que la familia decidiera no usar el baño y retomar el uso de su letrina.
- En el acarreo de materiales, debido a que algunos terrenos se ubicaban en las partes muy alejadas de la carretera donde el acceso es solo por escaleras, lo que generó un aumento del tiempo de construcción y el pago de mano de obra extra para el traslado del material.
- En el seguimiento y monitoreo, porque las familias al finalizar el ciclo de uso demandaban un acompañamiento para el destino final del biosólido. Debido que no tenían áreas verdes donde disponer del biosólido y preferían arrojarlo al camión recolector.

En el caso del baño seco de doble cámara era el frecuente hábito de las familias de generar humedad al usar la ducha, uso de agua excesiva para la limpieza de los pisos del baño y el hábito de arrojar el papel higiénico a las cámaras de deshidratación. Otro punto crítico se presentaba durante el retiro del biosólido, donde las compuertas no llegaban a ser impermeabilizadas generando puntos de ingreso de insectos y de humedad.

En el caso del baño seco DryMix Toilet el primer punto que se observó fue el limitado número de usuarios que se recomienda para su buen funcionamiento, este es de 4 miembros por familia como máximo. Cuando el número de usuarios fue mayor, las cámaras se llenaban rápido ocasionando que no haya un adecuado tratamiento de las heces. Un segundo punto crítico fue la poca resistencia a la humedad y a los movimientos bruscos del hélice y manivela, esto originaba un costo adicional a las familias usuarias porque se tenía que traer un técnico para el remplazo de las piezas. Un tercer punto fue la limitada replicabilidad, observándose que solo sería posible acceder a ella si en la zona existiera un taller de fibra de vidrio y de metalmecánica para la producción de los módulos del modelo DryMix Toilet.

A continuación, se detallan las estrategias aplicadas para superar los puntos críticos en el proceso de implementación.

Una primera estrategia aplicada para la identificación y selección de familias, fue elegir primero terrenos cercanos a carreteras y luego una minoría de familias con terrenos de poca accesibilidad, pero con alta necesidad de un baño. Además, estas familias debían participar en los talleres de uso y mantenimiento para evaluar el grado de compromiso de adquirir un baño seco.

Una segunda estrategia referida al seguimiento y monitoreo, fue brindar asesoría a las familias en el aprovechamiento del biosólido como mejorador de suelo en zonas de reforestación o la creación de jardines en sus viviendas. Se registró que una de las comunidades logro gestionar con la municipalidad distrital una jornada de reforestación de las laderas de sus cerros donde hizo uso del biosólido del baño seco.

Una tercera estrategia referida a la humedad que presentaba el baño seco de doble cámara, fue recomendar el uso de cal viva, aumento de material secante (aserrín) y en caso extremos el retiro del contenido de las cámaras. Con respecto a los malos hábitos de uso del baño seco se realizaron visitas inopinadas y de refuerzo educativo en el uso y mantenimiento de las cámaras de deshidratación.

Una cuarta estrategia aplicada para el limitado número de usuarios del modelo del baño seco DryMix Toilet fue realizar una selección de familias con un máximo número de miembros de 4 integrantes. El punto crítico de la poca resistencia a la humedad de los mecanismos hélice y manivela no lograron ser superados, siendo una de las principales debilidades del modelo DryMix Toilet. Con respecto a la replicabilidad del modelo, la medida más adecuada sería que ante la solicitud de una familia o comunidad que desee contar con un baño seco se le facilitaría el directorio de los proveedores fabricantes de fibra de vidrio y metalmecánica que cuentan con los moldes y diseños.

V. CONCLUSIONES

- En la zona de Nueva Rinconada, el modelo de doble cámara es una alternativa para la adecuada disposición de heces por su bajo costo de implementación, práctico uso y mantenimiento y puede ser replicable por los maestros albañiles de la zona. Sin embargo, no será accesible para todas las familias debido a las diferentes condiciones económicas como las de extrema pobreza, de terreno por presentar zonas con suelos poco permeables para la infiltración de aguas grises y planificación de las viviendas porque tienen un limitado espacio libre para la implementación. Todo ello dificulta que las tecnologías como las de baño seco puedan desarrollarse.
- Se identificó que para una adecuada implementación de ambos modelos es necesario la adecuada identificación de familias, construcción, talleres educativos, seguimiento y monitoreo a cargo de especialistas. Además, se hallaron diferencias significativas en el tiempo de instalación, costos de implementación y replicabilidad entre los modelos de baños secos.
- El crecimiento de la tecnología se alcanzó debido a la aplicación de estrategias como la sensibilización, flexibilidad en los aportes económicos y la capacitación constante de las familias. Además, fue importante el trabajo en conjunto entre las familias, el financiamiento de la cooperación internacional y el compromiso social de instituciones como PEBAL La Inmaculada.

