

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN
ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y
BIOCOMBUSTIBLE”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA

ASESOR:

Ing. SABINO POMPEYO BASUALDO MONTES

Lima – Perú

2023

© 2023, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

Leon Zorrilla, Franklin Joel

fleonz@uni.pe

921895092

AGRADECIMIENTO

En especial a mis padres Teófilo Leon Rivera y Julia Aida Zorrilla Rojas y Hermanos Alex y Milagros por ser el sustento a lo largo de mis estudios y el desarrollo de la presente Tesis.

Agradecimiento especial a mi asesor Ing. Basualdo Montes, Sabino Pompeyo por su disponibilidad y enseñanzas para la realización de la Tesis.

Un reconocimiento a mi familia, amigos y personas que me brindaron su colaboración y apoyo a lo largo de mi formación profesional.

ÍNDICE	Pág.
ÍNDICE	1
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
PRÓLOGO	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABLAS	12
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	14
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	20
1.1. GENERALIDADES.....	20
1.2. PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	20
1.3. OBJETIVOS.....	23
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	23
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	23
1.4. HIPÓTESIS.....	23
1.5. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	23
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	26
2.1. ENERGÍAS RENOVABLES.....	26
2.2. BOMBEO CON BIOCOMBUSTIBLE O BIOGÁS.....	26
2.2.1. <i>Elementos del sistema de bombeo con biocombustible</i>	26
2.2.2. <i>Bombas con motor a combustión interna</i>	27
2.2.3. <i>Biocombustible o biogás</i>	27
2.2.4. <i>Factores en la producción de biogás</i>	28
2.2.4.1. Digestión anaeróbica.....	28
2.2.4.2. Composición bioquímica de materias primas.....	30
2.2.4.3. Niveles de sólidos totales y sólidos volátiles.....	30
2.2.4.4. Temperatura.....	31
2.2.5. <i>Estimación de biogás generado</i>	31
2.2.6. <i>Diseño de reactor tipo Taiwanés o tubular</i>	31
2.2.6.1. Características de diseño.....	32
2.3. BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR.....	37
2.3.1. <i>Elementos del sistema de bombeo con energía solar</i>	37

2.3.1.1. Bomba con motor eléctrico	38
2.3.1.2. Generador fotovoltaico.....	38
2.3.1.3. Batería.....	40
2.3.1.4. Regulador de carga	41
2.3.1.5. Inversor	41
2.3.2. <i>La energía solar</i>	42
2.3.3. <i>Radiación e Irradiación</i>	42
2.3.4. <i>Insolación y HSP</i>	43
2.3.5. <i>Posición y orientación del módulo</i>	44
2.3.6. <i>Irradiación sobre superficie inclinada</i>	45
2.3.7. <i>Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica</i>	46
2.3.7.1. Estimación de consumo.....	46
2.3.7.2. Dimensionamiento de paneles	46
2.3.7.3. Dimensionamiento de la batería	47
2.3.7.4. Dimensionamiento del regulador.....	47
2.3.7.5. Inversor de corriente	48
2.4. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.....	48
2.4.1. <i>Periodo de diseño</i>	48
2.4.1.1. Determinación del periodo de diseño	48
2.4.1.2. Elección del periodo óptimo de diseño.....	49
2.4.2. <i>Población de diseño</i>	49
2.4.2.1. Método de cálculo.....	50
2.4.3. <i>Dotación de agua</i>	50
2.4.4. <i>Variaciones de consumo</i>	51
2.4.4.1. Caudal de diseño del sistema de agua potable	51
2.4.4.2. Coeficientes de variación K_1 y K_2	52
2.5. COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	52
2.5.1. <i>Fuentes de abastecimiento</i>	52
2.5.1.1. Tipos de fuentes de agua	52
2.5.1.2. Calidad del agua	53
2.5.2. <i>Captación de agua</i>	53
2.5.2.1. Consideraciones para captación subterránea.....	53
2.5.2.2. Diseño de captación tipo ladera	54
2.5.3. <i>Línea de impulsión</i>	57
2.5.3.1. Caudal y diámetro de bombeo.....	57
2.5.3.2. Pérdida de carga por fricción.....	58
2.5.3.3. Pérdida de carga locales	59

2.5.3.4. Tuberías	60
2.5.4. Estación de bombeo	61
2.5.4.1. Ubicación de la estación de bombeo.....	61
2.5.4.2. Elementos de la estación de bombeo.	61
2.5.4.3. Diseño del sistema de bombeo	62
2.5.4.4. bombas hidráulicas	64
2.5.4.5. Golpe de ariete.....	65
2.5.5. Tratamiento de agua.....	67
2.5.5.1. Definición de los procesos de tratamiento.....	68
2.5.5.2. Desinfección de Agua	69
2.5.5.3. Diseño de sistema de cloración.....	69
2.5.6. Reservoirio de almacenamiento.....	70
2.5.6.1. Consideraciones básicas	70
2.5.6.2. Diseño estructural	70
2.5.7. Red de distribución	76
2.5.7.1. Consideraciones de diseño.....	76
2.5.7.2. Tipos de red	77
2.5.7.3. Diseño hidráulico de red ramificada	77
2.5.7.4. Componentes complementarios	78
2.5.7.5. Conexiones domiciliarias	78
2.6. AGUA RESIDUAL Y TRATAMIENTO.....	79
2.6.1. Aguas residuales e importancia del tratamiento	79
2.6.1.1. Aguas residuales.....	79
2.6.1.2. Importancia del tratamiento de aguas residuales.....	79
2.6.2. Caracterización de las aguas residuales.....	79
2.6.2.1. Características físicas.....	80
2.6.2.2. Características químicas.....	80
2.6.2.3. Características biológicas.....	80
2.6.3. Procesos de tratamiento de aguas residuales	80
2.6.3.1. Pre tratamiento o tratamiento preliminar	81
2.6.3.2. Tratamiento primario.....	81
2.6.3.3. Tratamiento secundario	82
2.6.3.4. Tratamiento terciario	82
2.6.4. Consideraciones para el diseño del sistema de tratamiento.....	82
2.6.5. Sistema de tratamiento rural.....	83
2.6.5.1. Elementos del sistema.....	83
2.6.5.2. Consideraciones en el diseño de los elementos	84

2.6.6. <i>Diseño de tratamiento</i>	85
2.6.6.1. Tanque séptico mejorado o biodigestor autolimpiable.....	85
2.6.6.2. Campo de percolación.....	88
2.6.6.3. Zanjas de percolación.....	90
2.7. COSTOS Y BENEFICIOS.....	90
2.7.1. <i>Costos del proyecto</i>	90
2.7.1.1. Costos directos.....	91
2.7.1.2. Costos indirectos.....	91
2.7.2. <i>Costos de operación y mantenimiento</i>	92
2.7.3. <i>Beneficios sociales</i>	92
2.7.3.1. Estimación de beneficios sociales en agua potable.....	93
2.7.4. <i>Conversión a costos sociales</i>	93
2.8. EVALUACIÓN SOCIAL DE LA INVERSIÓN.....	94
2.8.1. <i>Metodología costo beneficio</i>	94
2.8.1.1. Valor actual neto (VAN).....	94
2.8.1.2. Tasa interna de retorno social (TIRS).....	95
2.8.2. <i>Metodología costo eficacia</i>	95
2.8.2.1. Línea de corte del ICE.....	96
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO.....	97
3.1. LOCALIDAD SELECCIONADA.....	97
3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	97
3.3. CLIMA.....	98
3.4. TOPOGRAFÍA.....	98
3.5. IDIOMA.....	99
3.5. DEMOGRAFÍA.....	99
3.6. VIVIENDA.....	100
3.6. ECONOMÍA.....	100
3.7. ACCESIBILIDAD.....	101
3.8. SERVICIOS BÁSICOS.....	101
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	103
4.1. CÁLCULOS PRELIMINARES.....	103
4.1.1. <i>Periodo de diseño</i>	103
4.1.2. <i>Población de diseño</i>	103
4.1.3. <i>Dotación de agua</i>	104
4.1.4. <i>Variaciones de consumo</i>	104
4.1.5. <i>Resumen de los parámetros de diseño</i>	105

4.2. SISTEMA DE AGUA POTABLE	105
4.2.1. Fuentes de abastecimiento.....	105
4.2.2. Captación.....	109
4.2.3. Diseño de línea de impulsión.....	112
4.2.3.1. Caudal y diámetro de impulsión	112
4.2.3.2. Diseño de línea de impulsión.....	112
4.2.3.3. Estimación del golpe de ariete.....	115
4.2.4. Elección de equipo de bombeo	116
4.2.4. Reservorio.....	118
4.2.4.1. Cálculo de momentos y espesores.....	118
4.2.4.2. Distribución de armadura.....	122
4.2.4.3. Chequeo por esfuerzo cortante y adherencia	123
4.2.4. Diseño de sistema de cloración.....	124
4.2.5. Red de distribución	125
4.3. TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	129
4.3.1. Caracterización de las aguas residuales.....	129
4.3.2. Diseño de tratamiento rural	129
4.3.2.1. Cuarto de baño y lavadero multiuso	130
4.3.2.2. Tanque séptico.....	130
4.3.2.3. Diseño de campo de percolación	131
4.3.2.4. Verificación de parámetros de agua residual	133
4.5. ESTIMACIÓN DEL BIOGÁS GENERADO	133
4.5.1. Estimación de energía y biogás requerida	133
4.5.2. Selección de materia prima para la producción de biogás.	134
4.5.3. Diseño de mezcla de estiércol, periodo de retención y volumen.....	134
4.5.4. Diseño de reactor.....	136
4.5.5. Selección de biodigestor.....	136
4.6. DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	138
4.6.1. Cálculos de irradiación y HSP	138
4.6.2. Estimación del consumo.....	139
4.6.3. selección del panel	139
4.6.4. Selección de almacenamiento.....	140
4.6.5. Selección del regulador	141
4.6.6. Selección de inversor.....	141
4.7. ALTERNATIVAS Y COSTOS DE INVERSIÓN.....	142
4.7.1. Alternativas de sistemas propuestos.....	142
4.7.2. Costos de la obra.....	143

4.7.3. Costos operación y mantenimiento (OM)	144
4.7.4. Estimación de beneficios sociales	145
4.7.4.1. Estimación económica del componente agua potable	145
4.7.5. Conversión a costos sociales	147
4.8. EVALUACIÓN SOCIAL	148
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	152
5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS	152
CONCLUSIONES	154
RECOMENDACIONES	155
BIBLIOGRAFÍA	156
ANEXOS	160
ANEXO A: METRADOS	
ANEXO B: PRESUPUESTO DISGREGADO	
ANEXO C: ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO	
ANEXO D: PLANOS	

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se enfoca en el abastecimiento de agua potable y alcantarillado para localidades rurales que se desarrollan en la cima de la cordillera andina, cuyas viviendas se encuentran en cotas por encima de las fuentes de agua permanentes, para lo cual se hace imprescindible el uso de equipos de bombeo, pero al no existir servicio eléctrico en la localidad, se propone recurrir para la generación de energía, a dos alternativas renovables: la captación de la energía solar mediante paneles fotovoltaicos y la energía producida a partir del biocombustible.

Para el abastecimiento de agua y alcantarillado de la localidad de Matipacca, se plantea estructuras que en su conjunto permite brindar un adecuado servicio, los mismos que fueron diseñadas bajo las normas nacionales y las recomendaciones de autores reconocidos. La valoración del costo de inversión de cada infraestructura, fue calculada en base a partidas unitarias; también, el costo de operación y mantenimiento del sistema propuesto, fue estimada para permitir el adecuado funcionamiento del sistema durante todo el periodo de diseño; y la estimación económica de los beneficios sociales, se determinó bajo la curva de oferta, generando beneficios por recursos liberados y beneficios por incremento de consumo de agua.

La rentabilidad económica del componente abastecimiento de agua potable mediante bombeo, utilizando la energía solar fotovoltaica y la energía producida a partir del biocombustible, fueron evaluadas mediante la metodología costo – beneficio, de lo cual se determinó que ambas alternativas son socialmente rentables para un periodo de diseño de 20 años, de la comparativa realizada entre ambas alternativas, se concluye que la más rentable para el abastecimiento de agua de la localidad de Matipacca, es usando la energía solar fotovoltaica por tener indicadores económicos más altos.

La rentabilidad económica del componente alcantarillado, fue evaluada mediante la metodología costo – efectividad, del cual se determinó que la propuesta de saneamiento básico es socialmente rentable, debido a que el valor del índice de costo efectividad es inferior al costo social per cápita máximo fijada por el ente rector, para un periodo de diseño de 20 años.

ABSTRACT

The present research work focuses on the supply of drinking water and sewage for rural localities that are developed at the top of the Andean mountain range, whose homes are located at heights above the permanent water sources, for which it is essential to use pumping equipment. Since there is no electrical service in the locality, it is proposed to resort to two renewable alternatives for power generation: the capture of solar energy through photovoltaic panels and energy produced from biofuel.

For water supply and sewerage in the town of Matipacca, we propose structures that together provide adequate service and were designed according to national standards and the recommendations of recognized authors. The valuation of the investment cost of each infrastructure was calculated based on unitary items; also, the cost of operation and maintenance of the proposed system was estimated to allow proper functioning of the system throughout the design period; and the economic estimate of the social benefits was determined under the supply curve, generating benefits for resources released and benefits for increased water consumption.

The economic profitability of the drinking water supply component by pumping, using solar photovoltaic energy, and the electricity produced from biofuel were evaluated using the cost-benefit methodology, from which it was determined that both alternatives are socially profitable for a design period of 20 years. From the comparison made between the two alternatives, it is concluded that the most profitable for the water supply of the town of Matipacca is using solar photovoltaic energy because it has higher economic indicators.

The economic profitability of the sewerage component was evaluated using the cost-effectiveness methodology, from which it was determined that the basic sanitation proposal is socially profitable, since the value of the cost-effectiveness index is lower than the maximum per capita social cost set by the governing body for a design period of 20 years.

PRÓLOGO

El autor de la presente tesis, promueve con este estudio el uso energías renovables para el caso en que se requiera bombeo en los sistemas de abastecimiento de agua potable en localidades rurales que se desarrollan en la cima de la cordillera andina que no cuentan con estos servicios básicos, para lo cual evalúa dos alternativas: la energía solar utilizando paneles fotovoltaicos y la energía producida a partir del uso de biocombustible.

Para evaluar la rentabilidad económica en el presente trabajo, se ha utilizado la metodología costo - beneficio para el sistema de abastecimiento de agua, y la metodología de costo - efectividad para sistema de alcantarillado, consistente en unidades básicas de saneamiento (UBS).

En la estimación económica de los beneficios sociales que genera la instalación de un sistema de abastecimiento de agua potable, se ha determinado baja la curva de la oferta, generando dos tipos, siendo estos: los beneficios por recursos liberados (el costo del tiempo que se despreja en el acarreo de agua) y los beneficios por incremento de consumo de agua (el costo del volumen de agua no consumida por que no tienen instalación domiciliaria).

Con el presente trabajo se fomenta el acceso al agua potable y al saneamiento, que constituyen un derecho humano declarada por las Naciones Unidas, haciendo énfasis en zonas rurales olvidadas históricamente, promoviendo el uso de energías renovables que son al mismo tiempo amigables con el medio ambiente, generando así una sostenibilidad ambiental para las futuras generaciones.

Ing. SABINO POMPEYO BASUALDO MONTES
ASESOR

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pag.
1	Esquema de sistema de bombeo con biocombustible	27
2	Proceso de tratamiento anaerobio	28
3	Esquema de reacciones en la digestión anaerobia	29
4	Diagrama esquemático de un biodigestor tubular	32
5	Biodigestor de la empresa Cidelsa	35
6	Geometría de biodigestor tubular y zanja circular	36
7	Esquema de sistema de bombeo con energía solar.	38
8	Célula fotovoltaica y panel fotovoltaico	39
9	Conexión serie - paralelo	40
10	Conexión en serie y paralelo de baterías	41
11	Tipos de radiación	43
12	Irradiación y horas solares pico	44
13	Ángulo de orientación e inclinación del panel	44
14	Carga disponible	54
15	Distribución de los oficios – pantalla frontal	56
16	Dimensiones de la cámara húmeda	56
17	Elementos de una estación de bombeo	61
18	Línea de energía en esquema típica de bombeo	63
19	Curva característica de la bomba	64
20	Presión y condición del muro de reservorio cuadrado	71
21	Flujograma de tecnologías de tratamiento	81
22	Esquema de UBS con tanque séptico mejorado	83
23	Tanque séptico mejorado	86
24	Primera etapa del biodigestor	87
25	Excavaciones para test de percolación	89
26	Curva de capacidad de absorción de suelo	89
27	Curva de beneficios sociales en agua potable	93
28	Fórmula del precio social	93
29	Proceso de evaluación de proyectos	94
30	Sistema de bombeo de Matipacca	113
31	Curva de bomba seleccionada	117
32	Diagrama de momentos verticales	119
33	Diagrama de momentos horizontales	120

34	Red de distribución de Matipacca	125
35	Diseño de cuarto de baño y lavadero	130
36	Biodigestor Rotoplas 600 L.	130
37	Determinación del coeficiente de infiltración	131
38	Datos climatológicos la localidad de Matipacca	138
39	Especificaciones técnicas de panel JA solar 455W	140
40	Especificaciones técnicas de la batería Ultracell Ucg-320-12	141
41	Especificaciones del controlador Smartsolar Mppt Victron	141
42	Especificaciones inversor híbrido 3000w 24v Voltronic Axpert	142
43	Curva de la oferta de la localidad de Matipacca	146

LISTA DE TABLAS

Tabla		Pag.
1	Características generales del biogás	28
2	Composición química de diversos residuos	30
3	Contenido de sólidos totales	30
4	Volumen de biogás por tipo de desecho animal	31
5	Temperatura de diseño para cada región	32
6	Características de plástico tubular	35
7	Factor de corrección K para latitud 13°	45
8	Periodos máximos recomendables	49
9	Dotación de agua según el MEF ámbito rural (l/hab/día)	50
10	Coefficientes de variación de consumo MEF (Ámbito Rural)	52
11	Coefficientes de rugosidad de Hazen y Williams (CH&W)	58
12	Valores de k para pérdidas Locales	59
13	Características de tubería PVC – NTP 399.002	60
14	Características de tubería HDPE – NTP ISO 4427	60
15	Relación L - U	66
16	Características básicas del agua	68
17	Tabla de coeficiente (K) del PCA	72
18	LMP para los efluentes de PTAR	82
19	Tipos de biodigestor según capacidad	87
20	Remoción de contaminantes del biodigestor	88
21	Clasificación de los terrenos según prueba de percolación	88
22	Valor social del tiempo propósito laboral	92
23	Factor de corrección	94
24	Costo per cápita máximo a costos sociales	96
25	Coordenadas geográficas y altitud de Matipacca	97
26	Medida de temperaturas	98
27	Bench mark de la localidad de Matipacca	98
28	Población de la localidad de Matipacca	99
29	Acceso a la localidad de Matipacca	101
30	Componentes de la localidad de Matipacca	103
31	Razón de crecimiento del distrito de Huayllay Grande	104
32	Resumen de los parámetros de diseño	105
33	Aforo de manatíal Waqay Ñawi	106

34	Calidad de agua de la captación Waqay Ñauwi	107
35	Determinación de k de accesorios	114
36	Estimación de altura dinámica total	115
37	Estimación de golpe de ariete	116
38	Momentos (kg-m.) debido al empuje del agua	119
39	Distribución de armadura	123
40	Cálculo de gasto por tramo	126
41	Cálculo hidráulico de la red de distribución de Matipacca	128
42	Caracterización de agua residual rural	129
43	Test de percolación	131
44	Evaluación teórica de remoción de contaminantes	133
45	Evaluación de materia prima para producción de biogás	134
46	Diseño geométrico de reactor en zanja circular	136
47	Características de biodigestor seleccionado	137
48	Irradiación hora solar pico	139
49	Alternativas propuestas	142
50	Costo de inversión de alternativa 01	143
51	Costo de inversión de alternativa 02	143
52	Costo de inversión de componente saneamiento	144
53	Costo de OM de alternativa 01	144
54	Costo de OM de alternativa 02	145
55	Costo de OM de componente saneamiento	145
56	Acarreo promedio de agua por vivienda	146
57	Valoración del tiempo invertido en acarreo	146
58	Beneficios del componente agua potable	147
59	Costo de inversión a precio social de alternativa 01	147
60	Costo de inversión a precio social de alternativa 02	147
61	Costo de inversión a precio social del componente saneamiento	148
62	Evaluación social de alternativa 01	149
63	Evaluación social de alternativa 02	150
64	Evaluación social del componente saneamiento	151
65	Resultados de cada alternativa propuesta	152

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía		Pag.
1	Foto panorámica de la localidad de Matipacca	97
2	Trabajos de topografía	99
3	Vivienda típica de Matipacca	100
4	Aforo de manantial Waqay Ñauwi	106
5	Muestreo para análisis de agua	107
6	Test de percolación	132

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

A	: Área de la tubería (m ²).
As	: Área de acero (cm ²).
A_L	: Área mojada del reactor (m).
A_{ZP}	: Área de absorción en (m ²).
A_{pan}	: Ancho de pantalla.
b	: Ancho de la pared.
BN_t	: Beneficios netos.
C	: Coeficiente de rugosidad de Hazen y William.
C_C	: Concentración de cloro residual del efluente (mg/l).
CD_{bateria}	: Capacidad de descarga (Ah)
CI	: Corriente de entrada (A).
COV	: Carga orgánica volumétrica (kgSV/m ³ .dia)
C_H	: Porcentaje de cloro del hipoclorito.
C_{sm}	: Concentración de solución madre (mg/l).
C₀	: Concentración del afluente (kgSV/m ³).
d	: Espesor útil (m).
D_I	: Diámetro interior de la tubería (m).
d_e	: Peralte efectivo (cm).
D_{IM}	: Diámetro de tubería de impulsión (m).
D_{OT}	: Dotación (l/hab./día).
D_{bio}	: Diámetro del reactor (m).
D_{ori}	: Diámetro del orificio.
E	: Módulo de elasticidad del material de tubería.
e	: Espesor de tubería (mm).
e_{lc}	: Espesor de losa cubierta (m).
E_C	: Energía calculada (Wh/día).
E_d	: Energía de diseño (Wh/día)
F	: Coeficientes de ajuste empírico.
fc	: Resistencia a la comprensión (kg/cm ²).
fs	: Fatiga de trabajo en (kg/cm ²).
ft	: Esfuerzo tracción por flexión (kg/cm ²).

<i>g</i>	: Gravedad (9.81 m/s ²).
<i>h</i>	: Altura del agua.
<i>h₀</i>	: Carga necesaria sobre orificio de entrada (m).
<i>h_f</i>	: Pérdida de carga unitaria.
<i>h_i</i>	: Altura de succión (m).
<i>h_s</i>	: Altura de impulsión (m).
<i>HSP</i>	: Hora solar pico.
<i>H_T</i>	: Altura total de cámara humera (m).
<i>H_f</i>	: Pérdida de carga en la captación.
<i>H_m</i>	: Altura manométrica (m.c.a.).
<i>H_t</i>	: Altura dinámica total (m).
<i>H_t</i>	: Altura manométrica total (m).
<i>I</i>	: Intensidad de corriente (A).
<i>ICE</i>	: índice de costo efectividad.
<i>I_{sc}</i>	: Corriente de cortocircuito del módulo (A).
<i>j</i>	: Relación entre la distancia de la resultante de los esfuerzos de compresión al centro de gravedad de los esfuerzos de tensión.
<i>k</i>	: coeficientes de pérdidas locales.
<i>K_s</i>	: coeficiente de simultaneidad.
<i>K₁</i>	: Coeficiente de variación de máximo consumo diario.
<i>K₂</i>	: Coeficiente de variación de máximo consumo horario.
<i>L</i>	: Longitud de la tubería (m).
<i>L_{AC}</i>	: distancia entre el afloramiento y la caja de captación (m).
<i>l_{agua}</i>	: Volumen de agua para cada kg de estiércol (l).
<i>l_{estiércol}</i>	: Volumen de un kilogramo de estiércol (l).
<i>L_{UZ}</i>	: Longitud de la luz (m).
<i>L_{bio}</i>	: Longitud del reactor (m).
<i>N</i>	: Número de horas de bombeo.
<i>NA</i>	: Número de orificios
<i>N_{paneles}</i>	: Número de paneles.
<i>M</i>	: Máximo momento absoluto (kg-cm).
<i>MP</i>	: Número de módulos en paralelo.

P	: Potencia eléctrica total calculada (W).
P_b	: Potencia de la bomba y del motor (kW).
P_{Sistema}	: Potencia generada por los paneles solares
P_a	: Población actual (hab.).
P_d	: Población de diseño (hab.).
P_f	: Población futura (hab.).
P_{h20}	: Precio del agua (S/. / m ³)
P_k	: Peso de cloro (gr).
P_{pico}	: Potencia pico de la instalación fotovoltaica (W).
P_{pr}	: Peso de cloro para periodo de recarga (mg).
Q	: Caudal (m ³ /s)
Q_P	: Caudal promedio diario (l/s).
Q_{ZP}	: Caudal promedio, efluente del tanque séptico (L/día).
Q_a	: Volumen de mezcla del afluente.
Q_b	: Caudal de bombeo (l/s).
Q_g	: Caudal por grifo (l/s).
Q_{h20}	: Volumen de agua (m ³).
Q_{max}	: Caudal máximo de la fuente (l/s).
Q_{md}	: Caudal máximo diario (l/s).
Q_{mh}	: Caudal máximo horario (l/s.)
Q_{ramal}	: Caudal de ramal (l/s).
q_g	: Caudal de goteo de la solución madre (ml/min.).
R	: Radio hidráulico del reactor (m).
r	: Razón de crecimiento.
R_{ZP}	: Coeficiente de infiltración (l/m ² /día).
R_e	: Reserva de energía.
r*	: Tasa social de descuento.
T	: Ancho superior del reactor (m).
t	: Tiempo en años.
t_{ap}	: Tiempo de funcionamiento del aparato (h).
T_c	: Tiempo crítico de propagación de la onda en cierre instantáneo (s)
TRH	: Tiempo de retención hidráulica (días).

T_p	: Tiempo de parada de la bomba (s)
T_r	: Periodo de recarga de solución madre (min.).
U	: Coeficientes de ajuste empírico.
V	: Fuerza cortante total máxima (kg).
v	: Esfuerzo cortante nominal (kg/cm ²).
VAC	: Valor actual de los costos.
$VANS_0$: Valor Actual Neto o valor presente neto en el año cero.
V_G	: Volumen gaseoso del reactor (m ³).
V_L	: Volumen líquido del reactor (m ³).
V_{ag}	: Velocidad del agua (m/s).
V_{agua}	: Velocidad de paso (m/s).
V_{at}	: Volumen de agua a tratar (l/día).
V_f	: Velocidad media de flujo (m/s).
V_{rc}	: Volumen de recipiente comercial (l).
V_{sis}	: Tensión del sistema (V).
V_2	: Velocidad de paso del agua (m/s).
W	: Peso total (kg/m ²).
x	: Número total de grifos en el área que abastece cada ramal.
Y	: Tirante del reactor (m).
α	: Velocidad de propagación de onda (m/s).
β_{opt}	: ángulo de inclinación óptima.
\emptyset	: Ángulo interno reactor (°).
φ	: Latitud del lugar donde se instalará los paneles (°).
η	: Rendimiento de la bomba.
ρ	: Tasa de retorno real.
γ	: Peso específico del agua.
ΔP	: Sobrepresión (m.c.a.)
Ah	: Amperio hora.
AH	: Arrastre Hidráulico.
BM	: Bench mark.
CAF	: Cooperación Andina de Fomento.
DBO	: Demanda bioquímica de oxígeno.