VI. RECOMENDACIONES

- Se propone continuar estudios en el diseño del modelo DryMix Toilet y así aumentar el límite de usuarios máximos.
- Se recomienda realizar trabajos de mejora en el mecanismo de hélice y manivela; así como los materiales de fabricación, para lograr mejorar su resistencia a la humedad.
- Se sugiere un estudio comparativo de costos de implementación a gran escala del baño seco de doble cámara y modelo DryMix Toilet.
- Sería recomendable que las comunidades y el gobierno local repliquen la experiencia de reforestación con el biosólido de los baños secos en zonas de riesgo por deslizamiento.
- Se sugiere que, para lograr la aceptación de la tecnología; las familias usuarias deben participar de forma activa durante la implementación del baño a través de un aporte económico y/o con la construcción del cercado del baño.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ccanre, P. (2020). La Tierra Prometida. Las invasiones a la zona agropecuaria de Villa El salvador y la Nueva Rinconada en San Juan de Miraflores. Lima, 2000. (Tesis presentada para obtener el Título Profesional de Licenciado en Historia, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Repositorio digital <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4727>
- DIACONÍA. (2017). Guía de uso y mantenimiento nuestro baño compostera. Recuperado de https://issuu.com/diaconiacomunicaciones/docs/guia_ba_o_compostera.
- Gallo Marcas, C.M., Sato Onuma, J.M. (2020). Plan Comunal de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de Nueva Rinconada, Pamplona Alta, Distrito San Juan de Miraflores. Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES. Recuperado de https://predes.org.pe/wp-content/uploads/2020/09/PPRRDD-NUEVA-RINCONADA_VFINAL.pdf.
- Miglio, R. & Spittler, H. (s.f.). Saneamiento ecológico (ECOSAN) como instrumento para ahorrar agua en el transporte de excretas. Recuperado de [http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/files/ponencias/SANEAMIENTO%20ECOL%C3%93GICO%20\(ECOSAN\)%20COMO%20INSTRUMENTO%20PARA%20AHORRAR%20AGUA.pdf](http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/files/ponencias/SANEAMIENTO%20ECOL%C3%93GICO%20(ECOSAN)%20COMO%20INSTRUMENTO%20PARA%20AHORRAR%20AGUA.pdf)
- ONU-Agua. (2021). Resumen actualizado de 2021 sobre los progresos en el ODS 6: agua y saneamiento para todos. Recuperado de https://www.unwater.org/app/uploads/2021/12/SDG-6-Summary-Progress-Update-2021_Version-July-2021_SP.pdf

OPS, CEPIS. (2005). Guías de diseño para letrinas de procesos secos. Lima, Perú.

OPS, CEPIS. (2005). Operación y mantenimiento para letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado. Lima, Perú.

PEBAL La Inmaculada. (s.f.). Misión. Recuperado de <https://pebalsj.org/nosotros/>.

Romero, E. (2020). Perú: Formas de Acceso al agua y Saneamiento Básico. INEI. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf.

Rotaria del Perú SAC. (s.f.). Construcción de baño seco mejorado – Cámaras de ladrillos. Recuperado de <https://www.rotaria.net/peru3/rotaria/files/Manual%20BS%20ladrillo%20act.pdf>

Salud sin límites. (s/f). Manual de construcción de baño ecológico seco. Recuperado de <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Manual-de-construccion-de-ba--o-ecologico-seco.pdf>

TECHO - Perú. (2018). Relevamiento de asentamientos populares - San Juan de Miraflores. Recuperado de <http://datos.techo.org/dataset/39047c97-5b38-478a-a958-f8d9d7bd28be/resource/99e59185-d06e-4921-b0b5-baee3b8cd9ad/download/informe-relevamiento-de-asentamientos-populares-sjm.pdf>.

Villafranca, B. (2020). Soluciones descentralizadas de saneamiento sostenible. (Tesis presentada para obtener el Título de ingeniera agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina). Repositorio digital <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4649>

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto de un baño seco modelo doble cámara eco-sanitario

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Costo Parcial (S/)
1	Materiales				
1.1	Ladrillos	Pza	120	S/0.50	S/60.00
1.2	Cemento	bolsas	4	S/17.80	S/71.20
1.3	Piedra chancada	m3	0.5	S/80.00	S/40.00
1.4	arena fina	m3	0.5	S/90.00	S/45.00
1.5	arena gruesa	m3	1	S/55.00	S/55.00
1.6	Fierro 8 mm	und	1	S/35.00	S/35.00
1.7	Tubo desague 4"	und	2	S/18.00	S/36.00
1.8	sombrero desague 4"	und	2	S/7.50	S/15.00
1.9	tubo desague 2"	und	1	S/16.50	S/16.50
1.10	Te desague 2"	und	2	S/6.50	S/13.00
1.11	codos desague 2"	und	4	S/4.50	S/18.00
1.12	tapa desague 2"	und	1	S/28.00	S/28.00
1.13	pegamento para PVC - 250 mL	und	1	S/12.00	S/12.00
1.14	Taza con funcion de separacion	und	1	S/50.00	S/50.00
1.15	urinario	und	1	S/50.00	S/50.00
1.16	tapa de taza water	und	1	S/15.00	S/15.00
1.17	compuerta con marco	und	2	S/15.00	S/30.00
	Costo de materiales				S/589.70
2	Accesorios del baño				
2.1	lavadero de manos y accesorios	und	1	S/60.00	
	Costo de accesorios				S/60.00
3	Mano de obra				
3.1	Maestro albañil	global	1	S/315.00	
	Costo de mano de obra				S/315.00
4	Equipos - Herramientas - otros				
4.1	*Herramientas (10 % de la mano de obra)	global	1	S/35.00	
	Costo de Equipos - Herramientas - otros				S/35.00
5	Equipo técnico				
5.1	Ingeniero especialista / promotor de campo	global	1	S/300.00	
	Costo de Equipo técnico				S/500.00
TOTAL PRECIO POR BAÑO SECO					S/1,499.70

* Las herramientas son del maestro albañil, tal como se indicaba en el contrato.

Anexo 2: Presupuesto de un baño seco modelo DryMix Toilet

N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (S/)	Costo Parcial (S/)
1	Materiales				
1.1	Listones de madera de 1-1/2 x 2 plg. 2,50 m.	18	und	5	S/90.00
1.2	Listones de madera de 2 x 2 plg. 2,50 m.	4	und	6	S/24.00
1.3	Calamina 0.22mm x 3.6m x 0.8m	3	und	17	S/51.00
1.4	Triplay de 1,22 x 2,44 m. x 4 mm.	8	und	18	S/144.00
1.5	Tornillo de 4 pulgadas 3/16	12	und	1.3	S/15.60
1.6	bisagras	3	und	3.5	S/10.50
1.7	chapa de puerta de una vuelta	1	und	20	S/20.00
1.8	clavos para eternit	0.5	kg.	8	S/4.00
2	Mano de obra				
2.1	Maestro albañil	1	global	200	S/200.00
				Costo total	S/559.10

Anexo 3: Presupuesto de un baño seco modelo DryMix Toilet

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Costo Parcial (S/)
1	Materiales				
1.1	Cemento	bolsa	4	S/25.50	S/102.00
1.2	Arena gruesa	m3	1	S/48.00	S/48.00
1.3	Piedra chanchada	bolsa	4	S/4.00	S/16.00
1.4	Clavos de 2" y 3" pulgadas	kg	0.5	S/8.00	S/4.00
1.5	Codos de 2 pulgadas 90°	und	6	S/2.00	S/12.00
1.6	Codos de 2 pulgadas 45°	und	2	S/2.00	S/4.00
1.7	Yee de 2" pulgadas	und	2	S/2.50	S/5.00
1.8	TEE de 2" pulgadas 90°	und	2	S/2.50	S/5.00
1.9	Sombrero de ventilación 4"	und	1	S/6.00	S/6.00
1.10	Tubo de 4" pulgadas santa rosa pesado	und	1	S/16.00	S/16.00
1.11	Tubos de 2" pulgadas	und	3	S/14.00	S/42.00
1.12	Sumidero de ducha de 2"	und	1	S/5.00	S/5.00
1.13	Codos de 4"	bolsa	2	S/6.00	S/12.00
1.14	Pegamento oite	8 onzas	1	S/20.00	S/20.00
1.15	Malla mosquitera	metro lineal	1	S/5.50	S/5.50
1.16	Tornillo autoroscante de 2"	doc	1	S/3.00	S/3.00
1.17	Pegamento de luna (cerrado)	und	1	S/43.00	S/43.00
1.18	Desagüe para lavatorio	und	1	S/4.00	S/4.00
	Costo de materiales				S/352.50
2	Accesorios del baño				
2.1	Inodoro Modelo DryMix Toilet	und	1	S/950.00	
2.2	Lavatorio en fibra de vidrio 0.47x0.37cm.	und	1	S/26.00	
2.3	Urinario para baño seco en fibra de vidrio	und	1	S/35.00	
2.4	Tapa de inodoro	und	1	S/35.00	
	Costo de accesorios				S/1,046.00
3	Mano de obra				
3.1	Maestro albañil	global	1	S/405.00	
	Costo de mano de obra				S/405.00
4	Equipos - Herramientas - otros				
4.1	*Herramientas (10 % de la mano de obra)	global	1	S/45.00	
	Costo de Equipos - Herramientas - otros				S/45.00
5	Equipo técnico				
5.1	Ingeniero especialista / promotor de campo	global	1	S/300.00	
	Costo de Equipo técnico				S/500.00
6	Transporte				
6.1	Movilidad	global	1	S/40.00	
	Costo de Transporte				S/40.00
TOTAL PRECIO POR BAÑO SECO					S/2,388.50

* Las herramientas son del maestro albañil, tal como se indicaba en el contrato.

Anexo 4: Presupuesto valorizado de un cuarto de baño seco de pared triplay, techo calamina y puerta de triplay

N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (S/)	Costo Parcial (S/)
1	Materiales				
1.1	Listones de madera de 1-1/2 x 2 plg. 2,50 m.	18	und	8	S/144.00
1.2	Listones de madera de 2 x 2 plg. 2,50 m.	4	und	8	S/32.00
1.3	Calamina 0.22mm x 3.6m x 0.8m	3	und	28	S/84.00
1.4	Triplay de 1,22 x 2,44 m. x 4 mm.	8	und	30	S/240.00
1.5	Tornillo de 4 pulgadas 3/16	12	und	1.5	S/18.00
1.6	bisagras	3	und	4	S/12.00
1.7	chapa de puerta de una vuelta	1	und	22	S/22.00
1.8	clavos para eternit	0.5	kg.	8	S/4.00
2	Mano de obra				
2.1	Maestro albañil	1	global	250	S/250.00
				Costo total	S/806.00

Anexo 5: Ficha de guía de uso del baño seco modelo DryMix Toilet



PEBAL LA INMACULADA
JESUITAS DEL PERÚ

GUIA DE USO ADECUADO

PEBAL LA INMACULADA
www.pebalsj.org/
TELÉFONOS: (01) 2850337



LAVARSE LAS MANOS
DESPUES DE IR AL BAÑO







DEJAR TAPADO EL INODORO
DESPUES DE CADA USO



LOS HOMBRES PUEDEN ORINAR
PARADOS EN EL URINARIO
O SENTARSE EN EL INODORO





NO ORINAR PARADOS
EN EL INODORO





SENTARSE AL FONDO PARA
ASEGURAR LA SEPARACIÓN
DE HECES Y ORINA





NO DEJAR CAER LAS HECES
EN EL SEPARADOR DE ORINA





ECHAR UN POCO DE AGUA
JABONOSA AL URINARIO
CUANDO TIENE OLORES





NUNCA ECHAR AGUA, NI BASURA
AL COMPARTIMIENTO DE HECES





ANTES DE USAR:
COLOCAR LA MANIVELA PARA ATRÁS
Y LEVANTAR LA TAPA DEL ASIENTO SANITARIO





DESPUES DE USAR:
GIRAR LA MANIVELA EN SENTIDO
ANTIHORARIO 10 VECES, PARA ASEGURAR
LA MEZCLA DEL MATERIAL SECANTE



Anexo 6: Ficha de guía de mantenimiento del baño seco modelo DryMix Toilet

GUIA DE MANTENIMIENTO

PEBAL LA INMACULADA
www.pebalsj.org/
TELÉFONOS: (01) 2850337

A. INODORO SEPARADOR.
B. ASIENTO SANITARIO.
C. MANIVELA.
D. TUBO DE VISUALIZACIÓN.
E. TUBO DE VENTILACIÓN.
F. CONTENEDOR DE MIXTURA.
G. CONTENEDOR DE ESTABILIZACIÓN.
H. TIRADOR PARA DESCARGA DE MATERIA SECANTE.