DESA	: Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental.
DQO	: Demanda química de oxígeno.
DS	: Decreto supremo.
HDPE	: Polietileno de alta densidad.
HP	: Horse power.
HSP	: Hora solar pico.
IGV	: Impuesto general a las ventas.
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
kW	: Kilovatio.
LMP	: Límites máximos permisibles.
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas.
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
MME	: Manual de Municipios Ecoeficientes.
MVCS	: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
NTP	: Norma Técnica Peruana.
OMS	: Organización mundial de la salud.
PCA	: Porlant Cement Association.
pH	: Potencial de Hidrógeno.
PN	: Presión nominal.
PN	: Presión nominal.
PTAP	: Planta de tratamiento de agua potable.
PTAR	: Planta de tratamiento de aguas residuales.
PVC	: Policloruro de vinilo.
RM	: Resolución Ministerial.
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones.
SDR	: Standar Dimension Ratio.
TIR	: Tasa interna de retorno.
UBS	: Unidad Básica de Saneamiento.
UNICEF	: Fondo Internacional de Emergencias de las Naciones Unidas.
UTM	: Sistema de coordenadas universal transversal Mercator.
VAN	: Valor actual neto.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

El acceso al servicio de agua potable y saneamiento es un derecho humano declarado por las Naciones Unidas en el año 2010, ya que ello contribuye directamente al bienestar de las personas. Es por ello que, a lo largo de toda la historia la ingeniería ha contribuido a su sofisticación y avance continuo, proponiendo tecnologías cada día más eficientes y autosostenibles en cada componente requerido. A pesar de dichos esfuerzos aún existe en el mundo 2,200 millones que no acceden al agua (OMS/UNICEF 2019) y una cifra mayor a la mitad de la población mundial que carecen de servicio de saneamiento (WHO/UNICEF 2019). Las cifras antes mencionadas, se deben a la falta de infraestructura y ello a un déficit económico de los países.

Se sabe que al año 2021, la población que se desarrolla en las zonas rurales del Perú, no cuenta con servicio de agua potable en más del 40%, y no cuentan con un servicio de alcantarillado u otra forma de disposición sanitaria de excretas en más del 57%, lo que conlleva a ser un gran problema para el estado y una gran necesidad para la población.

Siendo parte de la estadística anterior la población de la localidad de Matipacca, perteneciente al distrito de Huayllay Grande, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica. Dicha población tiene el infortunio de desarrollarse en una cota superior a las cotas de agua naturales existentes a su alrededor, lo que imposibilita la instalación de un sistema de abastecimiento de agua por gravedad, obligando necesariamente al abastecimiento por acarreo.

1.2. PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú, el estado en todos sus niveles tiene la responsabilidad de brindar servicios básicos (acceso a la educación, salud, agua y saneamiento, etc.) hacia la población que habita su territorio, esto con el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y por ende generar un óptimo desarrollo nacional. Para ello, se destina recursos públicos para los proyectos de inversión que son gestionadas mediante el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), el cual está orientada al cumplimiento del cierre de brechas en infraestructura y acceso a servicios, en todos los niveles de gobierno.

A su vez el gobierno central, para una mejor gestión tiene organismos con autonomía técnica, teniendo entre ellas el sector Vivienda, Construcción Y Saneamiento (MVCS), el cual se ocupa entre tantas, a atender el servicio de Saneamiento y la reducción de sus brechas, incrementando el acceso de la población Urbana y Rural a servicios de agua y saneamiento sostenibles y de calidad.

Según el diagnóstico de la situación de brechas de infraestructura o de acceso a servicios del sector vivienda, Construcción y Saneamiento publicada el 15 de enero del 2021, se tiene que para el ámbito rural del país lo siguiente:

- Servicio de agua potable: De una población total de 7'605,868 habitantes del ámbito rural (actualizado INEI-2019), solo se tiene atendido a 4'556,412 personas, existiendo un déficit de 3'049,456 que representa una brecha del 40.09%
- Servicio de desagüe sanitario: De una población total de 7'605,868 habitantes del ámbito rural (actualizado INEI-2019), solo se tiene tendido a 3'248,823 personas, existiendo un déficit de 4'357,045 que representa una brecha del 57.29%

El diagnóstico antes mencionado también da resultados a nivel departamental, teniendo por ejemplo para el caso de Huancavelica la cobertura en zonas rurales los siguientes:

- Servicio de agua: De una población total de 270,111 habitantes del ámbito rural (actualizado INEI-2019), solo se tiene tendido a 199,261 personas, existiendo un déficit de 70,850 que representa una brecha del 26.23%
- Servicios de saneamiento: De una población total de 270,111 habitantes del ámbito rural (actualizado INEI-2019), solo se tiene tendido a 139,880 personas, existiendo un déficit de 130,231 que representa una brecha del 48.2%

Las consecuencias de tener estas brechas de acceso en los servicios de agua y saneamiento básico en el ámbito rural, contribuye directa y negativamente en la salud de los usuarios:

- Servicio de agua: No contar o contar con servicio deficiente, genera enfermedades parasitarias, infecciosas, intestinales y dérmicas.

- Servicios de saneamiento: No contar o contar con servicio deficiente, genera contaminación al medio ambiente, contaminación a las fuentes de agua superficiales y subterráneas.

En las zonas alto andinas del país como la región de Huancavelica, donde predomina altos niveles de pobreza que alcanzan el 47.7% de su población según la encuesta nacional de hogares 2,019 del INEI, Se tiene una cantidad importante de personas que habitan en zonas rurales quienes se organizan en pequeños caseríos de familias dedicadas al agro y la ganadería, que actualmente se abastecen de agua por acarreo para lo cual tienen que recorrer largas distancias, esto debido a que las fuentes de agua se encuentran por debajo de la cota de las viviendas, imposibilitando la instalación de sistemas por gravedad; así mismo, no cuentan con instalaciones básicas de alcantarillado, ocasionado que las personas defeque al aire libre, detrás de arbustos o masas abiertas de agua; sumarle a ello, que tampoco cuentan con instalaciones eléctricas dificultando quizá un sistema de bombeo para el abastecimiento de agua.

Complementando al párrafo anterior, cabe mencionar que, el MVCS financia proyectos de saneamiento con el objetivo de que el estado cierre la brecha al 100%, pero que estos caseríos nunca tuvieron ningún tipo de intervención, y ¿a qué se debe esto?, uno de los principales motivos es que estas viviendas no son tomadas en cuenta en el planteamiento de proyectos de inversión, porque amerita tecnologías como el bombeo de agua, el cual no se aplica en la serranía por los altos costos de la electricidad, lo cual incrementa los costos de operación y mantenimiento en comparación de los sistemas tradicionales, otra de las causas es que al ser de poca cantidad poblacional, altos costos de construcción, altos costos de operación y mantenimiento, las entidades que evalúan los proyectos declaran como inviables.

Por todo lo anteriormente mencionado, se justifica la necesidad de proponer un conjunto de infraestructuras compactas con costos de construcción económicos, costos de mantenimiento bajos y duraderas en el tiempo, la misma que sea un modelo de solución para el abastecimiento de agua y saneamiento de caseríos desfavorecidos de toda la serranía peruana.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Proponer un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado autosostenible en zonas rurales donde no es posible hallar fuentes de agua con cotas superiores a la localidad, comparando el costo del bombeo del caudal requerido con energía solar mediante paneles fotovoltaicos y energía generada a partir del biocombustible; permitiendo así, dotar de agua a poblaciones rurales desfavorecidas y contribuir en el cierre de brechas del sector saneamiento que el país espera.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Proponer un sistema para el abastecimiento de agua por bombeo utilizando biocombustible, generada en una pequeña planta de generación de biogás.
- Proponer un sistema para el abastecimiento de agua por bombeo utilizando la energía solar o fotovoltaica, generada en una pequeña planta fotovoltaica.
- Proyectar un sistema de alcantarillado consistente en unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS-AH) instaladas en cada vivienda, con tanques sépticos mejorados.
- Evaluar cada alternativa propuesta para finalmente elegir el sistema de saneamiento con mayor eficiencia y sostenibilidad para dotar de agua potable y saneamiento a los caseríos más olvidados del país.

1.4. HIPÓTESIS

Con las propuestas en mención, se podrá tener una alternativa de solución para el cierre de brecha de los servicios de acceso al agua y desagüe sanitario, para caseríos olvidados y desfavorecidos topográficamente, la misma que mejorará la calidad de vida de nuestros pastores y agricultores del ande peruano, a su vez permitirá que, en un periodo corto podamos alcanzar el cierre de la brecha dotando al 100% de la población de estos servicios tan básicos y esenciales.

1.5. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Mejía, Castillo y Vera (2016), en su libro: "Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina" publicada para el CAF (banco de desarrollo de

América Latina) concluyen que: las estrategias para alcanzar el acceso universal a servicios de agua potable y saneamiento para el año 2030 deben tomar en cuenta dos aspectos primordiales.

- Demanda de aumento de la cobertura del servicio.
- Necesidad de ampliación, rehabilitación y renovación de los sistemas existentes.

Díaz Solano (2010), en su Tesis: “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la comunidad de la Unión Huánuco” desarrolla el diseño de diversos componentes para el abastecimiento de agua y alcantarillado, basadas en la normativa vigente y autores reconocidos.

Lara (2007), en su tesis: “Diseño de un sistema de riego por medio de energía solar, a través de paneles fotovoltaicos”; concluye que el bombeo mediante este sistema presenta características que lo hacen muy atractivos y útiles, por ser pequeñas y autónomas, no consumen combustible, no contaminan, son silenciosos y sus gastos de mantenimiento son mínimos. Dichas razones, hacen que esta particular alternativa recobra mayor importancia en zonas geográficas favorecidas con la energía solar.

García, Alamo y Marcelo (2017), en su artículo titulado: “Diseño de un biodigestor tubular para zonas rurales de la región Piura” concluyen que los biodigestores anaerobios domésticos tipo taiwanés son una fuente de energía renovable (producción de biogás a partir de excreta de animales domésticos), el cual puede reemplazar los combustibles fósiles, el gas natural o el GLP.

Varnero (2011), en su manual de biogás, detalla que entre los múltiples usos que se puede dar al biocombustible, se puede generar fuerza de trabajo a partir de la generación de energía eléctrica o quemado del combustible en motores de combustión interna.

Aguilar y Blanco (2018); en su artículo de investigación: “Recuperación de metano y reducción de emisiones en PTAR Nuevo Laredo, Tamaulipas, México”; concluyen que, el aprovechamiento de los lodos para generar biogás en la PTAR reducirá su volumen de materia orgánica hasta en un 50% lo que equivale a un disminución de total de la materia seca en un 25 a 33%; además, el biogás generado se aprovechará para la generación de energía eléctrica con

el consecuente ahorro económico; así mismo también se reducirá las emisiones contaminantes de metano, siendo un excelente beneficio ambiental.

Domínguez y Rojas (2019), en su tesis: "Eficacia de los biodigestores autolimpiables en las unidades básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico (UBS - AH) en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Huando 2019"; concluyen que, los biodigestores son eficaces para el tratamiento de las aguas residuales domésticos de las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS-AH), logrando una eficiencia que cumplen con los límites máximos permisibles del agua residual doméstica tratada dadas por el Ministerio del Ambiente en su decreto supremo N° 003-2012-MINAM.

De lo expuesto anteriormente, se deduce que existen nuevas tecnologías que nos permiten solucionar diversos problemas, teniendo entre ellas energías renovables como la solar, o el biocombustible generada de materia orgánica, los cuales aún no son usadas para dar solución a las brechas de saneamiento en las zonas rurales. Por ello, se propone el uso de estas energías renovables para dotar de agua y saneamiento a zonas más desfavorecidas del país, con proyectos que sean autosostenibles y amigables con el medio ambiente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. ENERGÍAS RENOVABLES

Las energías renovables son aquellas fuentes energéticas basadas en la utilización del sol, viento, agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan, porque estos no producen gases de efecto invernadero causantes del cambio climático, ni emisiones contaminantes. Los cuales se describen a continuación.

- La energía solar: es una energía renovable obtenida a partir de la radiación electromagnética del sol, el cual es una fuente natural e inagotable. Su principal aplicación se da en la generación de electricidad.
- La eólica: es una energía renovable obtenida a partir de la energía cinética del viento producida por el efecto de la corriente de aire, se utiliza principalmente para generar electricidad.
- La hidroeléctrica: es una energía renovable obtenida del movimiento del agua, los cuales impulsan turbinas generadoras de electricidad.
- La energía geotérmica: es una energía renovable que aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre.
- Bioenergía: es una energía producida por la combustión del biogás, el cual es generada a partir de residuos orgánicos de origen animal o vegetal.

Estas energías tienen diversas aplicaciones, entre ellas tenemos el uso de energías renovables para el bombeo de agua.

2.2. BOMBEO CON BIOCOMBUSTIBLE O BIOGÁS

El sistema de bombeo con biocombustible, permite transportar el agua de una cota inferior (fuente agua o captación) hacia una cota superior (reservorio) utilizando la energía obtenida de la quema del biogás en un motor de combustión interna.

2.2.1. Elementos del sistema de bombeo con biocombustible

Los elementos principales de la estación de bombeo con biogás son: reactor anaerobio, gasómetro y la bomba con motor a combustión interna

- El reactor anaerobio: permite la producción de biogás a partir de la digestión anaerobia en cualquier parte del territorio del país, siendo una alternativa en zonas donde el acceso a la electricidad y el combustible son casi nulas.

- Gasómetro: permite el almacenamiento del biogás y suministro de la misma hacia el motor de combustión interna.
- Bomba con motor a combustión interna: Es una bomba de agua que es accionada a través de un motor de combustión interna acoplada a ella, dentro de la cual se quema el biogás generado en el reactor anaerobio.

En la figura 1 se presenta el esquema de este sistema de bombeo.

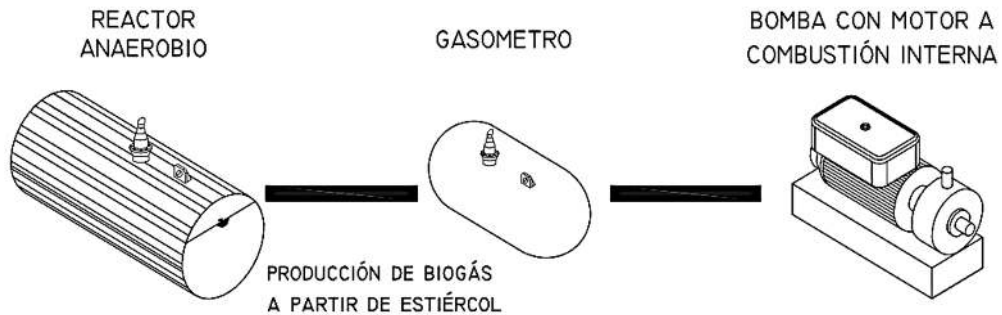


Figura 1: Esquema de sistema de bombeo con biocombustible

Fuente: Elaboración propio

2.2.2. Bombas con motor a combustión interna

La bomba es accionada por un motor de combustión interna (transforma la energía térmica en trabajo mecánico), este motor tiene la capacidad de quemar cualquier tipo de biocombustible o combustible (metano, etano, butano, gasolina, querosene, metanol, etc.); por lo que es necesario especificar en su fabricación válvulas e inyectores para cada tipo de biocombustible.

El inyector es un elemento del motor, cuya función es de suministrar el combustible dentro de la cámara de combustión.

El proceso de combustión del metano con aire se representa mediante la siguiente reacción: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

2.2.3. Biocombustible o biogás

El metano y el dióxido de carbono constituyen la mayor parte de la combinación del biogás, aunque también contiene otros contaminantes. El material básico que se digiere y la forma en que se desarrolla el proceso determinan la composición del biogás. Cuando el biogás contiene más del 45% de metano, es combustible y tiene las características que se muestran en la tabla 1. (Varnero, 2011, p. 16).

Tabla 1: Características generales del biogás

Composición	55 – 70% metano (CH ₄) 30 – 45% dióxido de carbono (CO ₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kW h/m ³
Equivalente de Combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Densidad normal	1.2 kg/m ³
Olor	Huevo podrido (por el sulfuro)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

Fuente: Adaptado de Varnero, 2011, p. 16

2.2.4. Factores en la producción de biogás

La obtención del metano a partir de la digestión anaerobia requiere de ciertas condiciones ambientales, siendo las principales las siguientes: temperatura, tipo de materia prima, nutrientes, concentración de minerales traza, pH, toxicidad y condiciones redox óptimas.

2.2.4.1. Digestión anaeróbica

Los procesos de digestión anaeróbica pueden llevarse a cabo en cualquier lugar donde haya materia orgánica y no haya oxígeno. Una parte de los restos orgánicos se transforman en biogás, una combinación de dióxido de carbono y metano con trazas de otros componentes, durante el complejo y degradante proceso biológico conocido como digestión anaeróbica (Buitron et al., 2017, p. 465)

Del proceso de digestión se ilustra en la figura 2.

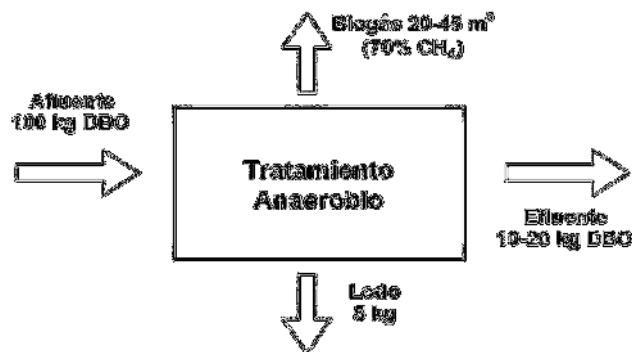


Figura 2: Proceso de tratamiento anaerobio

Fuente: Adaptado de Buitron et al., 2017, p. 466

La ruta de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica implica una serie de eventos secuenciales y concurrentes. Los cuatro pasos de este proceso de descomposición de la materia orgánica se muestran en la figura 3 y son: (i)

hidrólisis, (ii) acidogénesis, (iii) acetogénesis, y (iv) metanogénesis. (Buitron et al., 2017, p. 468).

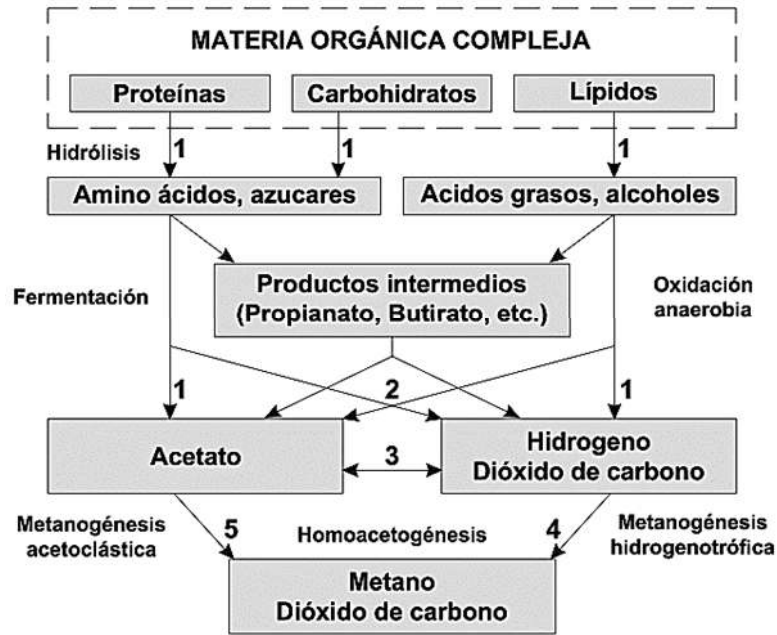


Figura 3: Esquema de reacciones en la digestión anaerobia

Fuente: Adaptado de Buitron et al., 2017, p. 468

La hidrólisis: en primera fase ocurre la hidrólisis de la materia orgánica, en el cual bacterias liberan enzimas que convierten los carbohidratos complejos en monómeros y azúcares; las proteínas en aminoácidos, y los lípidos (grasas) en ácidos grasos. (Gomes et al., 2017, p. 29).

La acidogénesis: las bacterias fermentan la materia orgánica hidrolizada formando moléculas más pequeñas. Logrando la producción de acetatos y ácidos grasos volátiles (propionatos y butiratos). Así mismo, producen el amoníaco, sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono e hidrógeno. (Gomes et al., 2017, p. 29).

La acetogénesis: esta actividad depende de dos grupos de bacterias, las que producen hidrógeno, que convierten los compuestos orgánicos antes generados en acetato con lo que liberan hidrógeno (H₂) y dióxido de carbono (CO₂); y los consumidores de hidrógeno que producen acetato a partir de H₂ y CO₂. (Gomes et al., 2017, p. 29).

La metagénesis: durante este proceso se consume el hidrógeno y el acetato producido; generando biogás – constituido principalmente de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). (Gomes et al., 2017, p. 29).

2.2.4.2. Composición bioquímica de materias primas

Para la producción de biogás, se puede utilizar diversas materias primas (residuos orgánicos) con buen rendimiento en la fermentación metagénica, en la tabla 2 se muestra la composición química de los principales residuos.

Tabla 2: Composición química de diversos residuos

Desecho	Lípidos (%)	Proteínas (%)	Celulosa Hemicelulosa (%)	Lignina (%)	Ceniza (%)
Bovino	3,23	9,05	32,49	35,57	19,66
Porcino	11,50	10,95	32,39	21,49	23,67
Aves	2,84	9,56	50,55	19,82	17,23
Equino	2,70	5,00	40,50	35,00	17,80
Ovino	6,30	3,75	32,00	32,00	25,95
Caprino	2,90	4,70	34,00	33,00	26,40

Fuente: Adaptado de Varnero y Arellano, 1990, p. 12

2.2.4.3. Niveles de sólidos totales y sólidos volátiles

El agua y un componente sólido conocido como sólidos totales constituyen toda la materia orgánica (TS). Para que el procedimiento tenga éxito, es crucial tener en cuenta la cantidad de sólidos totales presentes en la mezcla que se suministra al digestor. La carga orgánica en digestores discontinuos no debe ser más del 8% al 12% de sólidos totales. (Varnero, 2011, p. 37).

En la tabla 3 se muestra el porcentaje de sólidos totales en residuos animales.

Tabla 3: Contenido de sólidos totales

Residuos animales	% Sólidos totales
Bovinos	13.4 – 56.2
Porcinos	15.0 – 49.0
Aves	26.0 – 92.0
Caprinos	83.0 – 92.0
Ovejas	32.0 – 45.0
Conejos	34.7 – 90.8
Equinos	19.0 – 42.9
Excretas humanas	17.0

Fuente: Varnero; 2011, p, 37.

2.2.4.4. Temperatura

Dependen de la temperatura el desarrollo de las bacterias pertinentes, siendo requisito previo para el proceso anaeróbico. La tasa de crecimiento de las bacterias aumenta y el proceso de digestión se acelera a medida que aumenta la temperatura, lo que incrementa la cantidad de biogás producido (Varnero, 2011, p. 38).

Existen tres rangos de temperatura de operación de los microorganismos anaerobios, los psicrófilicos (por debajo de 25°C) donde la actividad bacteriana es baja y el tiempo de digestión puede alcanzar los 100 días; los mesófilicos (entre 24 y 45 °C) donde la actividad bacteriana es media y el tiempo de digestión está comprendida entre los 30 y 60 días; finalmente, los termofílicos (entre 45 y 65°C) donde la actividad bacteriana es alta y el tiempo de digestión es de 10 y 15 días.

2.2.5. Estimación de biogás generado

De acuerdo a la composición bioquímica de cada tipo de materia prima, se tendrá una producción de biogás diferente como se muestra en la tabla 4 elaborada por los autores Varnero y Arellano.

Tabla 4: Volumen de biogás por tipo de desecho animal

Estiércol	Disponibilidad	Volumen de biogás	
	Kg/día**	m3/kg húmedo	m3/día/año
Bovino (500 kg)	10	0.04	0.400
Porcino (50 kg)	2.25	0.06	0.135
Aves (2 kg)	0.18	0.08	0.014
Ovino (32 kg)	1.5	0.05	0.075
Caprino (50 kg)	2	0.05	0.100
Equino (450 kg)	10	0.04	0.400
Conejo (3 kg)	0.35	0.06	0.021
Excretas humanas	0.4	0.06	0.025

Fuente: Adaptado de Varnero y Arellano, 1990, p. 12

(**) El Dato se refiere a la cantidad estimada de estiércol que es posible recolectar de todo lo que se produce.

2.2.6. Diseño de reactor tipo Taiwanés o tubular

Estos digestores económicos (digestores de bolsa o tubular) incluyen el gasómetro, el tanque de sedimentación y la cámara de digestión en un único

equipo. Para el funcionamiento de este digestor se utiliza la tecnología de la digestión anaeróbica como se muestra en la figura 4.

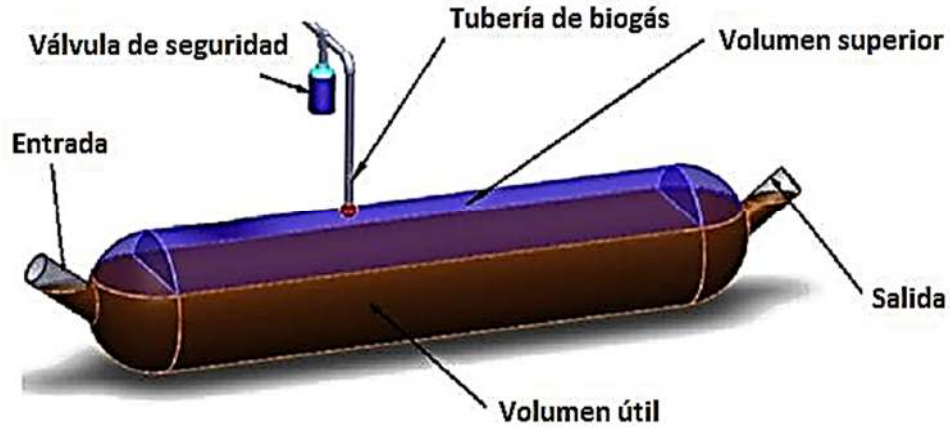


Figura 4: Diagrama esquemático de un biodigestor tubular
 Fuente: Ferrer, Garfí, Uggetti, Ferrer-Martí, Calderon, & Velo, 2011

La combinación adecuada de agua y materia orgánica se introduce diariamente (de forma semicontinua) en esta forma de biodigestor. Consta de un fermentador y una cámara de almacenamiento de biogás en forma tubular hecha de polietileno de doble capa o de una membrana de PVC que se instala horizontalmente en una zanja en el suelo que sirve de aislante térmico, junto con tuberías de entrada del afluente y de salida del efluente, una tubería en el centro superior para la salida del biogás y, opcionalmente, una tubería para la salida del biosol. (García, Alamo y Marcelo, 2017, p. 3)

2.2.6.1. Características de diseño

A. Condiciones climáticas

Para el diseño del reactor es necesario conocer la temperatura ambiental, siendo este uno de los factores principales, ya que a mayor temperatura se consigue menor tiempo de retención; por tanto, un digestor de menor tamaño y costo. En la tabla 5 se muestran las temperaturas de diseño.

Tabla 5: Temperatura de diseño para cada región

Región	Temperatura ambiente	Temperatura de trabajo	Altura sobre el nivel del mar (m)
Altiplano	-12 a 20 °C	6-16 °C (con invernadero)	2900-4500
Valle	5-30 °C	15-20 °C	1800-2900
Trópico	13-38 °C	25-30 °C	0-1800

Fuente: (García, Alamo y Marcelo, 2017, p. 4)

B. Inclinación

Para que la mezcla fluya sin problemas, la instalación del biodigestor tubular debe hacerse con una inclinación específica. Además, esto permite la separación longitudinal de las etapas de acidogénesis y metagénesis. Esta pendiente debe ser de aproximadamente un 5%.

C. Sólidos totales y concentración del afluente

El porcentaje de sólidos totales (%ST) de la mezcla estiércol – agua, se prepara para valores alrededor de 8 a 10%. Esto para evitar la acumulación de residuos sólidos en el fondo del reactor. (García, Alamo y Marcelo, 2017, p. 5)

La concentración del afluente se define como la cantidad de SV por volumen de mezcla que ingresa al reactor y se determina con la siguiente ecuación (Arrieta Palacios; 2016; p. 166).

$$C_0 = \frac{\left(\frac{\%ST}{100}\right) * \left(\frac{\%SVdeST}{100}\right) * 1000g}{l_{agua} + l_{estiércol}} \quad (1)$$

Donde:

C_0 : Concentración del afluente (kgSV/m³).

l_{agua} : Volumen de agua para cada kg de estiércol (l).

$l_{estiércol}$: Volumen de un kilogramo de estiércol (l).

El volumen de agua para cada kilogramo de estiércol se calcula como sigue:

$$l_{agua} = \frac{\%ST}{\%ST_{deseado}} - 1 \quad (2)$$

Y el volumen para un kilogramo de estiércol se calcula como sigue.

$$l_{estiércol} = \frac{1kg}{\rho_{estiercol}} \quad (3)$$

Donde:

$\rho_{estiercol}$: Peso específico de estiércol (kg/lt)

D. Carga orgánica volumétrica y TRH

El TRH (tiempo de retención hidráulica) se define como la relación entre el volumen líquido del biodigestor y el volumen del afluente. A su vez, el THR se relaciona con la carga orgánica volumétrica (COV) y a concentración del afluente (C_0) como sigue.

$$TRH = \frac{C_0}{COV} \quad (4)$$

Donde:

TRH : Tiempo de retención hidráulica (días).

COV : Carga orgánica volumétrica (kgSV/m³.dia)

La COV optada para el diseño del biodigestor varías de acuerdo al tipo de estiércol, pero generalmente se recomienda de 2 a 4 kg SV/m³.

E. Volumen del líquido y cantidad de materia prima

En base a los rendimientos de biogás en los biodigestores y su composición del estiércol, el biogás requerido determina la cantidad de estiércol necesario, la misma que determina el volumen líquido del biodigestor mediante la COV , o mediante el producto del volumen de mezcla o afluente diario y el TRH (Arrieta Palacios; 2016; p. 172).

$$V_L = \frac{kgSV/dia}{COV} \quad (5)$$

$$V_L = Q_a * TRH \quad (6)$$

Donde:

V_L : Volumen líquido.

COV : Carga orgánica volumétrica (kgSV/m³.dia)

Q_a : Volumen de mezcla del afluente.

F. Volumen del reactor

Para el volumen gaseoso se considera aproximadamente la tercera parte del volumen líquido como se muestra a continuación.

$$V_G \approx \frac{V_L}{3} \quad (7)$$

Por tanto, el volumen total del reactor será de.

$$V_T = V_G + V_L \quad (8)$$

G. Material del reactor

En el Perú existen muchas empresas dedicadas a la fabricación de biodigestores prefabricados, los más comerciales son las de geomembrana de PVC con sellado de alta frecuencia, estos biodigestores vienen listos para instalar tuberías de

carga, salida de biol y otra para purga o salida de sólidos sedimentados, también viene con tubería de salida de biogás, como se muestra en la figura 5.

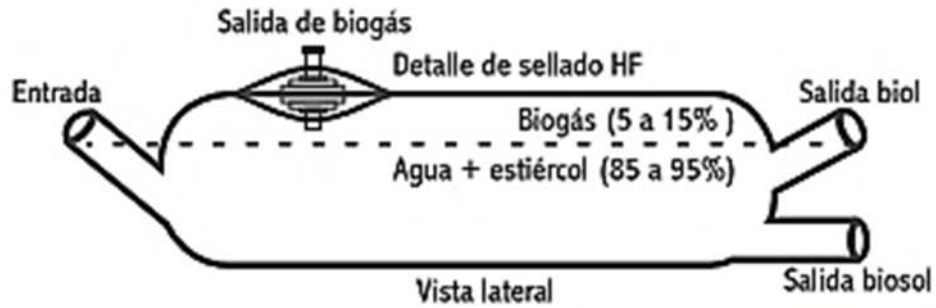


Figura 5: Biodigestor de la empresa Cidelsa
 Fuente: Catálogo Cidelsa 2021

Estos reactores son fabricados de plástico tubular, con características dadas en la tabla 6.

Tabla 6: Características de plástico tubular

Ancho del rollo (m)	Circunferencia (m)	Radio (m)	Diámetro (m)	Área de sección (m ²)
1.00	2.0	0.32	0.64	0.32
1.25	2.5	0.40	0.8	0.50
1.50	3.0	0.48	0.95	0.72
1.75	3.5	0.56	1.11	0.98
2.00	4.0	0.64	1.27	1.28

Fuente: Catálogo Cidelsa 2021

Con respecto a la longitud del biodigestor, las empresas sellan la bolsa con la longitud requerida por el cliente para cumplir con el volumen de diseño.

Se sugiere la siguiente longitud adecuada respecto al diámetro de la bolsa para favorecer un flujo ideal de materia orgánica desde la entrada hasta la salida.

$$\frac{L_{bio}}{D_{bio}} = 5 - 10 \tag{9}$$

Hi. Dimensionamiento de la zanja

Para la colocación del biodigestor, es necesario el diseño de la zanja que albergará la misma, en zonas frías la orientación de zanja debe ser de oeste a este, de tal manera que pueda aprovechar al máximo la radiación solar.

El diseño de la zanja de sección circular tiene características dadas en la figura 6.

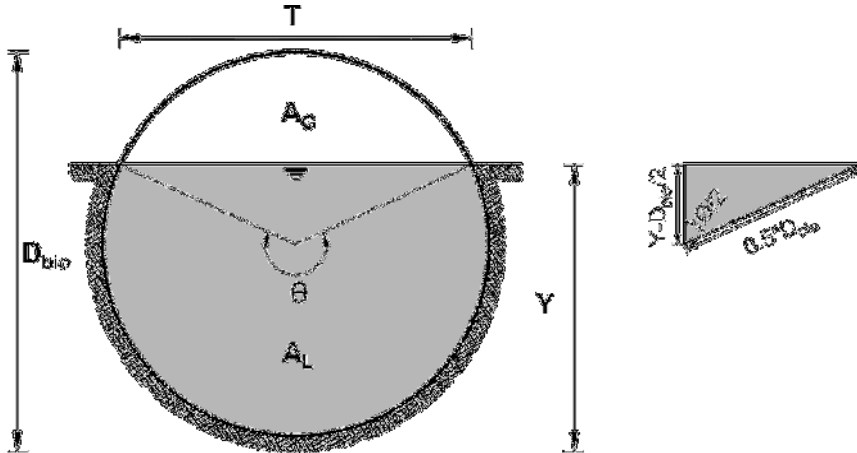


Figura 6: Geometría de biodigestor tubular y zanja circular
Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior, se tienen los siguientes elementos hidráulicos.

- Área mojada o líquida

$$A_L = \frac{D_{bio}^2}{8} (\theta - \text{sen } \theta) \quad (10)$$

- Perímetro mojado

$$P_{bio} = \frac{\theta D_{bio}}{2} \quad (11)$$

- Radio hidráulico

$$R = \frac{D_{bio}(\theta - \text{sen } \theta)}{4 \theta} \quad (12)$$

- Ancho superior

$$T = D_{bio} \left(\text{sen } \frac{\theta}{2} \right) \quad (13)$$

- Ángulo interno

$$\cos \left(\frac{\theta}{2} \right) = \frac{Y - \frac{D_{bio}}{2}}{D/2} = \frac{2Y - D_{bio}}{D_{bio}} \quad (14)$$

$$\theta = 2 \text{ acos} \left(\frac{2Y}{D_{bio}} - 1 \right) \quad (15)$$

I. Componentes complementarios

- Cobertura: Para mantener la temperatura sobre todo en zonas altoandinas, se recomienda el uso de cobertura de polietileno tipo invernadero.

- Posa de entrada: Esta estructura permite la carga de la mezcla hacia el digestor, y puede ser construida de ladrillo y cemento, se recomienda una capacidad de carga diaria.
- Posa de salida: Esta estructura permite la descarga de biosol, al igual que la posa de entrada puede ser construida de ladrillo y cemento, se recomienda la capacidad de carga diaria.
- Tuberías de conducción de biogás: se recomienda el uso de mangueras flexibles, la misma que incluye juntas, acoples y válvulas.
- Manómetro: Para medir la presión del biogás en la línea de distribución de forma sencilla y rápida.
- Filtro desulfurador: Permite eliminar el sulfuro de hidrógeno, un componente del biogás que se produce de forma natural.
- Bolsa de almacenamiento – gasómetro: es un contenedor que permite acumular o almacenar biogás producido por el biodigestor. Estos gasómetros son fabricados a medida en geomembrana PVC de 1 mm. de grosor.

2.3. BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR

El sistema de bombeo con energía solar, consiste en impulsar el agua con energía fotovoltaica, el cual se obtiene de la incidencia de los rayos solares sobre paneles fotovoltaicos.

2.3.1. Elementos del sistema de bombeo con energía solar

Los elementos principales de la estación de bombeo con energía solar son: módulos fotovoltaicos, regulador de carga, baterías, inversor y bomba con motor eléctrico.

- Módulos fotovoltaicos: permite la conversión de la luz solar en corriente eléctrica.
- Regulador de carga: dispositivo que regula el paso de la corriente eléctrica.
- Baterías: permite el almacenamiento de energía.
- Inversor: permite convertir la corriente continua en corriente alterna de acuerdo a las necesidades del motor eléctrico
- Bomba con motor eléctrico: Permite el bombeo de agua con energía obtenida a partir de la radiación solar.

En la figura 7 se presenta el esquema de este sistema de bombeo.

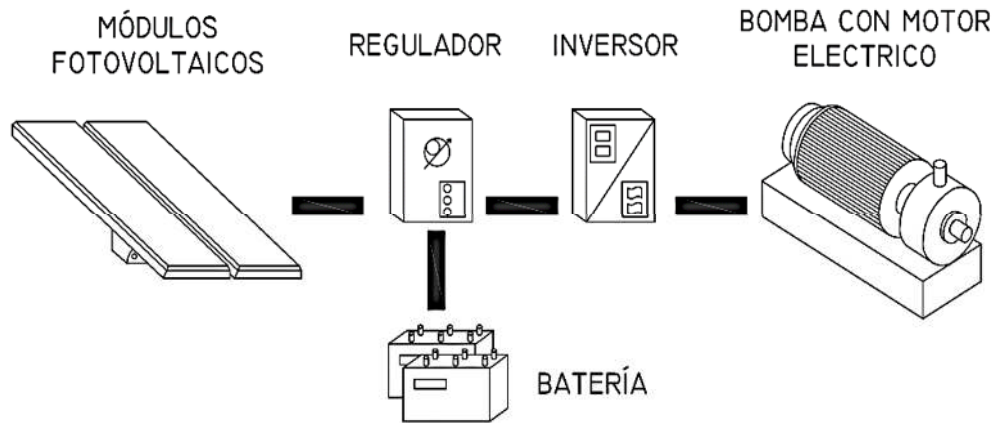


Figura 7: Esquema de sistema de bombeo con energía solar.

Fuente: Elaboración propio

2.3.1.1. Bomba con motor eléctrico

La bomba es accionada por un motor eléctrico (convierten la energía eléctrica en energía mecánica, mediante la acción que los campos magnéticos generan en las bobinas), estos motores pueden clasificarse en: motores eléctricos de corriente continua y motores eléctricos de corriente alterna.

Las bombas que funcionan con motor a corriente continua y es alimentada directamente de los paneles solares se llaman: bomba solar, estas bombas tienen la desventaja de tener altos costos y potencia baja.

Las bombas que funcionan con motor a corriente alterna requieren de un inversor para convertir la corriente continua de los paneles solares a corriente alterna, tienen la ventaja de tener costos muy bajos y potencia elevada.

2.3.1.2. Generador fotovoltaico.

El módulo fotovoltaico convierte la luz solar directamente en corriente eléctrica directa mediante células solares. Esto es el resultado del efecto fotovoltaico, que se produce cuando la radiación solar incide en un conjunto fotovoltaico y los fotones de la luz transmiten su energía a los electrones de los materiales semiconductores (SunEdison, 2009, p. 26).

Entre un grupo de materiales semiconductores, el silicio es el más utilizado en las células fotovoltaicas. A plena luz del sol, una célula de 10 por 10 centímetros puede generar alrededor de un vatio de potencia (BUN-CA, 2002, p. 7).

En la figura 8 se muestra las características del panel fotovoltaico.

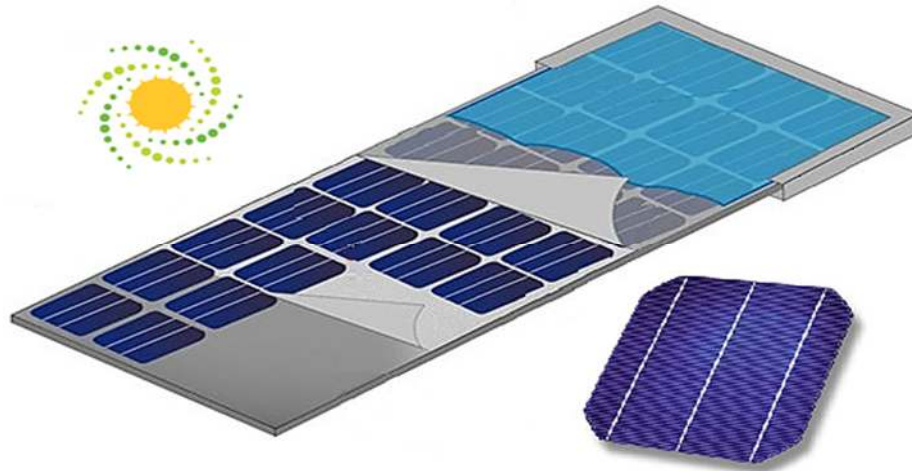


Figura 8: Célula fotovoltaica y panel fotovoltaico
Fuente: (SunEdison, 2009, p. 27)

A. Tipos de paneles solares

En el mercado se pueden encontrar varios tipos de paneles solares, entre las cuales se tienen:

- Módulo de silicio monocristalino: célula de silicio monocristalino de azul oscuro uniforme, comercializado con un rendimiento de 16% y precio ligeramente mayor a los otros (SunEdison, 2009, p. 28).
- Módulo de silicio policristalino: células azules conformadas por varios cristales que presentan una superficie granulada, comercializadas con un rendimiento de 14% (SunEdison, 2009, p. 28).
- Módulo de silicio amorfo: este material no sigue una estructura cristalina por lo que tiene forma flexible, pudiéndose instalar en techo o pared, se comercializa con un rendimiento de 8% y es más económico que los anteriores (SunEdison, 2009, p. 28).

B. Parámetros eléctricos de un módulo

Según (SunEdison, 2009, p. 28-29), los principales parámetros que caracterizan un panel fotovoltaico son:

- Corriente de cortocircuito (I_{sc}): Refleja la corriente suministrada cuando están conectados directamente a 2 bornes y representa la máxima intensidad de corriente del panel.
- Tensión de circuito abierto (V_{oc}): Es la tensión máxima del panel, que corresponde a la situación en la que los terminales están "en el aire".

- Eficiencia o rendimiento (η): Es el cociente entre la máxima potencia eléctrica que el panel puede entregar a la carga y la potencia de la radiación solar P_i incidente sobre el panel (SunEdison, 2009, p. 29).

C. Interconexión de paneles

Los paneles a interconectarse deben ser iguales, es decir, la misma marca y con las mismas características.

- La conexión se realiza inicialmente en serie, continuando hasta alcanzar la tensión deseada.
- Después, se conectan varias “asociaciones en serie” en paralelo, para alcanzar el nivel de corriente deseado. Como se muestra en la figura 9

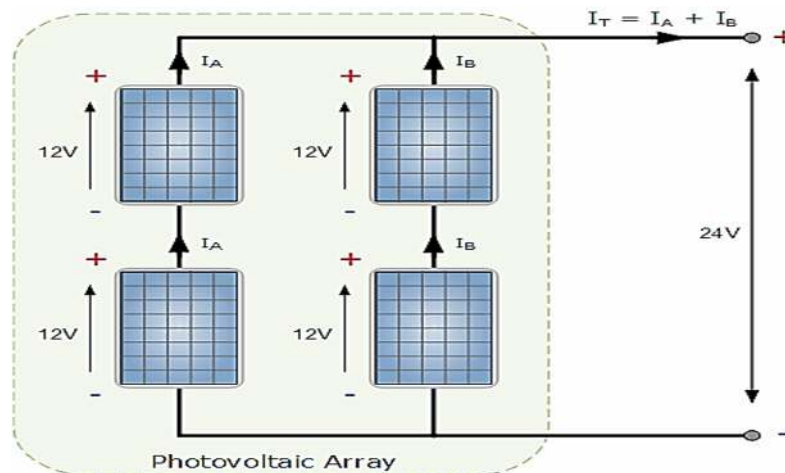


Figura 9: Conexión serie - paralelo
Fuente: (SunEdison, 2009, p. 31)

2.3.1.3. *Batería*

Se encarga de almacenar parte de la energía generada por los paneles para poder utilizarla cuando la radiación solar es escasa o nula. (SunEdison, 2009, p. 31).

A. Parámetros de la batería

- Voltaje nominal: Suele ser de 12 voltios.
- Capacidad nominal: La cantidad máxima de energía que la batería es capaz de almacenar, se mide en vatios-hora (Wh) o amperios-hora (Ah). Como la cantidad de energía que se puede extraer también depende del tiempo en que se realice el proceso de extracción (cuanto más dure el proceso, más energía se podrá obtener).

- Profundidad máxima de descarga: Es el valor, en porcentaje, que se extrae de una batería completamente cargada en una descarga. Los reguladores limitan esta profundidad, y suelen estar calibrados para permitir profundidades de descarga de la batería de alrededor del 70 %.
- Capacidad útil o disponible: Se refiere a la capacidad real, es igual a la capacidad nominal multiplicada por la profundidad máxima de descarga.

B. Conexión de baterías

Las baterías pueden conectarse en serie o paralelo de acuerdo a las necesidades.

- La conexión se realiza en serie para conseguir el nivel de tensión adecuado.
- La conexión en paralelo se realiza para alcanzar el nivel de corriente deseado. Como se muestra en la figura 10.

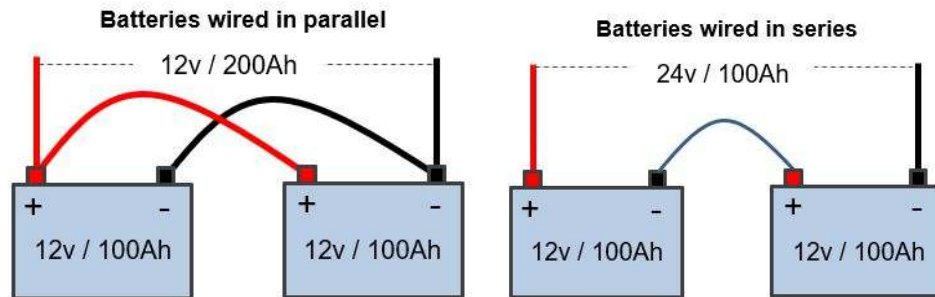


Figura 10: Conexión en serie y paralelo de baterías

Fuente: Adaptado de SunEdison, 2009.

2.3.1.4. Regulador de carga

Este es un dispositivo electrónico, que controla el paso de la corriente de carga de los módulos a la batería y el flujo de la corriente de descarga de la batería a los aparatos eléctricos. Además, el regulador detiene el paso de la corriente de los módulos a la batería si ésta ya está cargada, y detiene el paso de la corriente de la batería a los aparatos eléctricos si la batería ha alcanzado su nivel máximo de descarga (BUN-CA, 2002, p. 11).

2.3.1.5. Inversor

El inversor, es necesario para convertir la corriente continua de 12, 24 V de la batería y/o módulos fotovoltaicos en corriente alterna a 110, 220 V para su uso en equipos eléctricos (BUN-CA, 2002, p. 12).

2.3.2. La energía solar

La energía solar es la energía radiante generada por los eventos de fusión nuclear en el Sol y enviada a la Tierra a través del espacio en forma de fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie del planeta (Juárez, 2016, p. 7)

Para calcular el valor global de la radiación de un determinado lugar, se emplean muchas unidades. El kilovatio hora por metro cuadrado (KWh/m²) es el más práctico para las aplicaciones fotovoltaicas

2.3.3. Radiación e Irradiación

La radiación solar, es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

La irradiación es la cantidad de energía o potencia que incide sobre una superficie por unidad de tiempo y espacio. Las unidades estándar son kWh/m² o el Mj/m²

La atmósfera de la Tierra está compuesta por gases, nubes, vapor de agua y otros. La cantidad de irradiación disminuye cuando la luz solar la atraviesa y pasa por procesos como la absorción, la reflexión y la refracción. La mayor irradiación que puede experimentar un colector en condiciones meteorológicas claras y con el sol en el cenit es de 1,000 W/m². (Juárez, 2016, p. 9).

La radiación que llega a la superficie terrestre se compone como se muestra en la figura 11 y son las siguientes.

- Radiación directa: Los rayos provenientes directamente del sol por consiguiente influyen en la orientación del módulo. (SunEdison, 2009, p. 16).
- Radiación difusa: es la que proviene de toda la bóveda celeste por interacción con la atmósfera, salvo la que viene del sol, por tanto, es la radiación dispersa que llega a la superficie y se vuelve más importante en condiciones de nubosidad. (SunEdison, 2009, p. 16).
- Radiación reflejada: se debe a la reflexión de una parte de la radiación incidente sobre la superficie u otros objetos vecinos al módulo, su contribución a la radiación global es mínima. (SunEdison, 2009, p. 16).
- Radiación global: Es el conjunto de las tres radiaciones antes descritas se le conoce como radiación global. (SunEdison, 2009, p. 16).

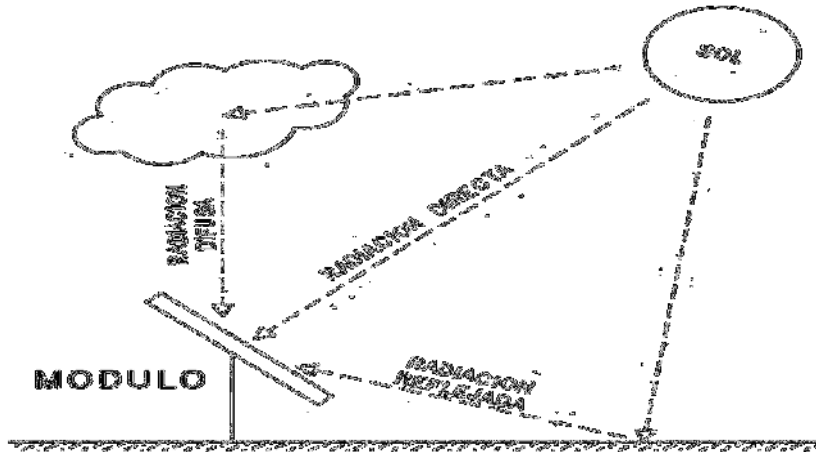


Figura 11: Tipos de radiación

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de luz solar que recibe una célula fotovoltaica durante el día cambia con la hora del día; con las mismas circunstancias meteorológicas, los valores mínimos se darán al amanecer, los mayores al mediodía y los mínimos al anochecer. La rotación de la tierra es la responsable de esto (Juárez, 2016, p. 9).

Los datos de irradiación del lugar son cruciales para diseñar una planta fotovoltaica. Con el equipo adecuado, se pueden realizar mediciones in situ para estimar esta cifra, pero si no es una opción, se puede recurrir a las bases de datos meteorológicas elaboradas a partir de los datos recogidos por los satélites y las estaciones terrestres de todo el mundo.

2.3.4. Insolación y HSP

El término "insolación" se refiere a la cantidad total de radiación acumulada durante un periodo de tiempo; puede expresarse como $W\cdot h/m^2$ si la unidad de tiempo es una hora (h). Los datos de insolación pueden publicarse por horas, mensualmente, estacionalmente o anualmente (Juárez; 2016; p. 14).

Una hora solar pico (HSP) equivale a la energía recibida durante una hora, a una irradiación media de $1,000 W/m^2$ la energía producida por un conjunto fotovoltaico es directamente proporcional a la insolación que recibe. Por tanto, la hora solar pico se determina con la siguiente ecuación 16 y se muestra en la figura 12 (Juárez, 2016, p. 14).

$$HSP = \frac{\text{Irradiación solar corregida} \left(\frac{kWh}{m^2}\right)}{1 \left(\frac{kWh}{m^2}\right)} \quad (16)$$

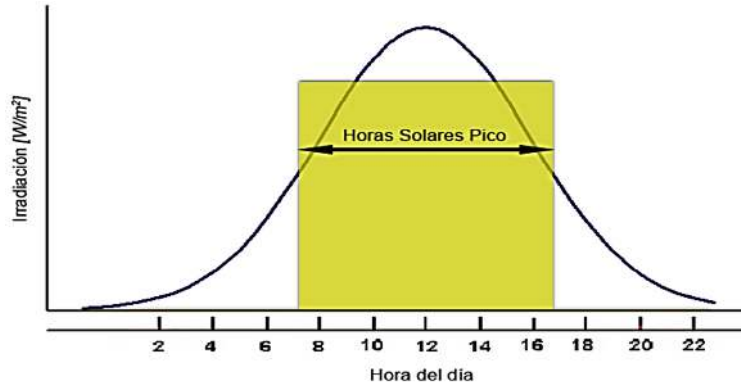


Figura 12: Irradiación y horas solares pico
 Fuente: (Juárez, 2016, p. 15).