A Y B SE PUEDEN RETIRAR PARA LIMPIAR FUERA.
C Y E NUNCA SE DEBEN RETIRAR.
D SE RETIRA PARA VER CON LINTERNA EL NIVEL DE **G**.



CUANDO ES MUY DURO GIRAR LA MANIVELA HAY QUE HACER LA DESCARGA JALANDO H Y LUEGO GIRAR C, CUANDO YA NO HAY MATERIAL VOLVER H A SU LUGAR.



CUANDO **F** ESTÁ VACIO LLENARLO CON MATERIAL SECANTE LAS 2/3 PARTES. ESTÁ LISTO PARA SEGUIR SIENDO USADO

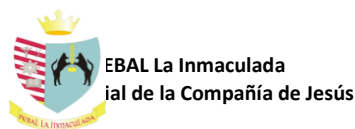


DÉSPUÉS DE 2 DESCARGAS DE **F** ES PROBABLE QUE **G** ESTÉ LLENO. VERIFICAR CON **D**. SI ESTÁ LLENO ABRIR LA COMPUERTA POSTERIOR Y RETIRAR EL MATERIAL ESTABILIZADO



EL MATERIAL ESTABILIZADO SE PUEDE USAR COMO ABONO PARA TALLO ALTO. VOLVER A COLOCAR **G** EN SU LUGAR Y VOLVER A REPETIR EL PROCESO.

Anexo 7: Formato del acta de compromiso de las familias que fueron parte del proyecto de baños secos



Proyecto: AM/35/2018 “ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA, VIVIENDA SEGURA Y BAÑOS SECOS”

ACTA DE COMPROMISO DE PARTICIPACION

YoDNI, Teléfono.....

Y dirección.....La Nueva Rinconada, San Juan de Miraflores el jefe(a) de familia me comprometo a participar del proceso de implementación de baños ecológicos secos, que forma parte del Proyecto “**ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA, VIVIENDA SEGURA Y BAÑOS SECOS**”, ejecutado por **PEBAL – La Inmaculada** en colaboración con la Fundación SELAVIP (Servicio Latinoamericano Africano y Asiático de Vivienda Popular).

Reunido con el representante de PEBAL la Inmaculada, me comprometo a:

- 1.- Culminar el cercado de la caseta o cuarto del baño seco (paredes y techo) con materiales que disponga según su economía y a realizar el sistema de infiltración del baño.
- 2.- Participar de las actividades de construcciones dando facilidades para la habilitación del terreno, traslado de materiales y normal desarrollo de su implementación.
- 3.- Participar de talleres de capacitación comunal e individual que se realizarán en cada uno de los AA.HH. como parte del proceso educativo que garantiza el buen uso y mantenimiento de la tecnología.
- 4.-Difundir y participar del seguimiento del buen funcionamiento del baño seco que será promovido como una tecnología saludable y que cuida el medio ambiente en nuestras comunidades.

PEBAL – La Inmaculada, se compromete a la implementación del baño seco, contratar al maestro albañil, sensibilizar, capacitar y acompañar la experiencia, así como el ciclo de obtención y destino del compost.

La familia recibirá el apoyo de lo anteriormente mencionado, comprometiéndose a dar un aporte de S/. 700 soles, con los siguientes plazos:

	Monto	Fecha de pago
Cuota N° 01		
Cuota N° 02		
Cuota N° 03		
TOTAL		

.....
Firma del Jefe(a) de Familia

Lima,..... de 201....

Anexo 8: Ficha de evaluación para la ubicación del baño seco

FICHA DE CAMPO N°.....

EVALUACIÓN PARA LA UBICACIÓN DEL BAÑO SECO

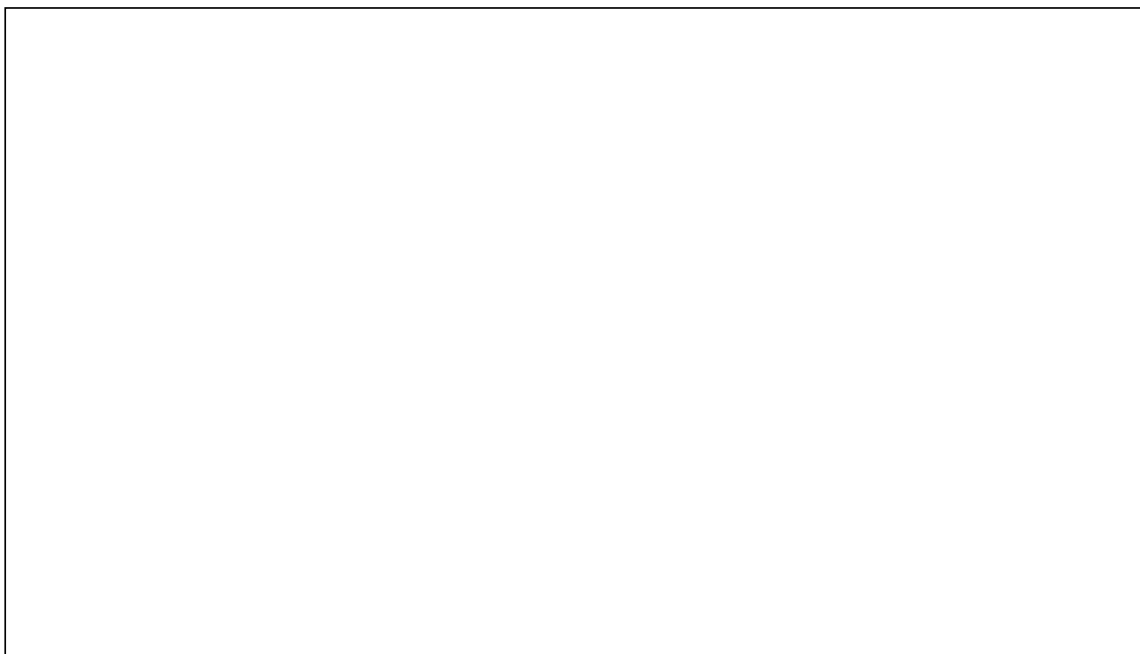
Propietario(a) : _____ Firma: _____
AA.HH. : _____
Manzana/Lote : _____
Fecha: _____