2.3.5. Posición y orientación del módulo

Para sacar el máximo provecho de los equipos, se requiere una orientación que siga el curso del sol durante el día. La orientación ideal de los equipos fotovoltaicos es algo distinto para cada latitud del lugar donde se quiere instalar. Dado que la colocación de las células es fija en la mayoría de las aplicaciones actuales, este requisito no puede cumplirse, por lo que la posición del equipo depende de dos factores clave: la orientación y la inclinación como se muestra en la figura 13 (Juárez, 2016, p. 15).

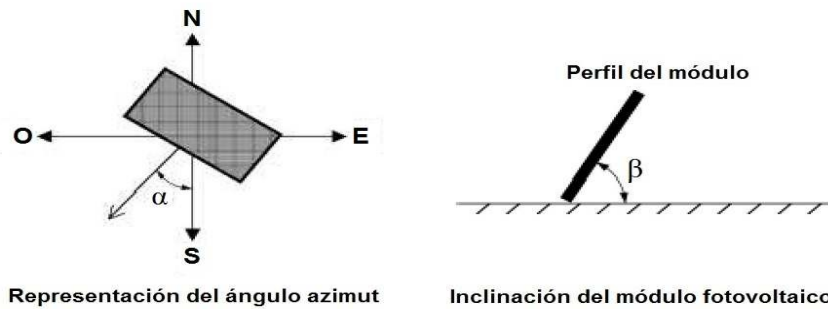


Figura 13: Ángulo de orientación e inclinación del panel
 Fuente: SunEdison, 2009.

- Orientación o ángulo azimutal (α)

Los módulos fotovoltaicos alcanzan su máxima eficiencia cuando están orientados hacia el sol, en ángulo perpendicular con éste al mediodía. La orientación más

eficiente depende del hemisferio donde se instalan estos paneles, para el hemisferio sur, es fundamental que los paneles estén orientados hacia el norte para aprovechar el mayor número de horas de radiación (Juárez, 2016, p. 16).

- Inclinación o ángulo de elevación (β)

El ángulo entre el plano horizontal y el panel solar determina la inclinación del panel, la óptima es la que garantiza la mayor captación de energía solar. Los paneles deben colocarse en posición horizontal únicamente en zonas cercanas al ecuador (Juárez, 2016, p. 17).

El ángulo óptimo de inclinación se determina con la siguiente ecuación.

$$\beta_{opt} = 3.5 + 0.69 * |\varphi| \quad (17)$$

Donde:

β_{opt} : ángulo de inclinación óptima.

φ : Latitud del lugar donde se instalarán los paneles (grados).

2.3.6. Irradiación sobre superficie inclinada

La irradiación sobre las superficies inclinadas se determina multiplicando el factor de corrección K a la irradiación horizontal obtenidas de las bases de datos. Los factores de corrección están dados para cada latitud y diferentes inclinaciones del panel. En la tabla 7 se presenta el factor de corrección K para superficies inclinadas para la latitud 13°.

Tabla 7: Factor de corrección K para latitud 13°

Inc	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.03	1.02	1.01	1.00	0.98	0.98	0.98	1.00	1.01	1.03	1.04	1.04
10°	1.06	1.04	1.02	0.99	0.96	0.95	0.96	0.99	1.02	1.05	1.07	1.07
15°	1.08	1.05	1.01	0.97	0.93	0.92	0.93	0.97	1.02	1.07	1.10	1.10
20°	1.10	1.06	1.00	0.95	0.90	0.88	0.90	0.94	1.01	1.07	1.12	1.12
25°	1.10	1.06	0.99	0.92	0.86	0.83	0.85	0.91	0.99	1.08	1.13	1.13
30°	1.10	1.05	0.97	0.88	0.81	0.78	0.81	0.88	0.97	1.07	1.13	1.14
35°	1.10	1.03	0.94	0.84	0.76	0.72	0.75	0.83	0.94	1.05	1.13	1.14
40°	1.09	1.01	0.91	0.79	0.70	0.66	0.69	0.78	0.91	1.03	1.12	1.13
50°	1.04	0.95	0.82	0.68	0.57	0.53	0.56	0.67	0.82	0.97	1.07	1.09

Fuente: Adaptado de IDAE

2.3.7. Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica

Para un adecuado dimensionamiento, es necesario la obtención de datos de irradiación corregida en la zona donde se pretende instalar el sistema y con ello seguir el siguiente procedimiento.

2.3.7.1. Estimación de consumo

Se deberá estimar la potencia consumida por los distintos aparatos que se desea instalar además de las cantidades y horas de uso de cada una de ellas. La potencia requerida por cada tipo de aparato viene especificada de fábrica.

Para el cálculo de la intensidad se utiliza la ecuación de la potencia eléctrica:

$$P = V_{sis} * I \quad (18)$$

Donde:

P : Potencia eléctrica total calculada (W).

V_{sis} : Tensión del sistema (V).

I : Intensidad de corriente (A).

La energía calculada para un día, es la potencia total del aparato por las horas de uso y se calcula con la siguiente ecuación.

$$E_C = P * t_{ap} \quad (19)$$

Donde:

E_C : Energía calculada (Wh/día).

t_{ap} : Tiempo de funcionamiento del aparato (h).

El consumo energético diario o energía de diseño es calculada aplicando un factor de seguridad a la energía calculada, dicho porcentaje debe tener un valor entre el 10% y el 25%.

$$E_d = E_C * 1.2 \quad (20)$$

2.3.7.2. Dimensionamiento de paneles

La siguiente ecuación determina la potencia máxima de la instalación fotovoltaica, que viene determinada por el consumo de energía diario previsto dividido por las horas de sol máximas, la eficiencia del panel solar, que es usualmente del 90%, y la eficiencia del sistema, que es usualmente del 95%.

$$P_{pico} = \frac{E_d}{HSP * 0.9 * 0.95} \quad (21)$$

Donde:

P_{pico} : Potencia pico de la instalación fotovoltaica (W).

HSP : Hora solar pico.

El número de paneles a utilizar será el resultado de dividir la potencia pico de la instalación domiciliaria y la potencia pico del panel.

$$N_{paneles} = \frac{P_{pico}}{P_{panel}} \quad (22)$$

2.3.7.3. Dimensionamiento de la batería

Para el dimensionamiento de la batería se debe considerar los siguientes: primero, dejar un margen de la capacidad sin utilizar, es decir no debe descargarse por debajo de un valor mínimo ni pasar de un máximo; segundo, se suele considerar más de un día de autonomía en las que los paneles no produzcan energía.

$$CD_{batería} = \frac{E_d * R_e}{V_{sis} * e_d} \quad (23)$$

Donde:

$CD_{batería}$: Capacidad de descarga (Ah)

E_d : Energía de diseño (Wh/día)

R_e : Reserva de energía (más de 1 día)

e_d : Profundidad de descarga (entre 0.6 a 0.8)

2.3.7.4. Dimensionamiento del regulador

El regulador, está diseñado para soportar la corriente de entrada, se encarga de distribuir la electricidad generada por los paneles entre las baterías o el inversor según sea necesario, la corriente de entrada se calcula con la siguiente ecuación.

$$CI = 1.2 * MP * I_{sc} \quad (24)$$

Donde:

CI : Corriente de entrada (A).

MP : Número de módulos en paralelo.

I_{sc} : Corriente de cortocircuito del módulo (A).

2.3.7.5. Inversor de corriente

La potencia requerida por la carga de AC se tendrá en cuenta para dimensionar el inversor, por lo que se seleccionará un inversor cuya potencia nominal sea un poco mayor que la potencia máxima requerida por la carga.

$$P_{Inversor} = P_{Sistema} * F_{Simultaneidad} \quad (25)$$

Donde:

$P_{Sistema}$: Potencia generada por los paneles solares

Considerando condiciones extremas para el dimensionamiento del inversor se considera el 100 % como factor de simultaneidad (100 % = 1)

2.4. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Para poder diseñar los componentes de un sistema para dotar de agua potable y saneamiento, se deben considerar los siguientes.

2.4.1. Periodo de diseño

Es el tiempo en el cual el sistema proyectado debe atender las necesidades de una comunidad, este tiempo es determinado en base a diversas variables que deben ser evaluadas.

2.4.1.1. Determinación del periodo de diseño

Para determinar del periodo de diseño se tienen varios factores a considerar, los mismos que se desarrollan a continuación:

- Durabilidad de los componentes: La vida útil de cada estructura dependerá de la resistencia física de los materiales de los que está construida.
- Factores económicos: La fijación del periodo de diseño está relacionado a los costos regidos por la complejidad de su construcción, mantenimiento y ampliación.
- Tendencia de crecimiento poblacional: Los sistemas deben propiciar el desarrollo de una comunidad y no frenarlo.
- Financiamiento y tasa de interés: La durabilidad es un factor importante, pero adicionalmente se debe realizar la estimación de interés y costo capitalizado.

2.4.1.2. Elección del periodo óptimo de diseño

Para la fijación del periodo óptimo de diseño, existen criterios que relacionan los diversos factores antes desarrollados, de los cuales se tienen periodos recomendados que se detallan a continuación:

A. Según la Normativa Nacional

En el Perú, el MVCS recomienda periodos de diseño para cada componente del sistema, este criterio está basado en la cantidad de habitantes de una determinada población y es como se detalla a continuación.

- Para localidades con menor a 2,000 habitantes, recomienda periodos de diseño máximos que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8: Periodos máximos recomendables

COMPONENTE	PERIODO	
Fuente de abastecimiento.	20	años
Obra de captación.	20	años
Pozos.	20	años
Planta de tratamiento de agua para consumo humano.	20	años
Reservorio.	20	años
Tuberías de conducción, impulsión y distribución.	20	años
Estación de bombeo.	20	años
Equipos de bombeo.	10	años
Unidad básica de saneamiento (UBS-AH,-C,-CC)	10	años
Unidad básica de saneamiento (UBS-HSV)	5	años

Fuente: MVCS - RM 173; p. 18-19

*AH: Con arrastre hidráulico.

*-C: De compostaje.

*-CC: De compostaje continuo.

*-HSV: De hoyo seco ventilado.

- Para localidades con mayor a 2,000 habitantes, El MVCS en su (Norma OS.100) dice: El periodo de diseño debe ser fijado por el proyectista, el cual debe utilizar un procedimiento que garantice periodos óptimos para cada componente del sistema.

2.4.2. Población de diseño

La población aumenta con cada nacimiento y decrece por la defunción, también crecen o decrecen por la migración, a partir de estas consideraciones en el Perú el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) dirige la realización de los

censos cada 12 años aproximadamente, dichos datos censales se utilizan para la proyección de la población futura (población de diseño).

El crecimiento de una localidad es afectado por diversos factores:

- Condiciones geográficas.
- Costo de adquisición de terrenos.
- Zonificación de la localidad.
- Facilidades para la movilización de las personas.
- Condiciones socio-económicas de los habitantes.
- Existencia de los servicios básicos.

2.4.2.1. Método de cálculo

El MVCS – RM 173, recomienda como modelo simplificado de cálculo de la población de diseño, este modelo es la proyección con el método aritmético.

$$P_f = P_a * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right) \quad (26)$$

Donde:

P_a : Población actual (hab.).

P_f : Población futura (hab.).

r : Razón de crecimiento.

t : Tiempo en años.

2.4.3. Dotación de agua

La dotación de agua es el consumo per cápita expresado en l/hab/día. Dicho consumo está en proporción directa al número de habitantes de una localidad.

Según el MEF en su: “Guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de saneamiento básico en el ámbito rural” en adelante (Guía de Saneamiento Rural del MEF), la dotación está dada en base a la disposición final de excretas y la ubicación de la localidad, los cuales se muestran en la tabla 9.

Tabla 9: Dotación de agua según el MEF ámbito rural (l/hab/día)

ÍTEM	CRITERIO	COSTA	SIERRA	SELVA
1	Letrinas sin arrastre hidráulico.	50-60	40-50	60-70
2	Letrinas con arrastre hidráulico.	90	80	100

Fuente: Guía de Saneamiento Rural del MEF

2.4.4. Variaciones de consumo

La cantidad de agua potable que se consume en una zona determinada varía mucho a lo largo del año debido a las diferencias estacionales (el consumo de agua en verano es mayor que el de invierno). Además, el consumo de agua varía a lo largo de cualquier semana, con días de máximo consumo (normalmente el lunes) y días de mínimo consumo (normalmente el domingo) (Arocha, 1980).

2.4.4.1. Caudal de diseño del sistema de agua potable

B. Caudal medio diario

Es el caudal promedio de los consumos diarios registrados durante un año, el mismo que sirve de base para el cálculo de los caudales máximos diarios y horarios. Para la obtención del caudal medio diario se utiliza la siguiente ecuación (López, 2003).

$$Q_P = \frac{D_{OT} * P_d}{86,400} \text{ l/s.} \quad (27)$$

Donde:

Q_P : Caudal promedio diario (l/s).

D_{OT} : Dotación (l/hab./día).

P_d : Población de diseño (hab.).

C. Caudal máximo diario

El caudal máximo horario es la demanda máxima de un día del año, es decir, representa el día de mayor demanda de agua de todo el año y se obtiene con la siguiente ecuación (López, 2003).

$$Q_{md} = K_1 * Q_P \quad (28)$$

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario (l/s).

K_1 : Coeficiente de variación de máximo consumo diario.

D. Caudal máximo horario

Puede calcularse mediante la siguiente ecuación y representa la mayor demanda que puede satisfacerse en una sola hora a lo largo de todo un año (López, 2003).

$$Q_{mh} = K_2 * Q_P \quad (29)$$

Donde:

Q_{mh} : Caudal máximo horario (l/s.)

K_2 : Coeficiente de variación de máximo consumo horario.

2.4.4.2. Coeficientes de variación K_1 y K_2

Los coeficientes de variación son variables, pero para la formulación de proyectos en zonas rurales el MEF recomienda los siguientes de la tabla 10.

Tabla 10: Coeficientes de variación de consumo MEF (Ámbito Rural)

COEFICIENTE	VALOR
Coeficiente Máximo Anual de la Demanda Diaria (K_1)	1.3
Coeficiente Máximo Anual de la Demanda Horaria (K_2)	2.0

Fuente: Guía de Saneamiento Rural del MEF

2.5. COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

2.5.1. Fuentes de abastecimiento

La ubicación, el tipo, la cantidad y la calidad de la fuente de agua deben determinarse en primer lugar, ya que influyen directamente en la forma de construir los componentes del sistema. (Agüero, 1997).

2.5.1.1. Tipos de fuentes de agua

A. Aguas superficiales

Las aguas superficiales son las que discurren de forma continua sobre la superficie terrestre como los lagos, arroyos, ríos, estos tipos de fuentes no son recomendables cuando aguas arriba y alrededor de las afluencias existen zonas habitadas o de pastoreo de animales que puedan contaminarlas (Agüero, 1997).

B. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas son las aguas de lluvia que tienen la capacidad de infiltrarse en la tierra. La estructura geológica y las características hidrológicas del acuífero influyen en su aprovechamiento. Estas aguas pueden explotarse mediante tecnologías como los pozos, las galerías filtrantes y la captación en ladera (Agüero, 1997).

2.5.1.2. Calidad del agua

Se considera potable el agua que puede ser consumida por las personas sin poner en peligro su salud y el agua que no dañará los componentes del sistema. Para evaluar la calidad del agua de la fuente, hay que realizar análisis físico, químico y bacteriológico del agua.

La calidad del agua se mide en base a los estándares dados por el Ministerio de Salud mediante el D.S. N° 131 -2010-SA "Reglamento de la calidad del agua para consumo humano", en los siguientes parámetros:

- Parámetros microbiológicos: Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano.
- Parámetros organolépticos: Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial.
- Parámetros inorgánicos: Son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno.

Estos parámetros antes mencionados, fijan los límites máximos permisibles en 3 anexos dados en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

- ANEXO I: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos
- ANEXO II: Límites máximos permisibles de calidad organoléptica
- ANEXO III: Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

2.5.2. Captación de agua

Es una estructura que se construye directamente sobre la fuente elegida para captar el caudal necesario manteniendo el flujo regular de agua.

2.5.2.1. Consideraciones para captación subterránea

Para los afloramientos tipo manantial el MVCS en su (Norma OS.010) da las siguientes consideraciones para tener en cuenta:

- La captación se colocará para obtener el caudal máximo del manantial.

- En el diseño de la captación, se debe incluir válvulas, accesorios, tuberías y tapa de inspección, los mismos que permitan la limpieza, el rebose y la protección sanitaria que requiere el agua.
- Al punto de inicio de la línea de conducción es necesario instalar una canastilla que permita retener sólidos.
- La zona del afloramiento debe estar protegida para evitar posibles contaminantes del agua.

2.5.2.2. Diseño de captación tipo ladera

Para el diseño hidráulico de la captación tipo manantial de ladera, se tomará en cuenta la teoría dada por Roger Agüero (1997).

Para dimensionar la captación es necesario conocer el caudal máximo que puede producir la fuente, de tal manera que los diámetros de los orificios de entrada a la caja húmeda sean suficientes para captar este caudal (Agüero, 1997).

A. Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda.

Primero, se calcula la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir una velocidad de pase con la siguiente ecuación. (MVCS – RM 173, 2016)

$$h_0 = 1.56 * \frac{V_2^2}{2g} \quad (30)$$

Donde:

h_0 : Carga necesaria sobre orificio de entrada (m)

V_2 : Velocidad de paso del agua (se recomienda ≤ 0.6 m/s).

g : Gravedad (9.81 m/s²)

Para los cálculos, h_0 es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite la velocidad de pase, como se muestra en la figura 14.

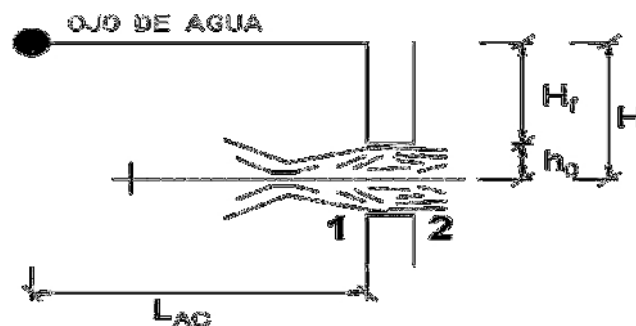


Figura 14: Carga disponible

Fuente: Adaptado de MVCS – RM 173, 2016; p. 51

De la figura anterior se tiene:

$$H = h_0 + H_f \quad (31)$$

$$H_f = 0.3 * L_{AC} \quad (32)$$

Donde:

H_f : Pérdida de carga en la captación.

L_{AC} : distancia entre el afloramiento y la caja de captación (m)

E. Ancho de pantalla (A_{pan})

El ancho de la pantalla se calcula a partir del diámetro de las tuberías y el número de orificios que permitirán el ingreso del agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.

- Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D_{ori}), se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q_{max} = V_{agua} * A * Cd \quad (33)$$

Donde:

Q_{max} : Caudal máximo de la fuente (l/s).

V_{agua} : Velocidad de paso (se recomienda 0.5 m/s).

A : Área de la tubería (m²).

Cd : Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8).

- Despejando de la ecuación 8 el valor del área resulta:

$$A = \frac{Q_{max}}{Cd * V_{agua}} = \frac{\pi * D_{ori}^2}{4} \quad (34)$$

- Conocida el área necesaria, se determina el número de orificios: es recomendable usar diámetros menores o iguales a 2". Si se obtuvieran diámetros mayores será necesario aumentar el número de orificios siendo:

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumino}} + 1 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + 1 \quad (35)$$

- Para calcular la longitud del ancho de la pantalla, se recomienda la distribución en base al diámetro de tubería seleccionado, como se muestra de la figura 15.

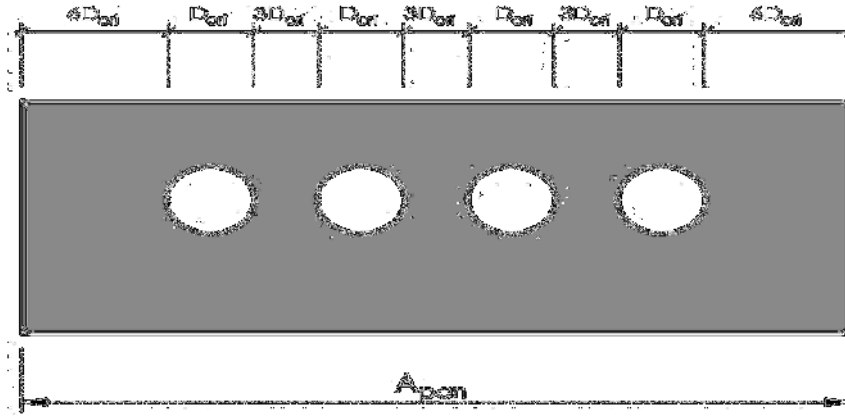


Figura 15: Distribución de los orificios – pantalla frontal

Fuente: Adaptado de MVCS – RM 173, 2016; p. 52

- Una vez seleccionado el diámetro de la tubería y el calculado el número de orificio, el ancho de la pantalla se determina con la siguiente ecuación:

$$A_{pan} = 2(6D_{ori}) + NA * D_{ori} + 3D_{ori}(NA - 1) \quad (36)$$

Donde:

A_{pan} : Ancho de pantalla.

D_{ori} : Diámetro del orificio.

NA : Número de orificios.

C. Altura de la cámara húmeda

Para captaciones tipo manantial de ladera, que permita almacenar un volumen necesario para el bombeo se determina en base a los elementos identificados en la figura 16.

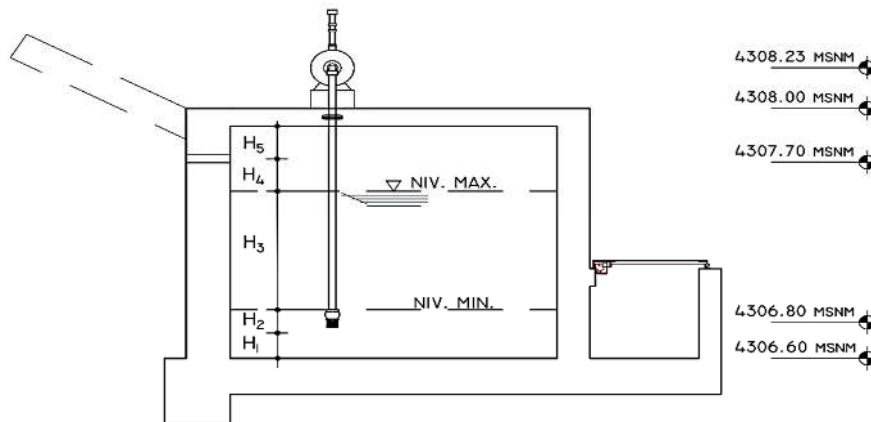


Figura 16: Dimensiones de la cámara húmeda

Fuente: Elaboración propia

La altura total para la cámara húmeda se calculará como sigue:

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 \quad (37)$$

Donde:

H_T : Altura total de cámara húmeda (m).

H_1 : Se recomienda una altura mínima de 10 cm.

H_2 : Se recomienda una altura mínima de 10 cm.

H_3 : Altura de agua que se determina con el volumen.

H_4 : Desnivel entre el ingreso y nivel de agua de la cámara húmeda.

H_5 : Borde libre (de 10 a 30 cm.)

2.5.3. Línea de impulsión

La estructura y los componentes necesarios para conducir el agua desde la captación hasta el reservorio se denominan líneas de impulsión. Al diseñar la línea de impulsión, deben cumplirse los siguientes requisitos.

- Para elegir el tipo y la calidad de la tubería para la construcción de la línea de impulsión, deben tenerse en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología del lugar.
- La velocidad debe estar entre 1,0 y 3,0 m/s para mantener la sobrepresión del golpe de ariete dentro de los límites normales. (López, 2003, p. 145)
- Se utiliza la fórmula de Hazen y Williams para definir las tuberías que funcionan con flujo a presión y los coeficientes de fricción para cada tipo de material.

2.5.3.1. Caudal y diámetro de bombeo

Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye un reservorio posterior a la estación de bombeo, la capacidad de la tubería de la succión, el equipo de bombeo y de la tubería de impulsión se determina en función del caudal máximo diario y del número de horas de bombeo, por lo que el caudal de bombeo se define de la siguiente manera.

$$Q_b = Q_{md} * \frac{24}{N} \quad (38)$$

Donde:

Q_b : Caudal de bombeo (l/s).

Q_{md} : Caudal máximo diario (l/s).

N : Número de horas de bombeo.

Para determinar el diámetro de impulsión próximo al óptimo, se utiliza la fórmula de Bresse para instalaciones que no operan de manera continua, como se define en la siguiente ecuación (López, 2003).

$$D_{IM} = Z * \left(\frac{N}{24}\right)^{\frac{1}{4}} * \sqrt{Q_b} \quad (39)$$

Donde:

D_{IM} : Diámetro de tubería de impulsión (m).

N : Número de horas de bombeo.

Z : 0.7 a 1.6

2.5.3.2. Pérdida de carga por fricción

La energía necesaria para superar las obstrucciones que impiden que el agua fluya de un punto a otro en una parte de la tubería es lo que se entiende por esta pérdida. La fricción entre el fluido y la superficie de contacto de la tubería es la responsable de estas pérdidas (Agüero, 1997, p. 56).

A. Pérdida de carga unitaria

Para estimar la pérdida de carga unitaria, existen muchas fórmulas, sin embargo, una de las más utilizadas en tuberías de conducción a presión es la de Hazen y Williams, la misma que se muestra a continuación.

$$Q = 0.2785C D_I^{2.63} h_f^{0.54} \quad (40)$$

Donde:

Q : Caudal (m³/s)

C : Coeficiente de rugosidad de Hazen y William.

D_I : Diámetro interior de la tubería (m)

h_f : Pérdida de carga unitaria

En la tabla 11, se muestran los diferentes valores del coeficiente de rugosidad.

Tabla 11: Coeficientes de rugosidad de Hazen y Williams ($C_{H\&W}$)

MATERIAL DE TUBERÍA	CONDICIÓN	$C_{H\&W}$
Acero remachado	Nuevo	110
Hierro fundido	Nuevo	130
Concreto	Buena terminación	130
Asbesto cemento	General	140
Plástico (PE-PVC)	General	150

Fuente: Adaptado de López, 2003, p. 220.

B. Pérdida de carga por tramo

La pérdida de carga para una longitud determinada se determina con sigue:

$$H_f = h_f * L \tag{41}$$

Donde:

L : Longitud de tubería (m).

h_f : Pérdida de carga unitaria.

2.5.3.3. Pérdida de carga locales

Estas pérdidas son producidas por las deformaciones de flujo, cambio en sus movimiento y velocidad producidas por (estrechamiento o ensanchamientos bruscos de la sección, válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.).

$$H_m = \sum k * \frac{V_f^2}{2 * g} \tag{42}$$

Donde:

k : coeficientes de pérdidas locales (ver tabla 12).

g : Gravedad (9.81 m/s²).