- 1. UBICACIÓN EN LA VIVIENDA (POSTERIOR, MEDIA O DELANTERA)**

- 2. ZONA DE INFILTRACIÓN (SILO ANTIGUO, NUEVO SILO U OTRO)**

- 3. OBSERVACIONES ADICIONALES**

- 4. CROQUIS DE LA VIVIENDA CON LA UBICACIÓN DEL BAÑO SECO (DIBUJAR LA VIVIENDA Y UBICACIÓN DEL BAÑO SECO, UBICAR EL LUGAR DE INFILTRACIÓN DE AGUAS GRISES).**



Anexo 9: Ficha de seguimiento y monitoreo de baños secos



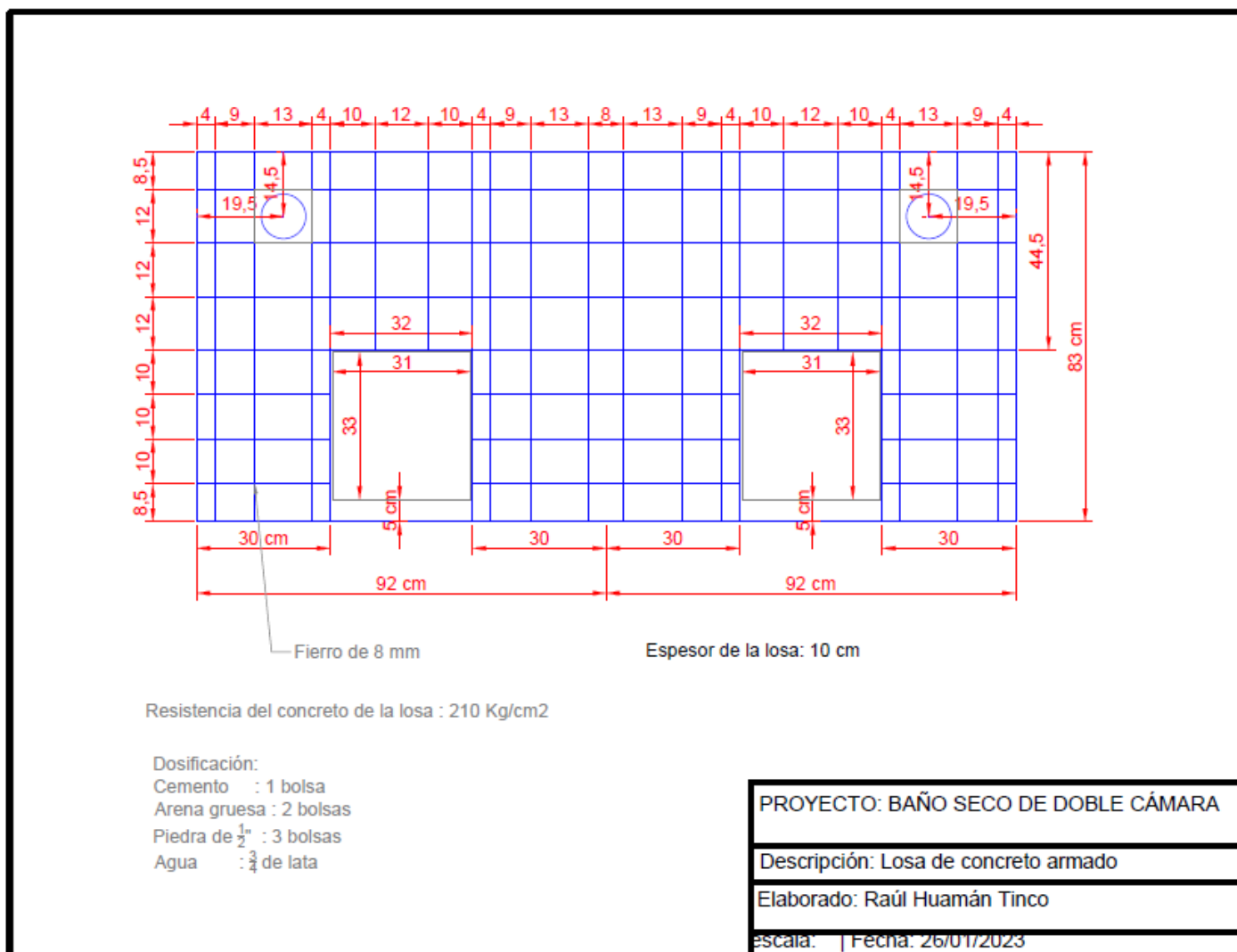
PEBAL LA INMACULADA
Obra Social de la Compañía de Jesús

SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL FUNCIONAMIENTO DE BAÑOS ECOLOGICOS SECOS IMPLEMENTADOS EN AA.HH. DE NUEVA RINCONADA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