V_f : Velocidad media de flujo (m/s).

Tabla 12: Valores de k para pérdidas Locales

Accesorio	K
Compuerta abierta	1
Codo de 90°	0.90
Codo de 45°	0.40
Codo de 22.5 °	0.20
Codo de 11.25°	0.10
Rejilla	0.75
Boquillas	2.75
Válvula de ángulo abierto	5.00
Válvula compuerta, abierto	0.20
Válvula tipo globo, abierto	10.00
Salida de tubo	1.00
T, pasaje directo	0.60
T, salida de lado	1.30
T, salida bilateral	1.80
Válvula de pie	1.75
Válvula de retención	2.50

Fuente: Adaptado de OPS/CEPIS/05.161 UNATSABAR; 2005; p-37.

2.5.3.4. Tuberías

Para determinar el diámetro óptimo de la tubería se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico. Las tuberías son fabricadas bajo normas técnicas, siendo las de plástico las más económicas, livianas y duraderas para a la conducción de agua a presión, las tuberías de plástico más comunes son la de policloruro de vinilo (PVC) como se muestra en la tabla 13, y el polietileno de alta densidad (HDPE) como se muestra en la tabla 14.

Tabla 13: Características de tubería PVC – NTP 399.002

Diámetro nominal		SDR 41	SDR 27.7	SDR 21	SDR 14.3
		PN 5	PN 7.5	PN 10	PN 15
(pulg.)	(mm.)	espesor (mm.)	espesor (mm.)	espesor (mm.)	espesor (mm.)
1/2"	21.0	-	-	1.8	1.8
3/4"	26.5	-	-	1.8	1.8
1"	33.0	-	-	1.8	2.3
1 1/4"	42.0	-	1.8	2	2.9
1 1/2"	48.0	-	1.8	2.3	3.3
2"	60.0	1.8	2.2	2.9	4.2

Fuente: Adaptado de catálogo Pavco Vinduit

Tabla 14: Características de tubería HDPE – NTP ISO 4427

PE100		SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
Diámetro nominal		PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
(pulg.)	(mm.)	espesor (mm.)	espesor (mm.)	espesor (mm.)	espesor (mm.)
3/8"	16.0	-	-	-	2.00
1/2"	20.0	-	-	2.00	2.30
3/4"	25.0	-	2.00	2.30	3.00
1"	32.0	2.00	2.40	3.00	3.60
1 1/4"	40.0	2.40	3.00	3.70	4.50
1 1/2"	50.0	3.00	3.70	4.60	5.60
2"	63.0	3.80	4.70	5.80	7.10

Fuente: Adaptado de catálogo tuberías HDPE Tigre

De las dos tablas anteriores cabe detallar que SDR (Standar Dimension Ratio) define la relación del diámetro nominal y espesor de la tubería; PN corresponde a la presión máxima admisible en bar, ejemplo PN 10 equivale a 100 metros columna de agua.

2.5.4. Estación de bombeo

La estación de bombeo es un conjunto de edificaciones, maquinaria, tuberías y otros accesorios que permite extraer el agua de una fuente e impulsar hasta un depósito o sistema de distribución situado a mayor altura. Al diseñar se debe tener en cuenta lo siguiente.

2.5.4.1. Ubicación de la estación de bombeo

La ubicación de la estación de bombeo debe elegirse teniendo en cuenta los siguientes factores para permitir un funcionamiento seguro e ininterrumpido.

- Facilidad de acceso en la etapa de construcción e instalación; y en la operación y mantenimiento.
- Aislamiento del conjunto ante desastres naturales como (inundación, deslizamientos, huaycos, crecida de ríos, etc.)
- Eficiencia hidráulica de los equipos y la línea de impulsión.
- Acceso a la energía eléctrica, u otro tipo de energía.

2.5.4.2. Elementos de la estación de bombeo.

Los tres principales elementos de toda estación de bombeo son: la línea de succión y sus respectivos accesorios (anterior a la bomba); la bomba (se considerará una bomba adicional de reserva); y la línea de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba). Como se muestra en la figura 17.

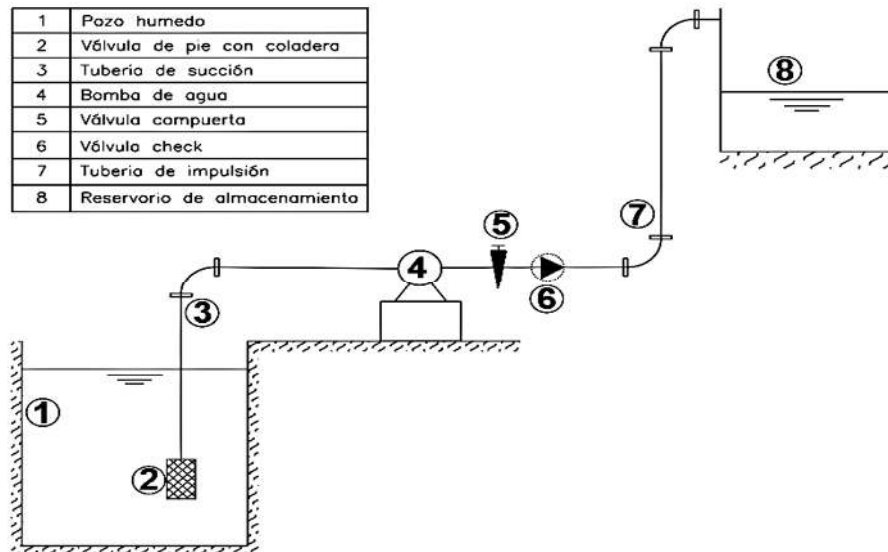


Figura 17: Elementos de una estación de bombeo

Fuente: Adaptado de López, 2003, p. 141

- Pozo húmedo: es el tanque que almacena agua a ser bombeada, su capacidad está determinada por el caudal y tiempo de bombeo (López, 2003, p. 142).
- Válvula de pie con coladera: La válvula de pie impide el retorno del agua que ocupa la tubería de succión; además la coladera impide el ingreso de sólidos que puedan dañar la bomba (López, 2003, p. 142).
- Tubería de succión: La succión es la etapa más crítica del bombeo, sobre todo cuando se tiene succión negativa, debido a que la entrada de aire puede ocasionar problemas. Además, el diámetro de la tubería de succión nunca debe ser menor al diámetro de la tubería de impulsión. Es por ello que se recomienda utilizar mínimamente el diámetro comercial inmediatamente superior a la tubería de impulsión. (López, 2003, p. 143).
- Bomba: es la máquina que transforma la energía, aplicándola para mover el agua generalmente en forma ascendente.
- Válvula compuerta: Tiene por objeto facilitar trabajos de reparación y limpieza al permitir el control del flujo absoluto del caudal.
- Válvula de retención: Su función es de permitir el paso del flujo en la dirección del bombeo y evitar el flujo inverso.
- Tubería de impulsión: es la encargada de transportar el agua al lugar deseado.

2.5.4.3. Diseño del sistema de bombeo

Para diseño del bombeo hidráulico se debe tener en cuenta el esquema planteado, dado que la ecuación dependerá, entre otras cosas, de si hay una succión positiva o negativa y de si la descarga es al aire libre o no.

A. Altura estática de succión (h_s)

la distancia vertical entre el nivel de agua de la poza húmeda y el eje de la bomba. Si el nivel de agua está por debajo del eje de la bomba, se suele denominar aspiración negativa, y si está por encima, se denomina aspiración positiva (López, 2003, p. 146).

B. Altura estática de impulsión (h_i)

Es la distancia vertical entre el eje de la bomba y el nivel de descarga del agua.

C. Altura estática total (H_{est})

Es la suma de las alturas estáticas de aspiración y de impulsión y representa la diferencia entre el nivel de agua de la poza húmeda y el nivel de descarga.

D. Altura de fricción (h_{fs} , h_{fi})

Es la altura adicional para compensar las pérdidas por fricción en las tuberías de impulsión (h_{fi}) y de succión (h_{fs}). Se determina mediante la ecuación de Hazen-Williams (López, 2003, p. 147).

E. Altura de velocidad ($V^2/2g$)

Representa la energía cinética del fluido en cualquier punto del sistema.

F. Altura de pérdidas menores o locales (h_{ms} , h_{mi})

Es la altura adicional para vencer las pérdidas locales.

G. Altura dinámica total (H_t)

Teniendo en cuenta todos los elementos anteriores, es la altura contra la que debe funcionar la bomba. Como se indica en la figura 18, hay que establecer la ecuación de Bernoulli entre los niveles de agua de aspiración y descarga para determinar la altura dinámica total (López, 2003, p. 147).

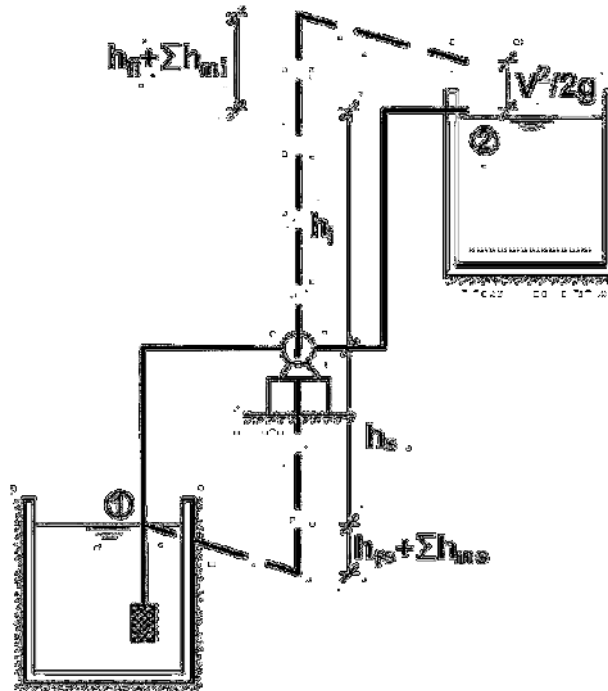


Figura 18: Línea de energía en esquema típica de bombeo

Fuente: Adaptado de López, 2003, p. 148

En la figura anterior, se plantea la ecuación de Bernoulli entre los puntos 1 y 2, se tiene.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H_t - (h_{fs} + \sum h_{ms}) - (h_{fi} + \sum h_{mi}) = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (43)$$

En la ecuación anterior, los términos de presión son iguales a cero y la velocidad del líquido en succión se puede depreciar, despejando el valor de la altura dinámica total se tiene.

$$H_t = h_s + h_i + (h_{fs} + \sum h_{ms}) + (h_{fi} + \sum h_{mi}) + \frac{V_2^2}{2g} \quad (44)$$

2.5.4.4. bombas hidráulicas

Las bombas pueden ser clasificadas en bombas de desplazamiento positivo y bombas rotodinámicas. Las primeras operan de forma volumétrica: desplazan un determinado volumen por unidad de tiempo, independientemente de la presión. Mientras que las bombas rotodinámicas, consiguen incrementar la energía del fluido a base de aumentar la energía cinética por medio de la deflexión y el efecto centrífugo que provocan los álabes del rodete recuperando esta energía posteriormente en forma de presión. (Blanco, Velarde y Fernández; 1994, p. 49).

Las bombas rotodinámicas se clasifican en axiales, mixtas y radiales, según la dirección de salida del flujo con respecto al eje. El nombre común para las radiales es de bomba centrífuga. (Blanco et al., 1994, p. 50).

A. Curva característica

La altura de elevación de la bomba depende fundamentalmente del caudal que circula por ella, lo que quiere decir que va a estar definida por su acoplamiento con el sistema. La curva que representa la altura proporcionada por la bomba en función del caudal se llama curva característica. (Blanco et al., 1994, p. 51).

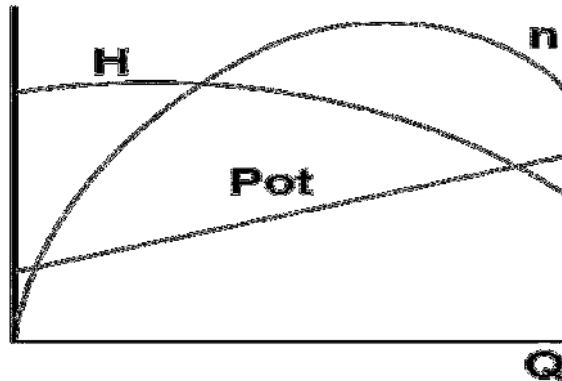


Figura 19: Curva característica de la bomba
 Fuente: Blanco et al., 1994, p. 51

La potencia requerida por la bomba se define con la siguiente ecuación.

$$P_b = \frac{\gamma * Q_b * H_t}{102 * \eta} \quad (45)$$

Donde:

P_b : Potencia de la bomba y del motor (kW).

γ : Peso específico del agua (para el agua 1000.00) (kg/m³).

Q_b : Caudal de bombeo (m³/s).

H_t : Altura manométrica total (m).

η : Rendimiento de la bomba.

: 0.746 kW = 1 HP

La bomba seleccionada debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica deseada, con eficiencia recomendada por el fabricante.

2.5.4.5. Golpe de ariete

A. Velocidad de propagación de onda

Este fenómeno ocurre cuando se interrumpe súbitamente la energía que propulsa la columna de agua en la línea de impulsión o por el cierre rápido de las válvulas de regulación de flujo a la salida de la bomba ocasionando una presión interna a todo lo largo de la tubería, la cual es recibida en las paredes de la tubería y accesorios como un impacto (Choy Bejar, 2002).

Al cerrar instantáneamente o parar el equipo de bombeo, la compresión del agua y expansión de la tubería comienza en el punto de cierre, transmitiendo hacia arriba a una velocidad llamada velocidad de propagación de onda (Choy Bejar, 2002).

$$\alpha = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k_c * \frac{D_I}{e}}} \quad (46)$$

Donde:

α : Velocidad de propagación de onda (m/s).

D_I : Diámetro interior de la tubería (mm).

e : Espesor de tubería (mm).

k_c : $10^{10} / E$

E : Módulo de elasticidad del material de tubería.

: $E(PVC) = 3 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$; $E(PE) = 1 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$

B. Tiempo de parada de la bomba

Mendiluce propone la siguiente expresión para el cálculo del tiempo de parada.

$$T = F + \frac{U * L * V_{ag}}{g * H_m} \quad (47)$$

Donde:

L : Longitud de la conducción (m).

V_{ag} : Velocidad del agua (m/s).

F y U : Coeficientes de ajuste empírico.

H_m : Altura manométrica (m.c.a.).

g : Gravedad (9.81 m/s²).

El coeficiente C es función de la pendiente hidráulica (m), siendo;

$$m = \frac{H_m}{L} \quad (48)$$

Donde:

$F: 1$ si $m \leq 0.20$

$F: 0.8$ si $0.20 < m < 0.25$

$F: 0.6$ si $0.25 < m < 0.30$

$F: 0.4$ si $0.30 < m < 0.35$

$F: 0.2$ si $0.35 < m < 0.40$

$F: 0$ si $m \geq 0.40$

El coeficiente F depende de la longitud de la tubería y se obtiene a partir de la tabla 15 propuesta por Mendiluce.

Tabla 15: Relación L - U

L	U
L<500	2
L=500	1.75
500<L<1500	1.5
L=1500	1.25
L>1500	1

Fuente: Adaptado de propuesta de Mendiluce

C. Tiempo crítico

Se define el tiempo crítico como el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa y se expresa.

$$T_c = 2 * \frac{L}{\alpha} \quad (49)$$

Donde:

T_c : Tiempo crítico de propagación de la onda en cierre instantáneo (s).

L : Longitud de la tubería por donde transita la onda (m).

El tiempo crítico se compara con el tiempo de parada, teniendo lo siguiente:

- Si $T_c > T$ La maniobra se habrá concluido cuando se produzca el retorno de la onda de presión y tendrá un cierre rápido, alcanzándose la sobrepresión máxima en algún punto de la tubería.
- Si $T_c < T$ se estará ante un cierre lento y ningún punto alcanzará la sobrepresión máxima, ya que la primera onda positiva reflejada regresa antes de que se genere la altura negativa.

D. Sobrepresión

- Cierre lento: Michaud propone la siguiente fórmula para valores del golpe de ariete

$$\Delta P = \frac{2 * L * V_f}{g * T_p} \quad (50)$$

Donde:

ΔP : Sobrepresión (m.c.a.)

g : Gravedad (9.81 m/s²)

V_f : Velocidad media de flujo (m/s)

T_p : Tiempo de parada de la bomba (s.)

- Cierre rápido: Allievi propone la siguiente fórmula para valores del golpe de ariete

$$\Delta P = \frac{\alpha * V_f}{g} \quad (51)$$

Donde:

ΔP : Sobrepresión (m.c.a.)

g : Gravedad (9.81 m/s²)

V_f : Velocidad media de flujo (m/s)

α : Velocidad de propagación de onda (m/s)

2.5.5. Tratamiento de agua

El objetivo del tratamiento es la remoción de los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos del agua, hasta alcanzar los límites establecidos en las normas

nacionales de calidad de agua vigentes en el país. Para el tratamiento de agua potable el MVCS en su (Norma OS.020) da las siguientes consideraciones:

- Deberán someterse a tratamiento el caudal destinado para consumo humano, en caso de que no se cumpla con los límites máximos de contaminantes establecidos en las normas nacionales para agua potable.
- Fácil accesibilidad al lugar de tratamiento que permita el permanente ingreso de personas que transporten los productos químicos necesarios para el tratamiento.

2.5.5.1. Definición de los procesos de tratamiento

El MVCS en su (Norma OS.020) define 3 tipos de aguas naturales para abastecimiento público las cuales se definen a continuación:

- Tipo I: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en la tabla 16 y demás características que satisfagan los patrones de potabilidad.
- Tipo II-A: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en la tabla 16 y que cumplan los patrones de potabilidad mediante un proceso de tratamiento que no exija coagulación.
- Tipo II-B: Aguas superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en la tabla 16 y que exijan coagulación para poder cumplir con los patrones de potabilidad.

Tabla 16: Características básicas del agua

PARÁMETRO	TIPO I	TIPO II - A	TIPO II -B
Coliformes Totales	<8.8	<3000	<20000
Coliformes Termorresistentes (+)	0	<500	<4000

Fuente: Adaptado de MVCS (Norma OS.020)

Así mismo el MVCS en su (Norma OS.020) recomienda el tratamiento mínimo para cada tipo de agua como sigue:

- Tipo I : Desinfección.
- Tipo II-A : Desinfección, decantación simple y filtración.
- Tipo II-B : Coagulación, filtración en filtros rápidos y desinfección.

2.5.5.2. Desinfección de Agua

Para la desinfección del agua se puede hacer por medio de los siguientes procedimientos:

- Desinfección por rayos ultravioleta: Según, se hace pasar el agua por capas delgadas por debajo de lámparas de rayos ultravioleta. (López, 2003).
- Desinfección por medio de ozono: El empleo de ozono como desinfectante es un sistema muy efectivo, el sistema de ozonificación consiste básicamente en una elevación de voltaje que, al ocasionar chispas y entrar en contacto con el oxígeno, produce el ozono (López, 2003).
- Desinfección por medio de cloro: Este procedimiento es también bastante efectivo y de uso generalizado en nuestro medio, es un sistema de desinfección más económico que los dos métodos anteriores. Las dosis de cloro que se emplean normalmente son de 1 a 2 mg/l; se obtiene residuales de cloro del orden de 0.5 mg/l (López, 2003).

2.5.5.3. Diseño de sistema de cloración

La cantidad de cloro en peso para el sistema, se calcula con la siguiente ecuación.

$$P_k = \frac{V_{at} * C_C}{10 * \%C_H} \quad (52)$$

Donde:

P_k : Peso de cloro (gr).

V_{at} : Volumen de agua a tratar (l/día).

C_C : Concentración de cloro residual del efluente (mg/l).

$\%C_H$: Porcentaje de cloro del hipoclorito.

La solución madre se almacena en un recipiente de volumen comercial, dicha concentración puede variar en un rango de 200 mg/l hasta 5000 mg/l, el cual se calcula con la siguiente ecuación. (Cooperación Alemana – GIZ; 2017; p. 38)

$$C_{sm} = \frac{P_{pr}}{V_{rc}} \quad (53)$$

Donde:

C_{sm} : Concentración de solución madre (mg/l).

P_{pr} : Peso de cloro para periodo de recarga (mg).

V_{rc} : Volumen de recipiente comercial (l).

Para asegurar la concentración de cloro residual libre, el caudal de goteo se calcula con la siguiente ecuación.

$$q_g = \frac{V_{rc}}{T_r} \quad (54)$$

Donde:

q_g : Caudal de goteo de la solución madre (ml/min.).

T_r : Periodo de recarga de solución madre (min.).

Cloro residual libre: Es la cantidad de cloro mínimo requerido en el agua potable para proteger de posibles contaminantes microbiológicas

2.5.6. Reservorio de almacenamiento

El reservorio nos permite garantizar el continuo funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.5.6.1. Consideraciones básicas

Para el diseño del reservorio de almacenamiento se debe considerar:

- Capacidad de reservorio: Se determina considerando la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, y cubrir la demanda ante la eventualidad de ocurrir daños en la línea de conducción (Agüero, 1997, p. 85).
- Tipo de reservorio: Son generalmente de concreto armado y pueden tener muros laterales de forma circular o rectangular (Arocha, 1980, p. 85).
- Ubicación del reservorio: Se determina en base a la necesidad de tener presiones admisibles en la red de distribución (Arocha, 1980, p. 84).

2.5.6.2. Diseño estructural

Para el diseño estructural de un reservorio paralelepípedo, se puede utilizar el método (PCA), la cual nos permite calcular momentos y fuerzas cortantes. Para ello es necesario fijar las condiciones de borde dadas a continuación:

- Tapa articulada y fondo articulado
- Tapa libre y fondo articulado
- Tapa libre y fondo empotrado

Para reservorios típicos que se instalan en zonas rurales, se recomienda usar la condición de tapa libre y fondo empotrado, para este caso solo actúa el empuje

del agua, la presión en el borde es cero y la presión máxima (P), ocurre en la base. Este modelo se muestra en la figura 20

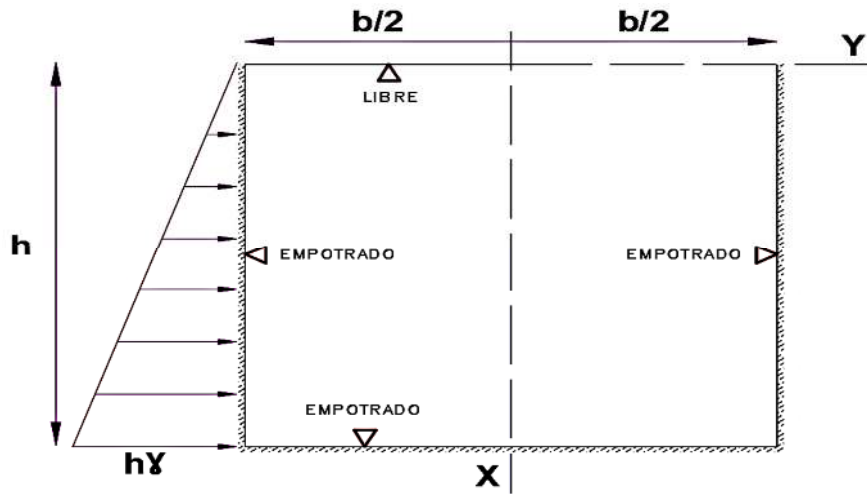


Figura 20: Presión y condición del muro de reservorio cuadrado
 Fuente: (PCA, 1969)

La presión y empuje ocasionada por el agua es como se muestra en las siguientes ecuaciones.

$$P = \gamma * h \tag{55}$$

$$V = \frac{\gamma * h^2 * b}{2} \tag{56}$$

Para el cálculo del momento actuante se utiliza los coeficientes (K) que se obtienen de las tablas proporcionadas por (PCA) para tanques rectangulares, ingresando la relación de b/h (ver tabla 17).

$$M = K * \gamma * h^3 \tag{57}$$

Donde:

- h : Altura del agua.
- γ : Peso específico del agua.
- b : Ancho de la pared.
- K : Coeficiente.

Tabla 17: Tabla de coeficiente (K) del PCA

b/h	x/h	y=0		y=b/4		y=b/2	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My
3.00	0	0.000	0.025	0.000	0.014	0.000	-0.082
	1/4	0.010	0.019	0.007	0.013	-0.014	-0.071
	1/2	0.005	0.010	0.008	0.010	-0.011	-0.055
	3/4	-0.033	-0.004	-0.018	0.000	-0.060	-0.028
	1	-0.126	-0.025	-0.092	-0.018	0.000	0.000
2.50	0	0.000	0.027	0.000	0.013	0.000	-0.074
	1/4	0.012	0.022	0.007	0.013	-0.013	-0.066
	1/2	0.011	0.014	0.008	0.010	-0.011	-0.053
	3/4	-0.021	-0.001	-0.010	0.001	-0.005	-0.027
	1	-0.108	-0.022	-0.077	-0.015	0.000	0.000
2.00	0	0.000	0.027	0.000	0.009	0.000	-0.060
	1/4	0.013	0.023	0.006	0.010	-0.012	-0.590
	1/2	0.015	0.016	0.010	0.010	-0.010	-0.049
	3/4	-0.008	0.003	-0.002	0.003	-0.005	-0.027
	1	-0.086	-0.017	-0.059	-0.012	0.000	0.000
1.75	0	0.000	0.025	0.000	0.007	0.000	-0.050
	1/4	0.012	0.022	0.005	0.008	-0.010	-0.052
	1/2	0.016	0.016	0.010	0.009	-0.009	-0.046
	3/4	-0.002	0.005	0.001	0.004	-0.005	-0.027
	1	-0.074	-0.015	-0.050	-0.010	0.000	0.000

Fuente: (PCA, 1969)

A. Espesores y momentos

- Pared

Para el cálculo del espesor del muro, es necesario determinar el máximo momento absoluto (M), y mediante el método elástico sin agrietamiento se tiene la siguiente fórmula.

$$e_m = \left[\frac{6M}{f_t * b} \right]^{1/2} \quad (58)$$

Donde:

M : Máximo momento absoluto (kg-cm).

f_t : $0.85\sqrt{f'c}$ Esf. Tracción por flexión (kg/cm²).

b : 100 cm.

- Losa de cubierta

Para el cálculo de la losa de cubierta armada en dos sentidos, apoyada en sus cuatro lados, y teniendo la consideración de un reservorio de sección cuadrada se tiene la siguiente ecuación.

$$e_{lc} = \frac{L_{UZ}}{36} \quad (59)$$

Los momentos flexionantes en la faja central de ambas direcciones es igual cuando se tiene un reservorio se sección cuadrada y es como sigue.

$$MA = MB = 0.036 * W * L_{UZ}^2 \quad (60)$$

Donde:

W : Peso total (carga viva + carga muerta) (kg/m²).

L_{UZ} : Longitud de la luz (m).