FICHA DE RECOJO DE DATOS

Nº	Fechas (día/mes/año)		Familia Usuaría del baño			Técnico Observador					Recomendaciones Brindadas para la Familia (enlistar las mas importantes)		
	Inicio de Uso	Fecha de Visita	Nombres y Apellidos	AA.HH. /Mz y Lt)	Firma	Nombre de Observador Técnico	Observaciones: Parámetros de percepción (Parámetro – puntaje)					Firma	
							P1	P2	P3	P4			P5
1												
2												
3												

Anexo 10: Plano Estructural del baño seco modelo de doble cámara eco-sanitario



Baño Ecológico Seco

“Cuida la Salud de la Familia”

CARTILLA DE CONSTRUCCIÓN DE BAÑO SECO DE DOBLE CÁMARA CON ECO-SANTARIO



San Juan de Miraflores, Lima Sur, Perú.

2022

I PARTE: IMPLEMENTACIÓN

I.1 Elección del terreno

El baño requiere un área mínima de 2m x 2m, revisar que el área posea estabilidad y que no tenga infiltraciones de agua o de alta humedad por cañerías o pisos. La humedad puede afectar a las cámaras de deshidratación.

Sobre el desnivel y acceso

Es recomendable buscar desnivel natural para que el acceso al baño sea plano. El acceso se muestra en la figura 1.

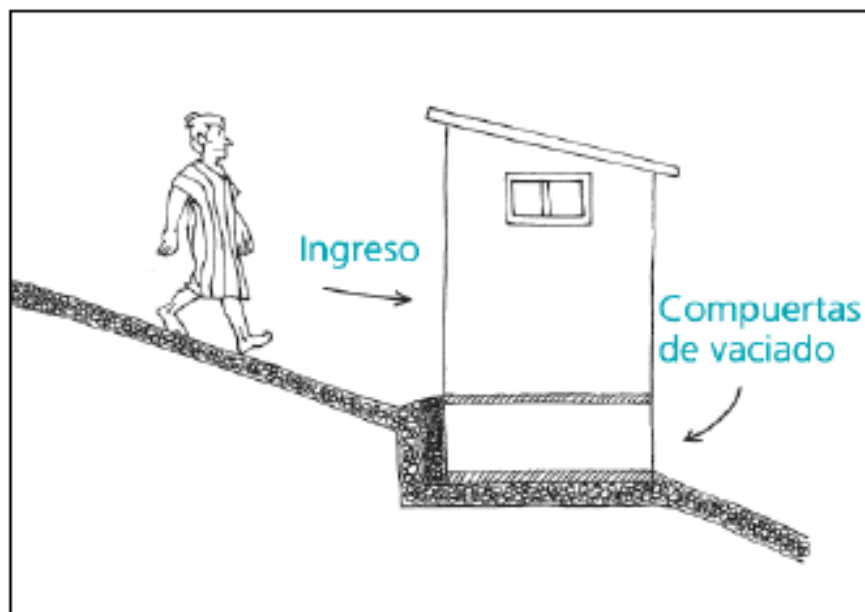


Figura 1. Terreno con desnivel

Si no hubiera desnivel en el acceso, se deberá hacer el piso del baño más alto y con pasos de escalera en la entrada como se muestra en la siguiente imagen (Figura 2).

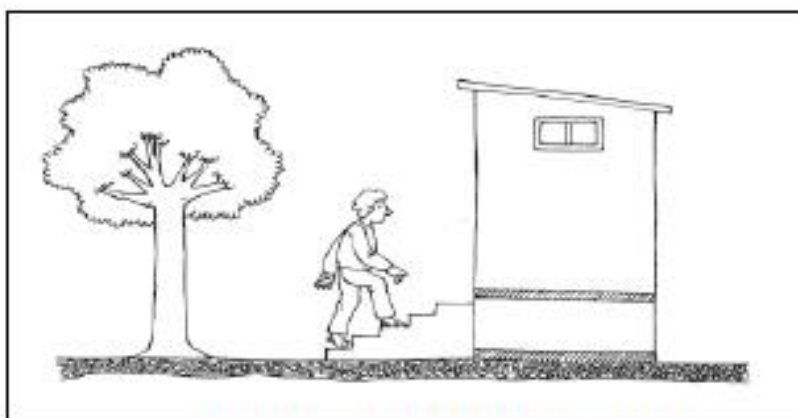


Figura 2. Terreno con desnivel

I.2 Cámara de un baño

Luego de haber dispuesto el área que será elegida para el baño se iniciará con la construcción de las cámaras de deshidratación. Se puede realizar con las siguientes indicaciones:

- a) Dejar un área al lado del perímetro de la casa de mínimo 1.20m para poder abrir las puertas traseras de la cámara.



Figura 3. Separación de las compuertas para el mantenimiento

- b) Trazar un agujero de profundidad de 25 cm en forma de 8 para la cimentación de las cámaras: de 1,0 m x 1,9 m.



Figura 4. Sentado de ladrillos sobre la cimentación.

- c) Luego colocar los ladrillos (pandereta u otro de uso local) y construir la base como material de concreto. Usar la proporción de 1 bolsa de cemento por 3 bolsas de arena gruesa para el sentado de ladrillo.



Figura 5. Sentado de las 7 hileras de ladrillo.

- d) Las cámaras deben tener una altura de 80 cm, que equivale a 7 hileras de ladrillos pandereta.
- e) Se sugiere adelgazar el ladrillo en la parte delantera de la cámara para que sea más cómodo sentarse en el baño, según el gráfico que se muestra a continuación.



Recuerda:

Las paredes de la parte interna de las cámaras se deben tarrajear con cemento y dejarlo pulido.

Igualmente se debe tarrajear la parte exterior de la cámara, no requiere pulido.

Figura 6. Detalles de las cámaras de deshidratación.

1.3 Tubo de orina

Se recomienda dejar un orificio en la pared del medio y en la pared donde saldrá el tubo de orina para el tubo de orina de 2 pulgadas, es decir, un orificio de 2.54 cm). Asegurarse que el tubo de orina posea continuamente una caída de 5 cm por cada metro, con el fin de que la orina no se pueda acumular dentro del tubo o codos, esto asegura que no almacene líquidos y así evitar olores fuertes en el baño.

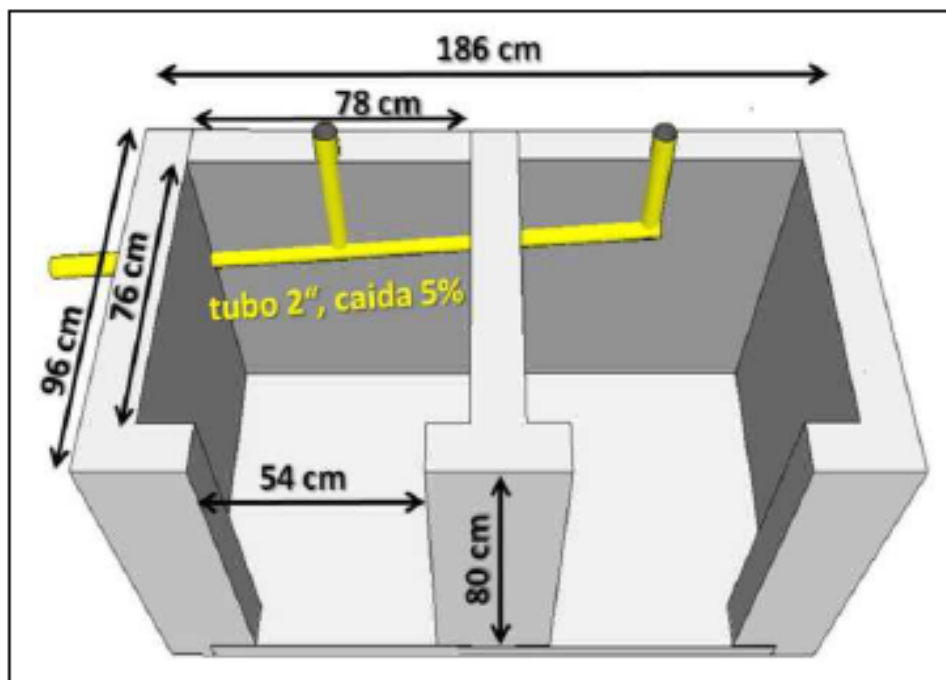


Figura 7. Detalles de las tuberías de orina.

La orina que sale fuera del baño puede ser infiltrada en un silo con confitillo o piedras pequeñas, se debe usar una tubería de 2 pulgadas. Toma en cuentas estas dos consideraciones para infiltrar la orina:

- A. Solo es posible si el suelo tiene capacidad comprobada de infiltración, es decir suelos arenosos que no retienen agua. Los suelos rocosos son poco aptos, pero pueden ser rellenados con suelo arenoso o confitillo para mejorar su capacidad de infiltración.
- B. Los silos de infiltración deben ser hechos con 1.50 m de profundidad como mínimo y fuera de la vivienda, respetando la libre circulación y en una zona segura de riesgos sin afectar a las casas colindantes.

Baño Ecológico Seco - "Cuida la Salud de la Familia"

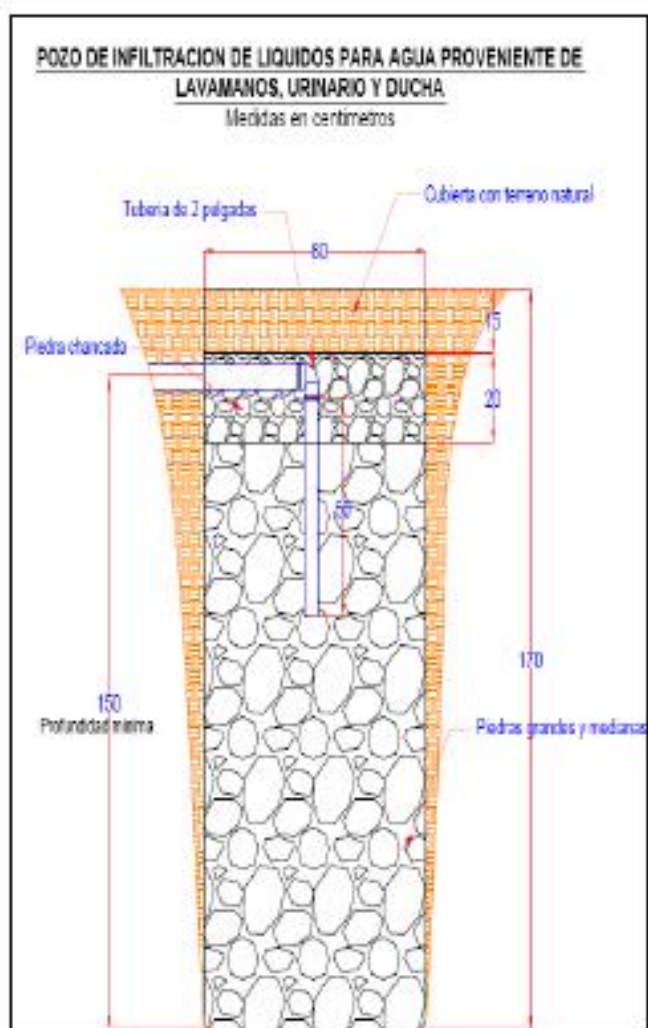


Figura 8. Pozo de infiltración de orinas.