También, por el método elástico sin agrietamiento considerando el máximo momento se tiene la siguiente relación para determinar el espesor útil (d).

$$d = \left[\frac{6M}{R_m * b} \right]^{1/2} \quad (61)$$

Donde:

M : Momentos flexionantes ($M = MA = MB$).

b : 100 cm.

f_s : Fatiga de trabajo en (kg/cm²).

f_c : Resistencia a la compresión (kg/cm²).

R_m : $\frac{1}{2} * f_s * j * k$

k : $\left(1 + \frac{f_s}{n * f_c}\right)^{-1}$

n : $E_s/E_c = (2.1 * 10^6)/(W^{1.5} * 4200 * f_c^{1/2})$

j : $1 - \frac{k}{3}$

Finalmente, el espesor útil debe cumplir la siguiente relación, considerando un recubrimiento de 2.5 cm.

$$d \geq e_t - 2.5 \quad (62)$$

o Losa de fondo

Para el cálculo del espesor de la losa de fondo, es necesario asumir un espesor que nos permita calcular el peso propio del concreto y el peso del agua. Con lo anterior, la losa será analizada como una placa flexible y no rígida, debido a que el espesor es pequeño en relación a la longitud; además se considera apoyada en un medio rígido que aumenta con el empotramiento en los bordes, y los momentos generados se calculan como sigue.

Momento de empotramiento en los extremos:

$$M = -\frac{WL^2}{192} \quad (63)$$

Momento de empotramiento en el centro:

$$M = \frac{WL^2}{384} \quad (64)$$

Para calcular los momentos finales, Timoshenko recomienda los siguientes coeficientes como sigue.

$$\text{Empotramiento } M_e = 0.529 * M \quad (65)$$

$$\text{Centro } M_c = 0.0513 * M \quad (66)$$

El espesor es calculado mediante el método elástico sin agrietamiento dadas en las ecuaciones (58) y (62).

E. Distribución de armadura

Para calcular el área de acero de la armadura en la pared, la losa cubierta y de fondo, se considera la siguiente relación, teniendo en cuenta el máximo momento absoluto.

$$A_s = \frac{M}{f_s * j * d_e} \quad (67)$$

Donde:

M : Momento máximo absoluto en (kg-cm).

f_s : Fatiga de trabajo en (kg/cm²).

d_e : Peralte efectivo (cm).

A_s : Área de acero (cm²).

j : Relación entre la distancia de la resultante de los esfuerzos de compresión al centro de gravedad de los esfuerzos de tensión.

o Pared

Para el diseño estructural de la armadura vertical y horizontal de la pared, se considera el área de acero calculado con el máximo momento absoluto y el área de acero por cuantía mínima.

$$A_s \text{ min} = 0.0015 * b * e \quad (68)$$

Para el cálculo se considera el mayor de $A_s \min$ ó $4/3A_s$

- Losa de cubierta

Para el diseño estructural de la armadura de la losa, se considera el mayor entre el área de acero calculado con el máximo momento absoluto en el centro de la losa y el área de acero por cuantía mínima.

$$A_s \min = 0.0018 * b * e \quad (69)$$

- Losa de fondo

Se aplica la misma la misma metodología de la losa cubierta.

C. Chequeo por esfuerzo cortante

Se tiene la finalidad de verificar si la estructura requiere estribos o no, y el chequeo por adherencia sirve para verificar si existe una perfecta adhesión entre el concreto y el acero de refuerzo.

- Pared

La máxima fuerza cortante, y el esfuerzo cortante nominal, se calculan como sigue.

$$V = \frac{\gamma * h^2}{2} \quad (70)$$

$$v = \frac{V}{j * b * d} \quad (71)$$

Donde:

V : Fuerza cortante total máxima (kg).

v : esfuerzo cortante nominal (kg/cm²).

El esfuerzo permisible nominal para el concreto, para muros cumplirá la siguiente relación.

$$v \leq V_{max} = 0.02 * f'c \quad (72)$$

- Losa cubierta

La máxima fuerza cortante, y el esfuerzo cortante unitario, se calculan como sigue.

$$V = \frac{W * L_{UZ}}{3} \quad (73)$$

$$v = \frac{V}{d * b} \quad (74)$$

Donde:

W : Peso total (kg/m²).

L_{UZ} : Longitud de luz (m).

El máximo esfuerzo cortante permisible deberá cumplir la siguiente relación.

$$v \leq v_{max} = 0.29 * f'c^{1/2} \quad (75)$$

2.5.7. Red de distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías tendidas por las calles de la ciudad el cual tiene como objetivo primordial suministrar agua de forma continua, eficiente y con las condiciones de calidad aceptables.

Para el diseño de la red de distribución en zonas rurales, es imprescindible definir la ubicación tentativa del reservorio y las unidades básicas de saneamiento.

Las presiones dentro de las tuberías deben satisfacer las condiciones de máximas y mínimas, permitiendo llevar agua hacia los puntos más altos con presiones mínimas y con las presiones máximas no producir daños en las conexiones de las cotas más bajas. (Agüero, 1997, p. 93).

2.5.7.1. Consideraciones de diseño

De acuerdo a la topografía de la localidad, la vialidad, ubicación de las fuentes de abastecimiento y del reservorio se tomará en cuenta las siguientes consideraciones para el diseño de la red de distribución.

El MVCS (RM 173, 2016, p. 108 - 109) recomienda los siguientes.

- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm para ramales.
- Los valores de velocidad mínima de 0.6 m/s, en ningún caso debe ser inferior a 0.3 m/s. y máxima de 5.0 m/s. Si las velocidades son menores a la mínima, se presentarán fenómenos de sedimentación; y con velocidades mayores a la máxima se producirán deterioros en los accesorios y tuberías.

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5 m.c.a. y la presión estática mayor de 60 m.c.a.

2.5.7.2. Tipos de red

Hidráulicamente los tipos de red, se pueden establecer como redes abiertas, cerradas y mixtas, los cuales se ilustran a continuación.

- Red cerrada:

Las redes de distribución cerradas están constituidas por tuberías interconectadas entre ellas que forman mallas de circuitos cerrados, los mismos que permiten un abastecimiento de agua mucho más eficiente (Arocha, 1980, p. 33).

- Red abierta:

Las redes de distribución abiertas están conformadas por una matriz y una serie de ramales, este tipo de red se utiliza generalmente en zonas rurales donde la topografía, la vialidad y la distancia entre viviendas no permiten interconexión entre los ramales (Arocha, 1980, p. 32).

El principal inconveniente de este tipo de red, es que se generan puntos muertos en los extremos de los ramales, debido a que el flujo solo circula en un solo sentido, es decir el agua no circula originando olores y sabores, por lo que es necesario la instalación de válvulas de purga (Agüero, 1997, p. 94).

- Red Mixta:

Son redes que utilizadas en ciudades donde la topografía y vialidad de la ciudad permite en partes de la ciudad redes cerradas y en otras redes abiertas.

2.5.7.3. Diseño hidráulico de red ramificada

Para el diseño en redes de distribución abiertas, se determina el caudal por cada ramal a partir del método de probabilidad, que se basa en el número de puntos de suministro y en el coeficiente de simultaneidad.

$$Q_{ramal} = K_s * \sum Q_g \quad (76)$$

$$K_s = \frac{1}{\sqrt{x - 1}} \quad (77)$$

Donde:

Q_{ramal} : Caudal de ramal (l/s).

K_s : coeficiente de simultaneidad, entre 0,2 y 1.

x : Número total de grifos en el área que abastece cada ramal.

Q_g : Caudal por grifo (l/s) >0.1 l/s.

2.5.7.4. Componentes complementarios

Dependiendo de las características del proyecto, será necesario la instalación de componentes complementarios para el adecuado funcionamiento de nuestra red de distribución.

- Llaves de control

Las redes de distribución deben estar provistas de llaves de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores a 500 m de longitud.

- Válvulas reductoras de presión

Las válvulas reductoras de presión, sirven para reducir la presión de servicio en la tubería, las cuales no deben superar las especificadas por el RNE, estas deberán estar aisladas en cámaras adecuadas.

- Válvulas de purga

En lo posible deberá evitarse los puntos muertos en la red de distribución, de no ser posible, es necesario la colocación de válvulas de purga en las cotas más bajas, el cual permita la evacuación de elementos no deseados.

2.5.7.5. Conexiones domiciliarias

Son instalaciones que permiten el acceso de agua potable a los predios, estos deben contar con los siguientes elementos:

- Elemento de medición y control: Caja de medición
- Elemento de conducción: tuberías.
- Elemento de empalme

El diámetro mínimo que debe tener cada conexión domiciliaria será de 12.5 mm.

2.6. AGUA RESIDUAL Y TRATAMIENTO

2.6.1. Aguas residuales e importancia del tratamiento

2.6.1.1. Aguas residuales

Las aguas residuales pueden tener varios orígenes.

- Aguas residuales domésticas: son las provenientes de la actividad dentro de las viviendas (baño, cocina, lavadero y otros), estas aguas tienen un nivel de contaminación que se manifiestan con la presencia de sólidos, desechos orgánicos, detergentes, jabones y grasas.
- Aguas residuales industriales: se originan de la actividad industrial o manufacturero los cuales presentan elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros.
- Aguas lluvias: provienen de la precipitación pluvial y llevan consigo los contaminantes debido al lavado de los tejados, las calles y suelos, por lo que contiene grandes cantidades de sólidos suspendidos.

2.6.1.2. Importancia del tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en purificar el agua dentro de ciertos límites establecidos antes de ser vertidas al medio ambiente, para lo cual es necesario la instalación de un conjunto de infraestructuras que permitan mejorar su calidad y cumplir con las normas de calidad del cuerpo receptor o las normas de reutilización.

En el Perú, el Ministerio del Ambiente fija los Estándar de Calidad Ambiental siendo esta “la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que pueda representar riesgo alguno para la salud de las personas y el medio ambiente.

2.6.2. Caracterización de las aguas residuales

El agua residual está compuesta volumétricamente en un 99.8% de agua, el 0.2% restante son sólidos suspendidos y sólidos disueltos, formados por compuestos orgánicos, nutrientes, microorganismos y sólidos inertes. (Gomes, López, Morgan y Ramírez; 2017; p. 23)

2.6.2.1. Características físicas

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido de total de sólidos, entiéndase por ello la materia por suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Así mismo, se considera característica física el olor, temperatura, densidad, color y turbiedad. Los sólidos totales se definen como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación y son medidas en mg/L. (Ayala y Gonzales, 2008, p. 51)

2.6.2.2. Características químicas

El estudio de las características químicas de las aguas residuales se aborda las siguientes: Materia orgánica, La medición del contenido orgánico, La materia inorgánica, los gases presentes en el agua residual.

La materia orgánica tradicionalmente ha sido medida como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) o demanda química de oxígeno (DQB). (Buitron et al., 2017, p. 36).

2.6.2.3. Características biológicas

Las aguas residuales son infecciosas, y desde antaño se busca la eliminación de estos elementos infecciosos, ya que estos causan enfermedades, y provienen principalmente de los excrementos humanos, así como de la industria alimentaria.

2.6.3. Procesos de tratamiento de aguas residuales

Según el Manual Municipios Ecoeficientes del Ministerio del Ambiente (Manual MME del Minan, 2009), los sistemas que se utilizan para el tratamiento de las aguas residuales son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con la finalidad de depurar los contaminantes de las aguas residuales hasta un nivel de calidad requerida.

Las tecnologías que se muestran en la figura 21, resumen las condiciones técnicas de cada una de ellas, especificando sus alcances y limitaciones, así como sus ventajas y desventajas. (Manual MME del Minan, 2009, p. 25)

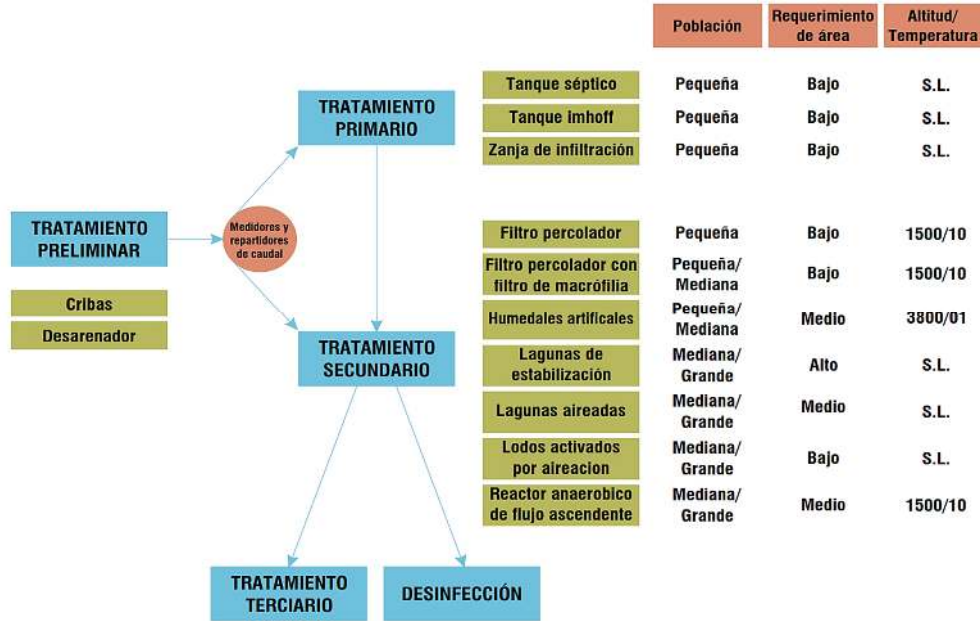


Figura 21: Flujograma de tecnologías de tratamiento

Nota: S.L.: Sin limite

Altitud: Metros sobre el nivel del mar (msnm)

Temperatura: en grados centígrados (°C)

1500/10: Funciona hasta los 1500 msnm y temperaturas superiores a 10 °C

Fuente: Adaptado de Manual MME del Minan, 2009

2.6.3.1. Pre tratamiento o tratamiento preliminar

Tiene como objetivo la retención de sólidos gruesos y sólidos finos con densidad mayor al agua y arenas, con el fin de facilitar el tratamiento posterior. Estas unidades en ocasiones son obviadas en el diseño de plantas de tratamiento, pero son muy importantes para evitar problemas por paso de arenas, basura, plásticos etc. (Manual MME del Minan, 2009, p. 20).

2.6.3.2. Tratamiento primario

Tiene como objetivo la remoción de material en suspensión, excepto material coloidal o sustancias disueltas presentes en el agua. Así, la remoción del tratamiento primario permite quitarle entre el 60 a 70% de sólidos en suspendidos totales y hasta un 30% de la demanda bioquímica de oxígeno (BDO) orgánica sedimentable presente en el agua residual. **Es común en zonas rurales el empleo del tanque séptico con disposición final por infiltración**, mientras que el tanque Imhoff es empleado en localidades de mediano tamaño. (Manual MME del Minan, 2009, p. 20).

2.6.3.3. Tratamiento secundario

El fundamento del tratamiento secundario es la inclusión de procesos biológicos en los que predomina las reacciones bioquímicas, generadas por microorganismos que logran eficientes resultados en la remoción de entre el 50% y el 95% de la DBO (Manual MME del Minan, 2009, p. 20).

2.6.3.4. Tratamiento terciario

La necesidad de usar un tratamiento terciario depende de la disposición final que se pretenda dar a las aguas residuales tratadas. Teniendo como objetivo principal la remoción de nutrientes como el nitrógeno y fósforo, esto usualmente con la finalidad de evitar que la descarga de agua residual, tratada previamente, ocasiona la eutrofización o crecimiento generalizado de algas en lagos, lagunas o cuerpos de agua de baja circulación, ya que ello desencadena el consumo de oxígeno disuelto con los consecuentes impactos sobre la vida acuática del cuerpo del agua receptor (Manual MME del Minan, 2009, p. 20-21).

2.6.4. Consideraciones para el diseño del sistema de tratamiento

Los límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales son fijados y emitidos por el Ministerio del Ambiente. Siendo el LMP la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Estos LMP se presenta en la tabla 18.

Tabla 18: LMP para los efluentes de PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 MI	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: DS N° 003-2010-MINAM

2.6.5. Sistema de tratamiento rural

El MVCS en su guía de orientación para saneamiento rural aprobada con resolución ministerial N° 173-2016-Vivienda, propone la elaboración de proyectos de inversión en zonas rurales el uso de: Unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS – AH)

La UBS – AH se usará como sistema familiar para localidades rurales con población dispersa (población inferior a 100 habitantes y que cuenten con menos de 20 viviendas)

2.6.5.1. Elementos del sistema

Según el MVCS, el diseño para la evacuación y tratamiento de las aguas residuales domésticas se debe considerar los siguientes componentes.

- Caseta o cuarto de baño.
- Lavadero multiuso.
- Caja de registro.
- Sistema de tratamiento. Se seleccionará entre: tanque séptico, tanque séptico mejorado.
- Sistema de descarga. Se seleccionará en función de la capacidad de infiltración del terreno: Zanja de percolación, pozo de absorción.

En la figura 22 se muestra el esquema propuesto por el MVCS.

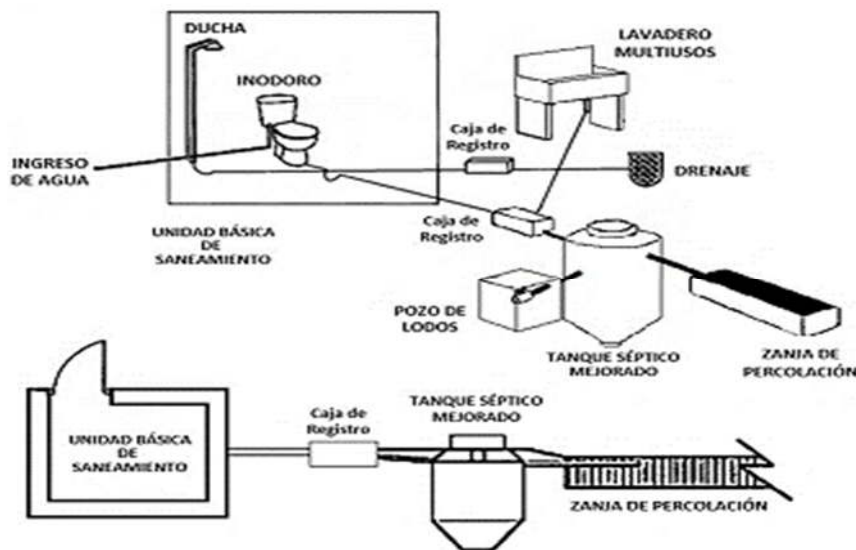


Figura 22: Esquema de UBS con tanque séptico mejorado

Fuente: RM N° 173-2016-Vivienda

2.6.5.2. Consideraciones en el diseño de los elementos

De acuerdo con RM N° 173-2016-Vivienda, se debe considerar los siguientes.

A. Caseta o cuarto de baño

- El ancho mínimo de la caseta debe ser de 1.0 m.
- El alto de la caseta debe ser mayor a 1.90 m.
- La puerta tendrá un ancho de 0.70 m. a 0.90 m. y una altura mínima de 1.70 m.
- El material de construcción deberá adecuarse a las condiciones climáticas del lugar, de modo que no exponga al usuario a condiciones de incomodidad, además de encontrarse fácilmente en la zona: madera, ladrillos, bloques de concreto, etc.

B. Aparatos sanitarios (inodoro)

- Se utilizará preferentemente de tipo taza dotado de sifón para la formación del sello hidráulico.
- El aparato sanitario deberá ser un accesorio de una o dos piezas con acabado tipo losa.

C. Conducto de evacuación

- El conducto de evacuación de las aguas residuales deberá tener como mínimo 100 mm. De diámetro y estar fabricado en PVC.
- La pendiente del conducto entre el aparato sanitario y la caja repartidora será mayor a 3%.
- Sobre el conducto se instalará la tubería de ventilación de PVC de 50 mm.

D. Tanque séptico

- Si se selecciona esta opción, se construirá un tanque séptico teniendo al menos la capacidad para 2 años de funcionamiento.
- El diseño y cálculo del volumen del tanque séptico se realizará de acuerdo a la norma is.020 de tanques sépticos.

E. Caja de registro

- La caja de registro, será obligatoria para la recolección de las aguas grises provenientes de lavatorio, duchas y lavadero de uso múltiple, la misma que facilitará su mantenimiento y limpieza.

- Se ubicará entre la caseta o cuarto de baño y el tanque séptico y tendrá una sección transversal mínima de 0.30 m. x 0.60 m. contando con una tapa removible de cierre hermético.

F. Tanque séptico mejorado

- Son tanques sépticos que cuentan con mejoras en los dispositivos de entrada y/o salida, cuentan con facilidades para evacuación de los lodos digeridos. Serán sistemas prefabricados diseñados bajo la norma IS.020 de tanques sépticos.

G. Zanja de percolación

- Los campos o zanjas de percolación, son una alternativa de tratamiento complementario al efluente producido por el tanque séptico.
- Para el cálculo de la zanja se realiza teniendo en cuenta los resultados de un “test de percolación” y la norma IS.020

H. Pozo de absorción

- Es una alternativa de infiltración cuando no se disponga de área suficiente para instalaciones de zanjas de percolación o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad.
- Las dimensiones se calculan siguiendo las pautas de IS.020.

2.6.6. Diseño de tratamiento

2.6.6.1. *Tanque séptico mejorado o biodigestor autolimpiable*

El biodigestor es un equipo de tratamiento autolimpiable, que no necesita instrumentos para la extracción de lodos sino solo abrir una válvula para extraerlos cada 12 a 24 meses. Las aguas residuales tratadas en el biodigestor van a zanjas de infiltración o pozos de absorción. Dentro del tanque se encuentran bacterias que empiezan la descomposición anaeróbica, luego asciende por un filtro donde la materia orgánica es atrapada por las bacterias fijadas a los aros plásticos del filtro (aros Pet) y luego el agua residual ya tratada sale por un tubo al pozo de absorción o pozo de percolación, para ser usado como mejorador de suelo (abono) (Guía de instalación Rotoplas, 2018).

Dentro del biodigestor autolimpiable, los desechos serán sometidos a un proceso de descomposición anaerobia natural. Tras la descomposición de la materia orgánica realizada, se genera un lodo que deberá ser retirado periódicamente.

A. Componentes del biodigestor autolimpiable

Los componentes de los tanques sépticos mejorados comercializados actualmente, se muestra en la figura 23.

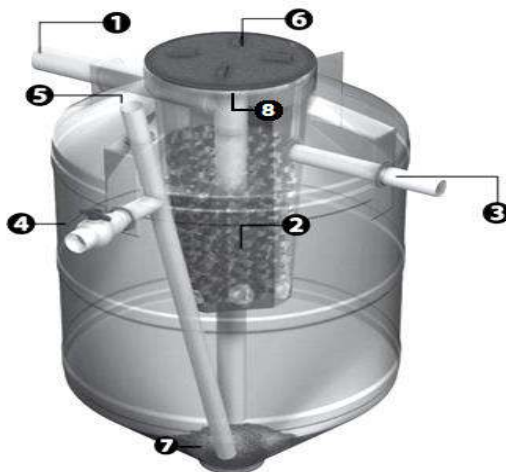


Figura 23: Tanque séptico mejorado
Fuente: Catálogo de biodigestores Rotoplas.

1. Tubería PVC DE 4" para entrada de aguas negras.
2. Filtro biológico con aros de plástico (pets).
3. Tubería PVC de 2" para salidas de aguas tratadas al campo de infiltración o pozo de adsorción.
4. Válvula esférica para extracción de lodos tratados.
5. Tubería de 2" para evacuación de lodos.
6. Tapa clic de 18" para cierre hermético.
7. Base cónica para acumulación de lodos
8. Tubería de PVC de 4" de acceso directo a sistema interno para limpieza y/o desobstrucción con la finalidad de facilitar el mantenimiento del sistema al usuario.

B. Tipos de biodigestor autolimpiable

La elección de la capacidad del biodigestor depende de la cantidad de habitantes de cada vivienda y del diseño de la instalación, se puede utilizar la planilla de

capacidades proporcionadas por el fabricante, las cuales se muestran en la tabla 19 (Guía de instalación Rotoplas, 2018).

Tabla 19: Tipos de biodigestor según capacidad

Capacidades	600 Litros	1300 Litros	3000 Litros
Solo aguas negras	5 personas	10 personas	25 personas
Aguas negras y jabonosas	2 personas	5 personas	12 personas
Oficinas	20 personas	50 personas	100 personas
Industria	6 personas	13 personas	30 personas

Fuente: Catálogo de biodigestores Rotoplas 2018.

C. Funcionamiento

Este sistema de tratamiento compacto de aguas residuales domésticas, es una solución integral para la depuración de contaminantes del agua, los mismos que se realizan en tres etapas.

- o Primera Etapa: La materia orgánica sólida es retenida y digerida por el biodigestor. El Biodigestor es un tanque hermético que funciona siempre lleno, por rebalse, a medida que entra agua residual desde la casa, un volumen similar de aguas residuales sale por el extremo opuesto como se muestra en la figura 24. (Guía de instalación Rotoplas, 2018).

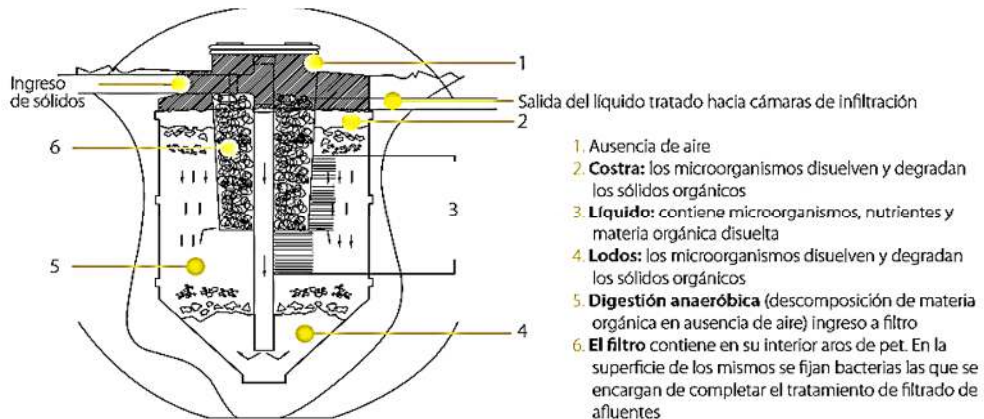


Figura 24: Primera etapa del biodigestor

Fuente: Catálogo de biodigestores Rotoplas.

En esta primera etapa, la eficiencia de remoción de contaminantes dadas por la empresa comercializadora del biodigestor es como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Remoción de contaminantes del biodigestor

Parámetro	Remoción	Parámetros luego del tratamiento
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	93%	15-80 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	94%	80-190 mg/l
Grasas y aceites	88%	30-45 mg/l
SS (sólidos sedimentables)	98%	0,05-0,3 ml/l
Ph	Estabilizado	7,5-8,5 UpH

Fuente: Catálogo de biodigestores Rotoplas 2018.

- Segunda Etapa: El agua residual que sale del Biodigestor, se elimina hacia el subsuelo a través de zanjas de infiltración enterradas, o pozos de absorción (Guía de instalación Rotoplas, 2018).
- Tercera Etapa: Las partículas muy pequeñas son retenidas y eliminadas por el suelo, que actúa como un filtro. Los compuestos disueltos en el agua son absorbidos y consumidos por la flora bacteriana que se desarrolla en la superficie del suelo. El tratamiento de las aguas residuales está terminado, y el agua limpia se añade a las aguas subterráneas después de pasar por 1,20 metros de tierra (Guía de instalación Rotoplas, 2018).

2.6.6.2. Campo de percolación

Para efectos de diseño del sistema de percolación se deberán efectuar un test de percolación. Los terrenos se clasifican de acuerdo a los resultados de la prueba como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21: Clasificación de los terrenos según prueba de percolación

Clase de Terreno	Tiempo de Infiltración para el descenso de 1 cm.
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

Fuente: Norma técnica I. S. 020 Tanques Sépticos

Cuando se tengan terrenos con tiempo de infiltración mayor a 12 minutos (lentos), no se considera apto para la disposición del efluente, por lo que será necesario plantear otro sistema de tratamiento.

A. Procedimiento del test

1. Realizar excavaciones mayores de 1.0x1.0x:
 - 1.80 a 2.00 Si es Pozo de Percolación
 - 0.80 a 1.20 Si es zanja de Percolación

2. Realizar excavaciones pequeñas con las dimensiones mostradas
3. En los últimos 5.00 cm se rellena arena gruesa o grava.
4. Enrasar durante 4 (cuatro horas) de agua la excavación pequeña.
5. Preparar una regla graduada cada 1 cms.
6. Preparar cuadro, anotar resultados.

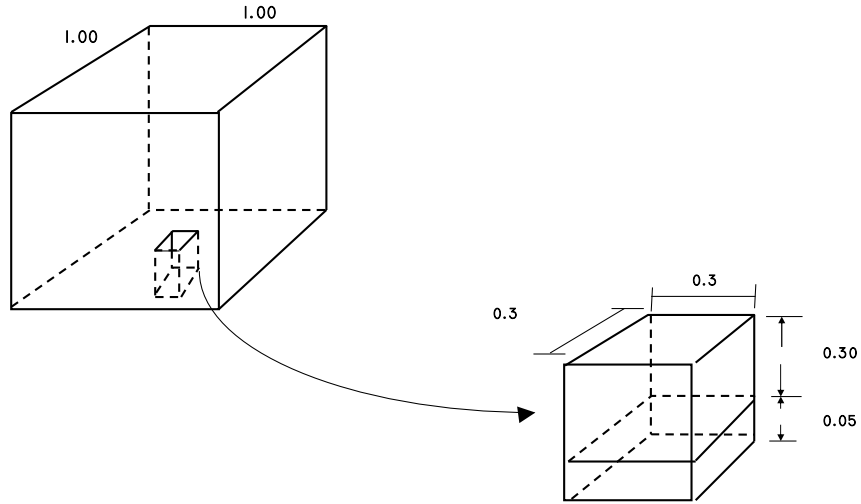


Figura 25: Excavaciones para test de percolación

Fuente: Elaboración propia

7. Con el tiempo promedio obtenido del ensayo de percolación y la Figura 26, se obtiene la capacidad de infiltración promedio del terreno

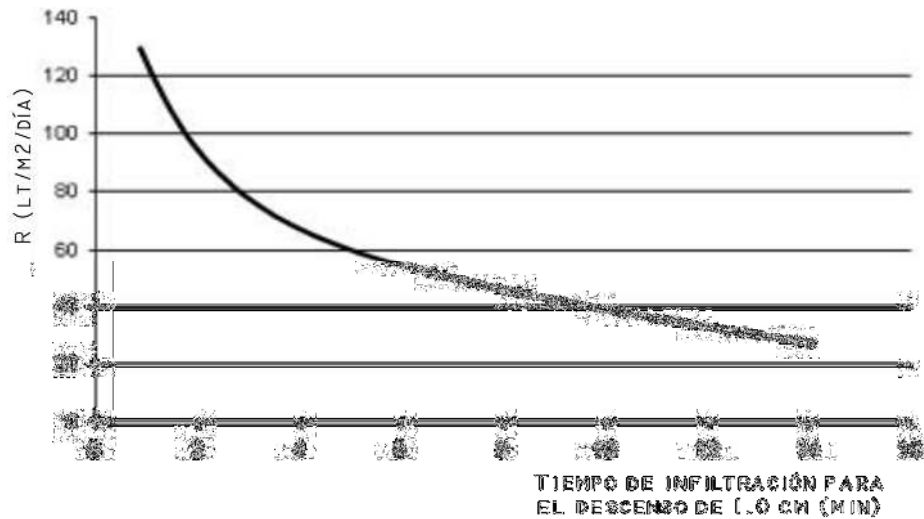


Figura 26: Curva de capacidad de absorción de suelo

Fuente: Norma técnica I. S. 020 Tanques Sépticos

2.6.6.3. Zanjas de percolación

El mayor valor entre las áreas del fondo y de las paredes laterales, contándose desde la tubería hacia abajo, será el área utilizable del campo de percolación. En consecuencia, se utiliza la siguiente relación para determinar el área de absorción.

$$A_{ZP} = Q_{ZP}/R_{ZP} \quad (78)$$

Donde:

- A_{ZP} : Área de absorción en (m²).
- Q_{ZP} : Caudal promedio, efluente del tanque séptico (L/día).
- R_{ZP} : Coeficiente de infiltración (l/m²/día).

Finalmente se debe tener las siguientes consideraciones.

- El ancho de las zanjas estará en función de la capacidad de percolación de los terrenos y podrá variar entre un mínimo de 0,45 m y un máximo de 0,9 m
- La longitud máxima de cada línea de dren será de 30 m. Todas las líneas de drenaje serán de igual longitud, en lo posible.
- Todo campo de absorción tendrá como mínimo dos líneas de drenes. El espaciamiento entre los ejes de zanja tendrá un valor mínimo de 1.8 metros.
- La tubería de distribución debe tener perforaciones

2.7. COSTOS Y BENEFICIOS

Una vez determina la o las alternativas técnicas para dotar de un mejor servicio a una determinada localidad, se determina los costos necesarios para hacer realizada dichas propuestas de infraestructura u otros y también los costos de operación y mantenimiento de lo ejecutada para un adecuado funcionamiento de la misma, a este primer costo se le llama costo a precio de mercado.

A su vez, la ejecución y puesta en funcionamiento del proyecto genera beneficios sociales.

2.7.1. Costos del proyecto

El costo de una obra está conformado por: Costos directo relacionadas directamente al proyecto; costos indirecto asociados a gastos para la ejecución de dicho proyecto; y el Impuesto General a las Ventas (IGV)

2.7.1.1. Costos directos.

Los costos directos son la sumatoria en su totalidad de los gastos para llevar un proyecto, es decir: el salario de la mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

Juristo Sánchez (1997) señala como ejemplos de costos indirectos los siguientes.

- La mano de obra, con sus beneficios sociales, actúa estrechamente en la realización de los componentes de una obra.
- Los materiales son el resultado de todo lo que se va usar para que se realice la obra, que permanecen constituidos en las partidas a realizar o estén relacionados estrechamente con la obra.
- Los costos relacionados con el funcionamiento de los equipos e instalaciones, los costos de personal, combustible y energía utilizados para llevar a cabo la unidad de obra.
- Los gastos de depreciación y mantenimiento de los equipos y maquinarias utilizados para llevar a cabo la unidad de obra.

Para la estimación del costo directo del planteamiento de la obra, se debe realizar trabajos previos como:

- Definir partidas de trabajo, son el listado de actividades o tareas a realizar en una obra, estas pueden ser agrupadas por especialidades o de acuerdo con el proceso constructivo.
- Análisis de costo unitario, es la cuantificación de la cantidad de recursos (personas, materiales, equipos, maquinaria, herramientas, etc.) necesarios para ejecutar cada unidad de la partida y su costo, ya que cada partida es parte del presupuesto total.
- Metrados, es la medida cuantitativa de las partidas de los trabajos de construcción, expresadas en unidades de medida que han sido establecidas para cada actividad.

2.7.1.2. Costos indirectos.

Son todos los costos adicionales en los que se incurre a lo largo de un proyecto que no pueden atribuirse a una sola actividad y que, en cambio, se atribuyen al proyecto en su conjunto (salarios profesionales, viáticos, transporte, gastos de oficina, etc.). Técnicamente no forman parte de la obra física (Campos & Hinostroza, 2008, p. 304).

Además de ello se suma al costo indirecto, la utilidad correspondiente al dividendo que acoge el contratista por la realización del concepto laboral.

2.7.2. Costos de operación y mantenimiento

Son los costos en que se incurren para operar y mantener el sistema, a partir del momento en que entra en funcionamiento, el cual contribuye a garantizar la sostenibilidad de la inversión, asegurando la provisión continua de servicios, esto nos permite conservar los activos que han sido generados durante la fase de ejecución y que sufren deterioros debido al uso o factores externos, evitando fallas o bajos rendimientos, para que se cumpla con los estándares de calidad.

2.7.3. Beneficios sociales

El término "beneficio social" describe la importancia que la comunidad de usuarios otorga al acceso al servicio que se presta, que mejorará su calidad de vida.

- Beneficios directos: Esta categoría de beneficios se refiere al impacto inmediato causado por el acceso al servicio, por ejemplo: El ahorro o la liberación de recursos como consecuencia del acceso al servicio, como el ahorro de tiempo en el acarreo de agua; El excedente del consumidor generado por el mayor consumo como consecuencia de su mayor disponibilidad y menor costo.
- Beneficios indirectos: Son las ventajas que se derivan del servicio en otros mercados; por ejemplo, si la población tiene acceso al agua potable, se reducirán las enfermedades y, en consecuencia, los gastos sanitarios.
- Externalidades positivas: son los efectos que se producen sobre las partes que no están directa o indirectamente relacionadas con el mercado del servicio, por ejemplo, el aumento del precio del predio.

Al calcular el impacto social de las iniciativas en las que el ahorro de tiempo de los usuarios se considera un beneficio del proyecto, deben tenerse en cuenta los valores económicos del tiempo dadas en la tabla 22.

Tabla 22: Valor social del tiempo propósito laboral

Área	Valor de tiempo (S/. hora)
Urbano	6.81
Rural	4.56

Fuente: MEF 2021

Propósito no laboral: en este caso se deberá utilizar un factor de corrección a los valores indicados en la tabla anterior igual a 0.3 para usuarios adultos y 0.15 para usuarios menores.

2.7.3.1. Estimación de beneficios sociales en agua potable

Para la estimación total del valor social para el tema de agua potable se evalúa bajo la curva de oferta, el cual se presenta en la figura 27, siendo su ecuación lineal la siguiente.

$$Q_{h20} = P_{h20} * a + b \quad (79)$$

Donde:

Q_{h20} : Volumen de agua (m³)

P_{h20} : Precio del agua (S/. / m³)

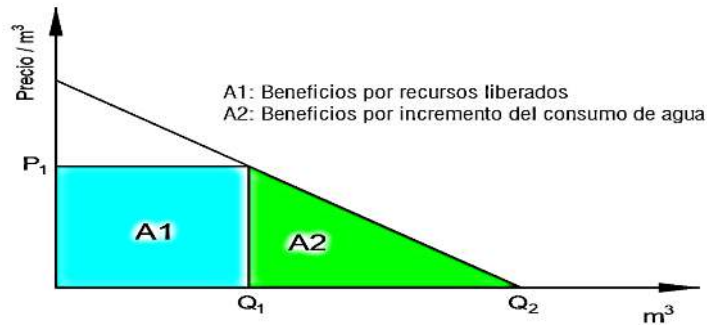


Figura 27: Curva de beneficios sociales en agua potable
Fuente: MEF 2021

2.7.4. Conversión a costos sociales

Para hacer una evaluación social de los proyectos de inversión, es necesario hacer una conversión de los precios de mercado a precios sociales, para lo cual el MEF determina un factor de corrección.



Figura 28: Fórmula del precio social
Fuente: MEF 2021

Los factores de corrección son dados por el MEF clasificadas en los siguientes rubros que se muestra en la tabla 23.

Tabla 23: Factor de corrección

Rubro	Factor de corrección
Bienes transables	0.943
Bienes no transables	0.847
Mano de obra calificada	0.790
Mano de obra semi calificada	0.600
Mano de obra no calificada	0.420
Combustible	0.735

Fuente: MEF 2021

2.8. EVALUACIÓN SOCIAL DE LA INVERSIÓN

La evaluación es el proceso de determinar el valor del proyecto a partir de la comparación de los beneficios que produce y los gastos que ocasiona. A partir de esta determinación, se toma la decisión de llevar adelante el proyecto (Andía, 2018, p. 347)

La evaluación social, por su parte, compara los beneficios con los costos que dicho proyecto implica para la nación; es decir, determina el impacto que tendrá la ejecución del proyecto en el bienestar de la sociedad.

El flujo de caja es el instrumento que recopila los datos sobre los beneficios y los gastos del proyecto y, a partir de esta consolidación, se utilizan los enfoques analíticos adecuados. El proceso de evaluación de los proyectos de inversión pública se resume en la figura 29.

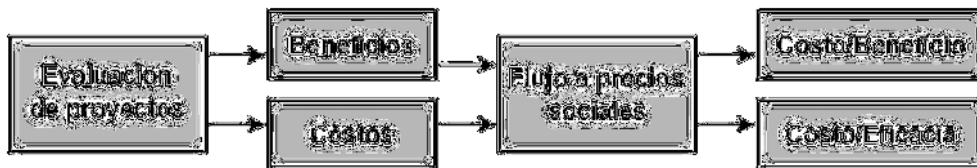


Figura 29: Proceso de evaluación de proyectos

Fuente: MEF 2021

2.8.1. Metodología costo beneficio

La técnica beneficio-costos compara los beneficios y los costes sociales para determinar la rentabilidad social de un proyecto de inversión. Se emplea cuando los beneficios pueden expresarse en términos monetarios.

2.8.1.1. Valor actual neto (VAN)

El uso del Valor Presente Neto o Valor Actual Neto (VAN SOCIAL) como criterio de evaluación social de un proyecto, significa estimar el valor monetario de los

beneficios y de los costos para la sociedad, atribuibles al proyecto. Los beneficios y los costos del proyecto se distribuirán de manera no uniforme a través del tiempo en forma de flujos monetarios, por lo que será necesario convertir valores futuros en valores presentes equivalentes, descontando estos flujos con una tasa de descuento, la que se denomina tasa social de descuento. (Rosa, 2011, p. 42)

El cálculo del VAN social, se determina con la siguiente ecuación.

$$VAN_{S_0} = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+r^*)^t} \quad (80)$$

Donde:

VAN_{S_0} : Valor Actual Neto o valor presente neto en el año cero.

BN_t : Beneficios netos.

r^* : Tasa social de descuento.

Un proyecto sea aceptado o recomendado favorablemente si, y sólo si, cuando el VAN resulta positivo.

2.8.1.2. Tasa interna de retorno social (TIRS)

La tasa de descuento que reduce a cero el valor actual neto de un proyecto se conoce como tasa interna (social) de retorno (TIR). (Rosa, 2011, p. 43)

$$\sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+\rho)^t} = 0 \quad (81)$$

Donde:

ρ : Tasa de retorno real.

El proyecto es en el mayor interés de la sociedad y debe ser fuertemente aconsejado si la TIR es mayor que la tasa de descuento social; de lo contrario, el proyecto no es socialmente viable. (Rosa, 2011, p. 44)

2.8.2. Metodología costo eficacia

Esta técnica calcula el costo social de alcanzar los objetivos del proyecto de inversión, o los de cada una de sus alternativas. Para identificar los resultados y los impactos recordemos el planteamiento de los objetivos, los medios y los fines, tratado en el módulo Identificación. Los efectos del proyecto se relacionan con sus objetivos, mientras que los resultados se relacionan con su propósito principal.

Para utilizarlo, debemos definir un indicador que exprese los impactos del proyecto de inversión, conocido como indicador de eficacia; sin embargo, Como es difícil medir este tipo de indicador, es posible hacer una aproximación basada en los resultados inmediatos del proyecto, que se expresan con un indicador de efectividad.

El índice de costo efectividad se determina con La siguiente ecuación

$$ICE = \frac{VAC}{P_d} \quad (82)$$

Donde:

ICE : índice de costo efectividad.

VAC: Valor actual de los costos (inver. + oper. y mant.)

P_d : Población de diseño (hab.).

2.8.2.1. Línea de corte del ICE

Para el componente saneamiento el MVCS fija el costo per cápita (costo por habitante) máximo, al cual no debe superar la inversión realizada.

Tabla 24: Costo per cápita máximo a costos sociales

Tipo de letrina	Costa	Sierra	Selva
UBS - Arrastre hidráulico	4,929.96	9,130.80	11,853.24
UBS - Comportera	6,859.44	10,986.36	9,891.84
Alcantarillado	5,009.76	9,891.84	-

Fuente: Adaptado de informe N° 248 -2021/VIVIENDA/VMCS/PNSR/UPP

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

3.1. LOCALIDAD SELECCIONADA

El presente trabajo de tesis será aplicado en la localidad altoandina de Matipacca, el cual pertenece al distrito de Huayllay Grande, la misma que se puede apreciar en la fotografía 1.



Fotografía 1: Foto panorámica de la localidad de Matipacca

Fuente: Trabajo de campo

3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La localidad seleccionada se ubica en:

REGIÓN : HUANCAVELICA
PROVINCIA : ANGARAES
DISTRITO : HUAYLLAY GRANDE
LOCALIDAD : MATIPACCA

La localidad de Matipacca se ubica en la zona 18 L según el sistema UTM - WSG84, en la tabla 25 se muestran sus coordenadas geográficas y altitud respecto al nivel medio del mar.

Tabla 25: Coordenadas geográficas y altitud de Matipacca

Localidad	Norte	Este	Altitud (m.s.n.m)
Matipacca	8'567,400.00	535,096.00	4,322.00

Fuente: Trabajo de campo

3.3. CLIMA

Con respecto al clima se puede decir que en la localidad de Matipacca se distingue por tener un periodo de intenso frío (abril a agosto), y otro de clima templado lluvioso (diciembre a marzo). La temperatura promedio varía entre los 11 y 15 grados centígrados dependiendo las estaciones del año como se aprecia en la tabla 26.

Tabla 26: Medida de temperaturas

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM.
T MEDIA	14.8	14.4	14.6	14.2	12.9	11.1	11.3	12.8	13.3	13.7	14.1	14.0	13.4
T MAX	26.3	23.1	25.5	24.4	24.8	23.7	23.8	24.0	25.6	25.4	27.1	25.4	24.9
T MIN	2.7	4.9	4.8	2.3	-3.0	-2.2	-1.9	-2.6	0.4	2.6	-0.2	4.1	1.0

Fuente: SENAMHI (Estación Meteorología de Lircay – 000657)

Los datos de la tabla anterior fueron obtenidos de la estación meteorológica más cercana a la localidad en estudio.

3.4. TOPOGRAFÍA

Las características descritas son resultado del trabajo de topográfico realizado en campo de la localidad de Matipacca.

Para el trabajo topográfico se ubicó dos BM's, en roca fija cuyas coordenadas son las que se muestran en la tabla 27.

Tabla 27: Bench mark de la localidad de Matipacca

Localidad	Norte	Este	Altitud (m.s.n.m)
BM 01	8564,147.449	535808.262	4309.145
BM 02	8564414.160	536030.220	4350.835
BM 03	8564477.339	535733.858	4306.693

Fuente: Trabajo de campo

La localidad de Matipacca se desarrolla en la ladera y muy cerca al pico del cerro del mismo nombre, las viviendas están asentadas entre las cotas: 4312.42 a 4338.97 m.s.n.m. en una pendiente promedio de 17%. Así mismo cabe detallar que la fuente de agua más cercana y de mayor cota se encuentra a 4308.42 m.s.n.m.

Todos los datos obtenidos del estudio topografía permitirán el diseño de las diferentes infraestructuras que se pretende plantear y los mismo que serán plasmados en los planos del presente estudio.



Fotografía 2: Trabajos de topografía

Fuente: Trabajo de campo

3.5. IDIOMA

La mayoría de los pobladores de la localidad de Matipacca hablan el quechua, solo alguno de ellos habla y entiende el español, por lo que es muy difícil la comunicación sin un adecuado entendimiento del quechua o un traductor.

3.5. DEMOGRAFÍA

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) no presenta datos actuales de la localidad de Matipacca, por lo que fue necesario realizar una encuesta poblacional por cada lote, el cual se muestra en la tabla 28.

Tabla 28: Población de la localidad de Matipacca

Lote	Jefe De Hogar	Habitantes
1	Unocc Suhuincha, Silverio	3
2	Yauri Sihuincha, Alejandro	3
3	Unocc Quispe, Teodoro	3
4	Yauri Yauri, Martin	4
5	Rivera Pariona, Julio	3
6	Yuri Huarcaya, Domitela	3
7	Huarcaya Mallco, Teofilo	4
8	Pariona Rivera, Domingo	2
		25

Fuente: Trabajo de campo

3.6. VIVIENDA

En la localidad de Matipacca predominan viviendas de construcción muy antiguas con las siguientes características:

- Muros: mayoritariamente de piedra y algunas de tapial.
- Techos: mayoritariamente de ichu esparcida o trenzada y calamina, ambas colocadas en vigas de eucalipto.

Cada familia cuenta con lotes medianamente extensos, los cuales se encuentran cercados por muros de piedra, que generalmente son usados como corral de animales o huertos.



Fotografía 3: Vivienda típica de Matipacca

Fuente: Trabajo de campo

3.6. ECONOMÍA

La actividad económica predominante de la población de Matipacca es la agricultura por encontrarse en zonas con tierras muy fértiles y la ganadería por tener un territorio con abundancia de pastos todo el año. La producción es mayoritariamente para el consumo familiar, pero se destina un pequeño porcentaje de ello a la venta en los mercados aledaños.

- Producción agrícola: tubérculos andinos y cereales.
- Crianza de animales: ovinos y camélidos sudamericanos en su gran mayoría.

Cabe detallar que cada familia cuenta con gran número de animales, el promedio de ovinos por familia es de 25 cabezas, mientras que de camélidos sudamericanos

en promedio cuentan con 30 cabezas, sumarle a ello que existen algunos otros animales, pero en menor cantidad.

3.7. ACCESIBILIDAD

Los habitantes de la localidad de Matipacca tiene principalmente dos formas de acceder como se muestra en la tabla 29 y son las siguientes:

- La primera y principal forma de acceso es mediante el camino herradura de 4.5 km que une la ciudad capital de distrito Huayllay grande y la localidad de Matipacca, la cual se recorre aproximadamente en 1 hora y 15 minutos, este camino agreste y de mucha pendiente es únicamente transitada por personas y animales, ya que por sus condiciones no puede ser transitada por ningún tipo de vehículo motorizado.
- La segunda forma es acceder mediante una trocha carrozable que inicia en la ciudad de Lircay (Capital de provincia de Angaraes), pasa por la localidad de Tauricay y tiene una extensión de 14.4 km.

Tabla 29: Acceso a la localidad de Matipacca

De	A	Distancia	Tiempo	Tipo de Vía
Huayllay Grande	Matipacca	4.5 Km.	1 hora y 15 minutos	Camino herradura
Lircay	Matipacca	14.4 Km.	30 minutos	Trocha carrozable

Fuente: Elaboración propia

3.8. SERVICIOS BÁSICOS

La localidad de Matipacca es uno de los pueblos más olvidados que existe en el país, ya que no cuenta con ningún tipo de servicio básico los cuales se detallan a continuación.

- No existe servicio de educación básica, cuando se quiera acceder al servicio de educación básica (inicial, primaria, secundaria) el más cercano se encuentra en la ciudad capital Huayllay grande, para lo cual se tiene que caminar más de 1 hora.
- No existe servicio de salud básica, al igual que la educación, para acceder a este servicio se tiene que hacer un recorrido por el camino herradura hacia la ciudad de Huayllay Grande.

- No existe servicio de saneamiento básico, para acceder al agua, los pobladores tienen que acarrear diariamente de fuentes cercanas y consumirlas sin ningún tipo de tratamiento; al mismo tiempo, al no contar con servicios de alcantarillado, las personas defecan al aire libre, detrás de arbustos o masas de aguas abiertas.
- No cuenta con servicios eléctricos, la localidad no cuenta con ningún tipo de conexión eléctrica; sin embargo, por donación la comunidad recibió 02 paneles solares que permiten recargar baterías y radios.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1. CÁLCULOS PRELIMINARES

4.1.1. Periodo de diseño

Para dotar de saneamiento básico a la localidad de Matipacca, se proponen los siguientes componentes (ver tabla 30), en concordancia con la tabla 8.

Tabla 30: Componentes de la localidad de Matipacca

COMPONENTE	PERIODO	
Obra de captación.	20	años
Reservorio.	20	años
Tuberías de conducción, impulsión y distribución.	20	años
Equipos de bombeo.	10	años
Unidad básica de saneamiento UBS-AH	10	años
Sistema fotovoltaico	10	años
Sistema de biogás	10	años

Fuente: Elaboración propia.

En concordancia con la tabla anterior y para tener un proyecto de inversión rentable en el tiempo, se optará un periodo de diseño de 20 años.

PERIODO DE DISEÑO = 20 AÑOS

Considerando el año 2022 como año actual, se tiene lo siguiente.

Año actual	=	2022
Periodo de diseño	=	20
Año de diseño	=	2042

Por lo tanto, los sistemas de agua potable y desagüe sanitario se diseñarán hasta el año 2042.

4.1.2. Población de diseño

Al no contar con datos censales para la localidad de Matipacca, se utilizaron los datos de todo el distrito y usar la razón de crecimiento distrital para la localidad en estudio.

En la tabla 31, se muestran los datos censales de los años 2007 y 2017 para el distrito de Huayllay Grande, con ello se obtiene la razón de crecimiento utilizando la ecuación 26.

Tabla 31: Razón de crecimiento del distrito de Huayllay Grande

Censo Año	Población	Método Aritmético	r (%)
2007	2007	$P_f = P_a * (1 + r * t/100)$	-4.46%
2017	1111		

Fuente: Censo INEI 2007 y 2017

Como se aprecia en la tabla anterior, la razón de crecimiento poblacional de todo el distrito al cual pertenece la localidad de Matipacca es de -4.46%, un valor negativo que indica que la población va disminuyendo.

Para el cálculo de la población de diseño, se utiliza la ecuación 26, pero al tener un valor de la razón de crecimiento poblacional negativa, se recomienda usar cero en reemplazo de cualquier valor negativo. (MVCS – RM 173, 2016, p – 19.)