Baño Ecológico Seco - "Cuida la Salud de la Familia"

La orina también puede ser reutilizada en una galonera, esta última opción demanda mayor mantenimiento, pero ayuda a que la orina pueda ser usada como fertilizante en áreas rurales donde se desea aprovechar la orina como un fertilizante. Hay un video que facilitan su aplicación: https://www.youtube.com/watch?v=w2amEw0_p54



Figura 9. Galonera recolectora de orina.

I.4 Tapa de concreto

Es recomendable para la tapa de las cámaras (banca para sentarse) que el material sea construido con base de fierro y cemento, teniendo siempre cuidado especial con las dimensiones de la estructura.

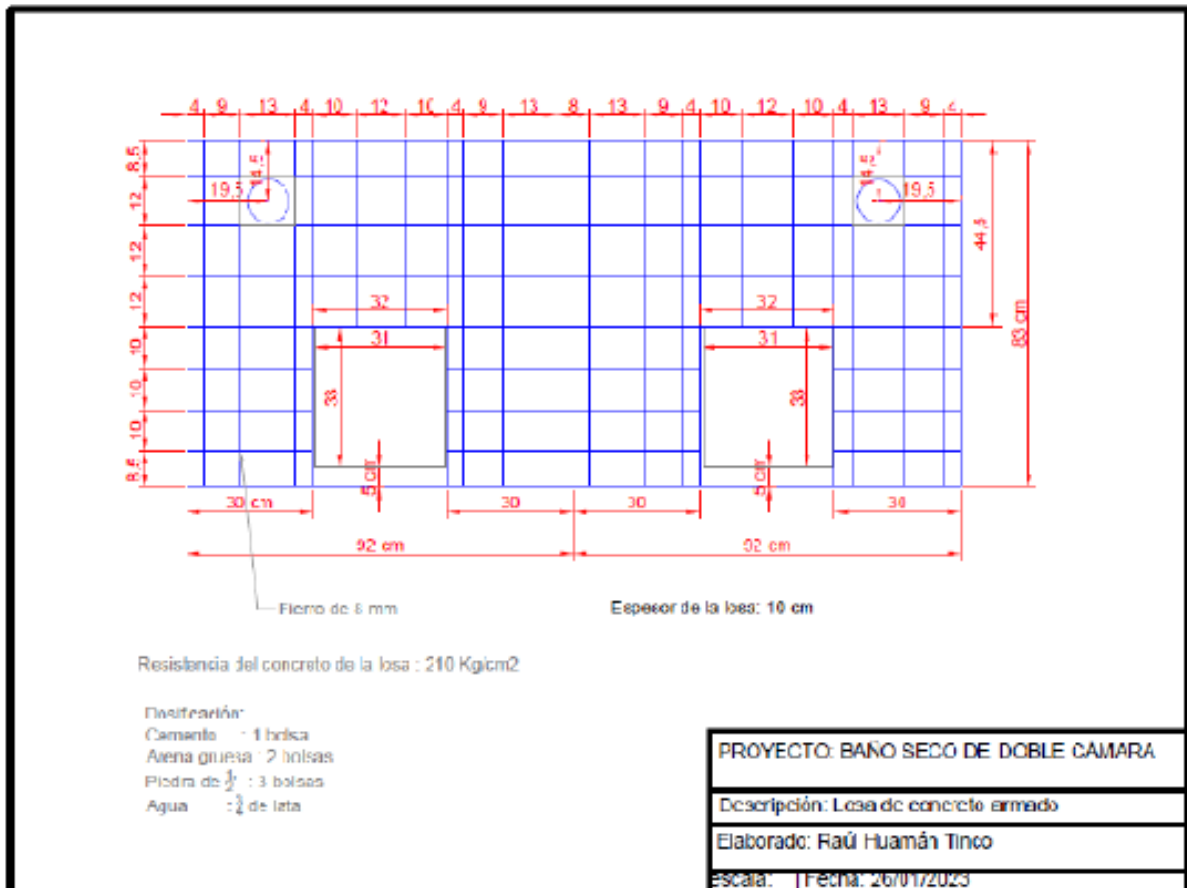


Figura 10. Planos estructurales de las tapas en las cámaras de deshidratación.

1.5 Tubos de ventilación

Es recomendable utilizar tubos de 4", colocados de forma vertical con una altura aprox. de 3m, los cuales deben introducirse 30 cm en el interior de las cámaras (es necesario un tubo de ventilación para cada cámara).

En el extremo superior del tubo se debe colocar una "T" de PVC y en su interior una malla para evitar el ingreso de insectos a las cámaras.

Los tubos pueden ubicarse en el interior del baño, así como en exterior, según las condiciones y facilidades del lugar de construcción.



Figura 11. Tubería de ventilación colocada en cada cámara.

I.6 Compuertas de concreto

Las compuertas se construyen con concreto armado y deben tener 2 asas (jaladores de compuerta) a los extremos para facilitar su manipulación; para armar las compuertas es necesario una estructura metálica con acero corrugado, también se pueden utilizar láminas de acero, madera u otro material disponible. Las dimensiones están en función de diseño de la cámara que va construir.



Figura 12. Colocación de las compuertas en las cámaras.

I.7 Acabados

El acabado de las bancas y el piso/ducha se pueden hacer con mayólica (dejando libre las áreas del borde del asiento o con cemento pulido).

Fijar la tapa sanitaria con los tornillos en la banca detrás de la taza separadora. Niños (hasta 6 años) necesitan un adaptador para el asiento sanitario.

Baño Ecológico Seco - *"Cuida la Salud de la Familia"*



Figura 13. Ejemplos de acabados de baños secos de doble cámara.