Evaluando la población para el año 2042, se tiene una población para el año 2022 según la tabla 28 de $P_a=25$; el tiempo $t=20$ años y la razón de crecimiento poblacional de $r=0$.

$$P_f = P_a * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right) = 25 * \left(1 + \frac{0 * 20}{100}\right)$$

$$P_f = 25 \text{ hab.}$$

4.1.3. Dotación de agua

La dotación de agua para la localidad de Matipacca, de acuerdo con la guía de saneamiento rural del MEF dadas en la tabla 9, para la condición de sierra e instalación de letrinas con arrastre hidráulico es:

$$D_{OT} = 80 \left(\frac{l}{\text{hab.* día}}\right)$$

4.1.4. Variaciones de consumo

Para el cálculo del caudal promedio diario, reemplazamos los valores de $P_{2042} = 25$ habitantes y $D_{OT} = 80$ litros/habitante-día en la ecuación 27.

$$Q_p = \frac{D_{OT} * P_d}{86,400} = \frac{80 * 25}{86,400}$$

$$Q_p = 0.02315 \text{ l/s}$$

Para el cálculo del caudal de máxima demanda diaria, se asume el valor de $K_1=1.3$ de acuerdo con la tabla 10, y la ecuación 28.

$$Q_{md} = K_1 * Q_P = 1.3 * 0.0231$$

$$Q_{md} = 0.03009 \text{ l/s}$$

Para el cálculo del caudal de máxima demanda horaria, se asume el valor de $K_2=2.0$ de acuerdo con la tabla 10, y la ecuación 29.

$$Q_{mh} = K_2 * Q_P = 2.0 * 0.0231$$

$$Q_{mh} = 0.0463 \text{ l/s}$$

4.1.5. Resumen de los parámetros de diseño

El resumen de los parámetros de diseño para la localidad de Matipacca se da a continuación en la tabla 32.

Tabla 32: Resumen de los parámetros de diseño

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Periodo de diseño	20	años.
Población de diseño	25	hab.
Dotación	80	l/hab./día
Caudal promedio diario	0.02315	l/s.
Valor de K_1	1.3	-
Valor de K_2	2.0	-
Caudal máximo diario	0.03009	l/s.
Caudal máximo horario	0.04630	l/s.

Fuente: Elaboración propia

4.2. SISTEMA DE AGUA POTABLE

Para abastecer de agua de manera continua y de calidad a la localidad de Matipacca es necesario la determinación y diseño de diversos componentes, los mismos que se desarrollan punto a punto a continuación.

4.2.1. Fuentes de abastecimiento

La localidad de Matipacca se desarrolla muy cerca al pico de la cordillera andina, por lo que no es posible encontrar una fuente de agua superficial o de manantial que tenga una cota superior, lo cual permitiría un diseño por gravedad. Es por ello que se selecciona la fuente de agua con mayor cota posible y de menor distancia hacia la localidad.

El manantial seleccionado lleva por nombre “Waqay ñawi”, esta fuente de agua subterránea es la que abastece a la población (acarreo diario de cada familia), los animales y lagunas que se desarrollan en cotas inferiores.

A. Aforo de fuente seleccionado

El aforo de este manantial se realizó el día 25 junio del 2022, este mes es considerado de estiaje, para lo cual se usó un recipiente de 4 litros tomando los siguientes datos del tiempo dadas en la tabla 33.

Tabla 33: Aforo de manantial Waqay Ñawi

Toma N°	Tiempo (s)	Volumen (l)
1	12.12	4
2	12.15	
3	12.08	
4	12.14	
T promedio =	12.12	

Fuente: Elaboración propia

$$Q_{aforo} = \frac{Volumen}{Tiempo promedio} = \frac{4}{12.12} = 0.33 \text{ l/s}$$

De lo anterior se puede decir que, el caudal de aforo es mayor al caudal máximo horario de la localidad de Matipacca, por lo que se cubre la demanda de agua y que no es necesario la búsqueda de otras fuentes adicionales.



Fotografía 4: Aforo de manantial Waqay Ñawi

Fuente: Trabajo de campo

B. Análisis de calidad de agua

El análisis físico, químico y bacteriológico básico del agua se realizó en el laboratorio DESA - Huancavelica, el cual pertenece al MINSA (Ministerio de Salud). Las muestras fueron tomadas por el personal de dicho laboratorio a las 11:45 de la mañana del día 24 de agosto del 2022 como se muestra en la siguiente fotografía.



Fotografía 5: Muestreo para análisis de agua

Fuente: Trabajo de campo

Los resultados de los parámetros analizado, son comparadas con los valores máximos permisibles dadas en los anexos 1, 2 y 3 del Reglamento de la calidad del agua para consumo humano como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34: Calidad de agua de la captación Waqay Ñauwi

ÍTEM	PARÁMETROS	UND.	RESULTADOS DE LAB.	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
ANEXO I				
1	Enumeración de Coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100mL	<1.1	1.8
2	Enumeración de Coliformes totales	NMP/100mL	<1	1.8
3	Enumeración de Escherichia coli	NMP/100mL	<1.1	1.8
4	Recuento de bacterias heterotróficas	UFC/mL	166	500
5	Detección de larvas y huevos de helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos	N°org/1000mL	Ausencia	0
6	Detección de virus	UFC/mL	0	0
7	Organismos de Vida Libre (Algas, Protozoarios, Copépodos, Rotíferos, Nemátodos en todos sus estadios evolutivos)	N°org/1000mL	Ausencia	0
ANEXO II				
8	Olor		Aceptable	Aceptable
9	Sabor		Aceptable	Aceptable

10	Color verdadero	UCV escala Pt/Co	2	15
11	Turbidez	UNT	0.7	5
12	pH	--	8.1	6.5 a 8.5
13	Conductividad (25°C)	µmho/cm	215	1500
14	Sólidos Totales disueltos	mg/L	106	1000
15	Cloruros	mg Cl/L	4.93	250
16	Sulfatos	mgSO4 / L	27.32	250
17	Dureza Total	mg CaCO3 / L	55.18	500
18	Amoniaco	mg N/L	<0.02	1.5
19	Hierro	mg Fe/L	<0.02	0.3
	Manganeso	mg Mn/L	<0.002	0.4
	Aluminio	mg Al/L	0.05	0.2
	Cobre	mg Cu/L	<0.01	2
	Zinc	mg Zn/L	<0.003	3
	Sodio	mg Na/L	<0.002	200
ANEXO III - INORGÁNICO				
20	Cloratos	mg/L	<0.001	0.7
21	Cloritos	mg/L	<0.001	0.7
22	Nitratos	mg NO3 / L	0.41	50
23	Nitritos	mg NO2 / L	0.002 (E. L.)	0.2 (E. L.)
23	Antimonio	mg Sb/L	<0.002	0.02
24	Arsénico	mg As/L	<0.003	0.01
	Bario	mg Ba/L	<0.03	0.7
	Boro	mg B/L	<0.20	1.5
	Cadmio	mg Cd/L	<0.001	0.003
	Cromo	mg Cr/L	<0.004	0.05
	Molibdeno	mg Mo/L	<0.003	0.07
	Niquel	mg Ni/L	<0.001	0.02
	Plomo	mg Pb/L	<0.005	0.01
	Selenio	mg Se/L	<0.003	0.01
	Uranio	mg U/L	<0.003	0.015
	Mercurio	mg Hg/L	<0.001	0.001
25	Cloro libre residual	mg/L	<0.1	5
26	Flúor	mg F / L	0.216	1
27	Cianuro	mg CN / L	0.005	0.07
ANEXO III - ORGÁNICO				
28	Trihalometanos totales	mg / L	<0.2	1
	Benceno	mg / L	<0.005	0.01
	Etilbenceno	mg / L	<0.05	0.3
	Tolueno	mg / L	<0.06	0.7
	Xileno	mg / L	<0.01	0.5
	Tricloroeteno	mg / L	<0.02	0.07
	Tetracloruro de carbono	mg / L	<0.001	0.004
	1,2- Diclorobenceno	mg / L	<0.1	1
	1,4- Diclorobenceno	mg / L	<0.01	0.3
	1,1- Dicloroeteno	mg / L	<0.02	0.03
	1,2- Dicloroeteno	mg / L	<0.01	0.05
	Hexaclorobutadieno	mg / L	<0.0001	0.0006
	1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mg / L	<0.0005	0.001
	1,2- Dibromoetano	mg / L	<0.0001	0.0004
	1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mg / L	<0.02	0.04
	1,3- Dicloropropeno	mg / L	<0.005	0.02
	Estireno	mg / L	<0.003	0.02
	1,2-dicloroetano	mg / L	<0.01	0.03
	Tetracloroeteno	mg / L	<0.01	0.04
	Diclorometano	mg / L	<0.007	0.02
	Epiclorhidrina	mg / L	<0.0001	0.0004
	Cloruro de vinilo	mg / L	<0.0001	0.0003
Bromodiclorometano	mg / L	<0.008	0.06	
Bromoformo	mg / L	<0.02	0.1	
Cloroformo	mg / L	<0.05	0.2	
Dibromoclorometano	mg / L	<0.001	0.1	
Formaldehído	mg / L	<0.005	0.9	
29	Hidrocarburos disueltos o emulsionados, aceite mineral	mg / L	0.005	0.01
30	Aceite y grasas	mg / L	0.1	0.5
31	Alacloro	mg / L	<0.0015	0.02
	Atrazina	mg / L	<0.001	0.002
	Aldrin y dieldrin	mg / L	<0.00001	0.00003

	Cianazina	mg / L	<0.0002	0.0006
	Clordano (total de isómeros)	mg / L	<0.00005	0.0002
	DDT (Total de isómeros)	mg / L	<0.0005	0.001
	Endrín	mg / L	<0.0004	0.0006
	Hexaclorobenceno	mg / L	<0.001	0.001
	Heptacloro y heptacloroepóxido	mg / L	<0.00001	0.00003
	Metoxicloro	mg / L	<0.001	0.02
	Pentaclorofenol	mg / L	<0.0015	0.009
	Pendimetalina	mg / L	<0.003	0.02
	Simazina	mg / L	<0.001	0.002
	Terbutilazina	mg / L	<0.005	0.007
	Trifluralina	mg / L	<0.002	0.02
	Clorpirifos	mg / L	<0.0002	0.03
	Aldicard	mg / L	<0.0005	0.01
	Monocloramina	mg / L	<0.0002	3
	Ftalato de di (2-etilhexilo)	mg / L	<0.003	0.008
	Benzopireno	mg / L	<0.0004	0.0007
	Gamma HCH (lindano)	mg / L	<0.0001	0.002
	2,4,6- Triclorofenol	mg / L	<0.005	0.2
32	2,4-D	mg / L	<0.008	0.03
	2,4- DB	mg / L	<0.01	0.09
	Dicloroprop	mg / L	<0.02	0.1
	Fenoprop	mg / L	<0.001	0.009
	MCPA	mg / L	<0.0009	0.002
	Mecoprop	mg / L	<0.005	0.01
	2,4,5- T	mg / L	<0.001	0.009
	Carbofurano	mg / L	<0.001	0.007
	Clorotoluron	mg / L	<0.007	0.03
	Dimetato	mg / L	<0.001	0.006
	Isoproturon	mg / L	<0.002	0.009
	Metolacloro	mg / L	<0.005	0.01
	Molinato	mg / L	<0.001	0.06
	Piriproxifeno	mg / L	<0.02	0.3
33	Bromato	mg / L	<0.005	0.01
34	Ácido edético (EDTA)	mg / L	<0.1	0.6
	Ácido Nítrilotriacético	mg / L	<0.05	0.2
35	Acrilamida	mg / L	<0.0002	0.0005
36	Microcistin-LR	mg / L	<0.0005	0.001
37	Cloruro de cianógeno (como CN)	mg / L	0.05	0.07
38	Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mg / L	<0.002	0.01
	Dibromoacetónitrilo	mg / L	<0.02	0.07
	Dicloroacetónitrilo	mg / L	<0.01	0.02
39	Dicloroacetato	mg / L	<0.007	0.05
	Monocloroacetato	mg / L	<0.01	0.02
	Tricloroacetato	mg / L	<0.03	0.2

Fuente: Elaborada en base a resultados del laboratorio DESA – HVCA.

De acuerdo con la anterior tabla, se concluye que la fuente seleccionada proporciona agua apta para el consumo humano, pero es necesario dotar de cloro residual para proteger de posibles contaminaciones microbiológicas.

4.2.2. Captación

Se tiene una fuente de agua tipo subterránea, por tanto, se debe colocar una captación tipo ladera, para el diseño hidráulico de cada parte de la captación se seguirá la metodología dada por Agüero (1997) como sigue:

A. Distancia entre punto de afloramiento y cámara húmeda

Asumiendo un valor de $h=0.4$ m., considerando la aceleración de gravedad $g=9.81$ m/s² y reemplazando dichos valores en la ecuación 30 se tiene.

$$h_0 = 1.56 * \frac{V_2^2}{2g}$$
$$0.4 = 1.56 * \frac{V_2^2}{2 * 9.81}$$
$$V_2 = 2.24 \text{ m/s}$$

Dicho valor es mayor al recomendado de 0.6 m/s, por lo que se asume para el diseño una velocidad de 0.5 m/s, con lo cual se determina la pérdida de carga en el orificio.

$$h_0 = 1.56 * \frac{0.5^2}{2 * 9.81}$$
$$h_0 = 0.02 \text{ m.}$$

Con el resultado anterior y la ecuación 31 se tiene

$$H_f = H - h_0 = 0.4 - 0.02$$
$$H_f = 0.38 \text{ m.}$$

La distancia del afloramiento se define mediante la ecuación 32 como sigue.

$$L_{AC} = \frac{H_f}{0.3} = \frac{0.38}{0.3}$$
$$L_{AC} = 1.27 \text{ m.}$$

B. Ancho de pantalla

Para determinar el ancho de pantalla vamos a asumir un caudal máximo de 3 l/s, una velocidad de pase de 0.5 m/s, un coeficiente de descarga de 0.8, y la ecuación 33 resulta un área como sigue:

$$A = \frac{Q_{max}}{V_{agua} * Cd} = \frac{0.003}{0.5 * 0.8}$$
$$A = 0.0075 \text{ m}^2$$

Para calcular el diámetro será mediante la ecuación 34.

$$D_{ori} = \left(\frac{4 * A}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{4 * 0.0075}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D_{ori} = 0.0977 \text{ m.}$$

$$D_{ori} = 9.77 \text{ cm.} = 3.84''$$

Para calcular el número de orificios, se asume diámetros comerciales de 2" y mediante la ecuación 35 se tiene.

$$NA = \left(\frac{3.84}{2}\right)^2 + 1$$

$$NA = 4.70 \approx 5$$

Por tanto, la captación tendrá 5 orificios cada una de 2".

C. Ancho de pantalla

Conocido la cantidad de orificios, el diámetro de cada orificio y mediante la ecuación 36 se determina el ancho de la pantalla de la captación como sigue.

$$A_{pan} = 2(6D_{ori}) + NA * D_{ori} + 3D_{ori}(NA - 1) = 2 * (6 * 2) + 5 * 2 + 3 * 2 * (5 - 1)$$

$$A_{pan} = 58 \text{ pulg} = 1.47 \text{ m.}$$

Para el diseño se asume un ancho de pantalla de 1.5 m

D. Altura de la cámara húmeda

Para determinar la altura de la cámara húmeda, se tienen las siguientes consideraciones.

$$H_1 = 0.10 \text{ m.}; H_2 = 0.10 \text{ m.}; H_4 = 0.10 \text{ m.} \text{ y } H_5 = 0.10 \text{ m.}$$

El valor de H_3 , se determina con el volumen de almacenamiento para bombeo de 2.00 m³ de agua y ancho de muro de 1.5 m

$$\text{Volumen} = C * A_{pan}^2$$

$$2.00 = C * 1.5^2$$

$$C = 0.8888 = 0.90 \text{ m.}$$

Finalmente, con la ecuación 37 se tiene.

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5$$

$$H_T = 0.10 + 0.10 + 0.90 + 0.10 + 0.10$$

$$H_T = 1.30$$

4.2.3. Diseño de línea de impulsión

La línea de impulsión para la localidad de Matipacca es trazada de acuerdo a la geografía del lugar, la localización de la captación y el reservorio proyectado, teniendo una longitud total de 205 metros. El mismo que queda plasmada en el plano "L-05" adjunta en los anexos.

4.2.3.1. Caudal y diámetro de impulsión

El caudal de bombeo se estima con la ecuación 38, para un tiempo de bombeo no debe ser mayor a 40 minutos (0.67 horas) y un caudal máximo diario de abastecimiento de 30.09 l/s

$$Q_b = Q_m * \frac{24}{N} = 30.09 * \frac{24}{0.67}$$

$$Q_b = 1.08 \approx 1.00 \text{ l/s}$$

$$Q_b = 1.0 \text{ l/s} = 60.0 \text{ l/min} = 0.001 \text{ m}^3/\text{s} = 3.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Verificando que el tiempo de bombeo para abastecer 2.00 m³ de agua por día.

$$\text{Tiempo de bombeo} = \frac{\text{Volumen}}{Q_b} = \frac{2.00}{3.6}$$

$$\text{Tiempo de bombeo} = 0.055 \text{ h} = 34 \text{ min.}$$

El diámetro económico aproximado para la línea de impulsión se determina con la fórmula de Bresse dada en la ecuación 39.

$$D_{IM} = 1.5 * X^{\frac{1}{4}} * \sqrt{Q_b} = 1.4 * \left(\frac{0.556}{12}\right)^{\frac{1}{4}} * \sqrt{0.00108}$$

$$D_{IM} = 22.1 \text{ mm.}$$

De acuerdo con el resultado anterior, se evalúa los diámetros más cercanos para finalmente escoger el más adecuado para esta línea de impulsión, teniendo en cuenta que a menor diámetro se tiene menor costo en la instalación de la tubería, pero que a su vez a menor diámetro se genera mayores pérdidas por fricción y altura de velocidad, ocasionando mayores gastos en energía para el bombeo.

4.2.3.2. Diseño de línea de impulsión

Para la evaluación del diámetro adecuado de impulsión, se tienen en el mercado tuberías de PVC y HDPE que son los más comerciales y económicos, es por ello

que se hace la evaluación para los diámetros más cercano al obtenido con la fórmula de Breesse, estos diámetros son de 3/4" y 1" como se muestra en la tabla 36. Además, para el diseño de la estación de bombeo para la localidad de Matipacca se tiene la siguiente figura 30 que representa el sistema planteado.

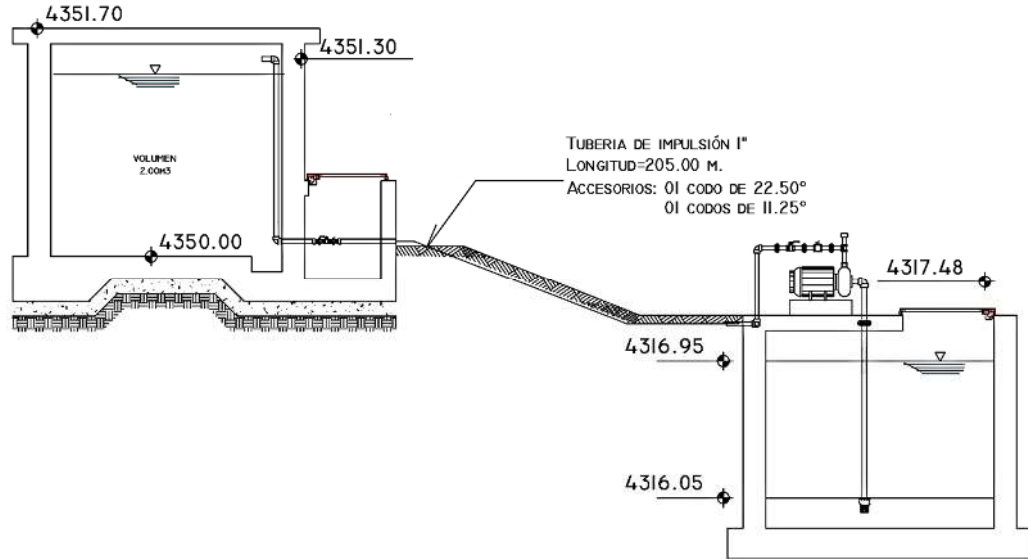


Figura 30: Sistema de bombeo de Matipacca

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la tabla 36 se obtienen del siguiente modo.

- Columna 1: Es el tipo de tubería a usar en succión e impulsión.
- Columna 2: Clase de tubería a evaluar, en impulsión se evalúa para las clases en HDPE (10, 12.5 y 16.) y en PVC (10 y 15)
- Columna 3: Diámetro interior de determina restando el espesor al diámetro nominal para cada tipo de clase dadas en las tablas 13 y 14.
- Columna 3: Caudal de diseño de bombeo se considera 1.00 l/s.
- Columna 4: Velocidad del flujo, que se estima del siguiente modo.

$$V = \frac{Q}{\pi * \frac{(DI)^2}{4}}$$

- Columna 6: Longitud de tubería.

$$L_{succión} = 1.65 \text{ m}$$

$$L_{impulsión} = 2.00 + 205.00 + 1.50 = 208.5 \text{ m.}$$

- Columna 7: Altura estática de acuerdo a la figura 30.

$$h_{est. succión} = 4317.48 - 4316.05 = 1.43 \text{ m}$$

$$h_{est. impulsión} = 4351.30 - 4317.48 = 33.82 \text{ m}$$

- Columna 8: Pérdida total por fricción, Se determina con las ecuaciones 40 y 41 y el coeficiente de Hazen y Williams de 150 para tuberías de plástico tipo PVC y PE.

$$H_{fi} = h_f * L = \left(\frac{Q_b}{0.2785 * 150 * D^{2.63}} \right)^{1.85} * Columna(6)$$

- Columna 9: Pérdida total locales por accesorios, que se determina con la ecuación 42.

$$H_m = \sum K * \frac{V^2}{2 * g}$$

El coeficiente de pérdidas locales K se determina de la siguiente tabla 35 de acuerdo a todos los accesorios en la línea de succión e impulsión.

Tabla 35: Determinación de k de accesorios

	Accesorio	Cant.	k	Parcial	total
Succión con PVC	Válvula de pie	1	1.75	1.75	2.65
	Codo de 90°	1	0.9	0.9	
Impulsión con HDPE	Válvula compuerta, abierto	2	0.2	0.4	10.4
	Válvula de retención	1	2.5	2.5	
	Codo de 90°	4	0.9	3.6	
	T, salida de lado	3	1.3	3.9	
Impulsión con PVC	Válvula compuerta, abierto	2	0.2	0.4	10.7
	Válvula de retención	1	2.5	2.5	
	Codo de 90°	4	0.9	3.6	
	Codo de 22.5°	1	0.2	0.2	
	Codo de 11.5	1	0.1	0.1	
	T, salida de lado	3	1.3	3.9	

Fuente: Elaboración propia

- Columna 10: Altura de la velocidad que se determina como sigue.

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{(Columna (5))^2}{2 * 9.81}$$

- Columna 11: Altura total por pérdida en succión, y para cada clase en impulsión.

$$Columna (11) = Colum (7) + Colum (8) + Colum (9) + Colum (10)$$

- Columna 12: Altura dinámica total de bombeo, se determina con la ecuación 44.

$$H_t = h_s + h_i + (h_{fs} + \sum h_{ms}) + (h_{fi} + \sum h_{mi}) + \frac{V^2}{2g}$$

$$H_t = h_t(\text{succión}) + h_t(\text{impulsión})$$

$$\text{Columna (11)} = 1.51 + \text{Columna(10)}$$

Tabla 36: Estimación de altura dinámica total

Tubería		DI	Q _b	V	L	h _{est.}	H _f	h _m	V ² /2g	h _t	H _t
		mm	l/s	m/s	m.	m	m.	m.	m.	mca	mca
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(4)	(10)	(11)
Succión PVC	C-10	43.40	1.00	0.68	1.65	1.43	0.020	0.06		1.51	
Impulsión HDPE	C-12.5	23.00	1.00	2.41	208.50	33.82	55.134	3.07	0.295	92.32	93.83
	C-16	22.70	1.00	2.47	208.50	33.82	58.771	3.24	0.311	96.14	97.65
	C-10	28.00	1.00	1.62	208.50	33.82	21.172	1.40	0.134	56.52	58.04
	C-12.5	27.20	1.00	1.72	208.50	33.82	24.379	1.57	0.151	59.92	61.43
	C-16	26.00	1.00	1.88	208.50	33.82	30.363	1.88	0.181	66.25	67.76
Impulsión PVC	C-10	22.90	1.00	2.43	208.50	33.82	56.315	3.21	0.300	93.65	95.16
	C-15	22.90	1.00	2.43	208.50	33.82	56.315	3.21	0.300	93.65	95.16
	C-10	29.40	1.00	1.47	208.50	33.82	16.698	1.18	0.111	51.81	53.32
	C-15	28.40	1.00	1.58	208.50	33.82	19.760	1.36	0.127	55.07	56.58

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, los diámetros que generan menor altura dinámica total son las de 1", ya que esto afecta directamente en la elección de la capacidad de la bomba y la energía consumida por esta. Además, es necesario evaluar si estas soportan la sobrepresión generada por el golpe de ariete.

4.2.3.3. Estimación del golpe de ariete

La evaluación de la sobrepresión generada por el golpe de ariete se hace para las tuberías HDPE y PVC para el diámetro de 1" y sus diferentes clases como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37: Estimación de golpe de ariete

Nombre	Nom.	Unidad	Tubería HDPE 1"			Tubería PVC 1"	
			C-10	C-12.5	C-16	C-10	C-15
Longitud	L	m	208.50	208.50	208.50	208.50	208.50
Diámetro interior	DI	mm	28.00	27.20	26.00	29.40	28.40
Caudal	Q _b	l/s	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Velocidad	V	m/s	1.6240	1.7210	1.8835	1.4730	1.5786
Altura manométrica	h _t	mca	56.52	59.92	66.25	51.81	55.07
Módulo de elasticidad	E	kg/m ²	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	3*10 ⁸	3*10 ⁸
Espesor	e	mm	2	2.4	3	1.8	2.3
Valor "kc"	k _c		100	100	100	33.33	33.33
Celeridad de onda	A	m/s	260.14	288.00	327.29	406.63	461.64
Pendiente hidráulica	M		0.27	0.29	0.32	0.248	0.264
Coeficiente "C"	C		0.6	0.6	0.4	0.8	0.6
Coeficiente "K"	K		2	2	2	2	2
Tiempo de cierre	T	s	1.82	1.82	1.61	2.01	1.82
Tiempo crítico	T _c	s	1.60	1.45	1.27	1.03	0.90
Tipo de cierre			Lento	Lento	Lento	Lento	Lento
Fórmula			Michaud	Michaud	Michaud	Michaud	Michaud
Golpe de ariete	ΔP	mca	37.90	40.18	49.77	31.18	36.90
Presión máxima		mca	94.43	100.10	116.02	82.99	91.96

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Elección de equipo de bombeo

De acuerdo con las necesidades de carga dinámica de 53.32 m.c.a. y un caudal de bombeo de 3.6 m³/h, la bomba comercial seleccionada tiene las siguientes características:

- Marca: Vogt
- Modelo N – 614
- Diámetro de entrada: 1 ½"
- Diámetro de salida: 1"
- Tamaño de impulsor: 200 mm.

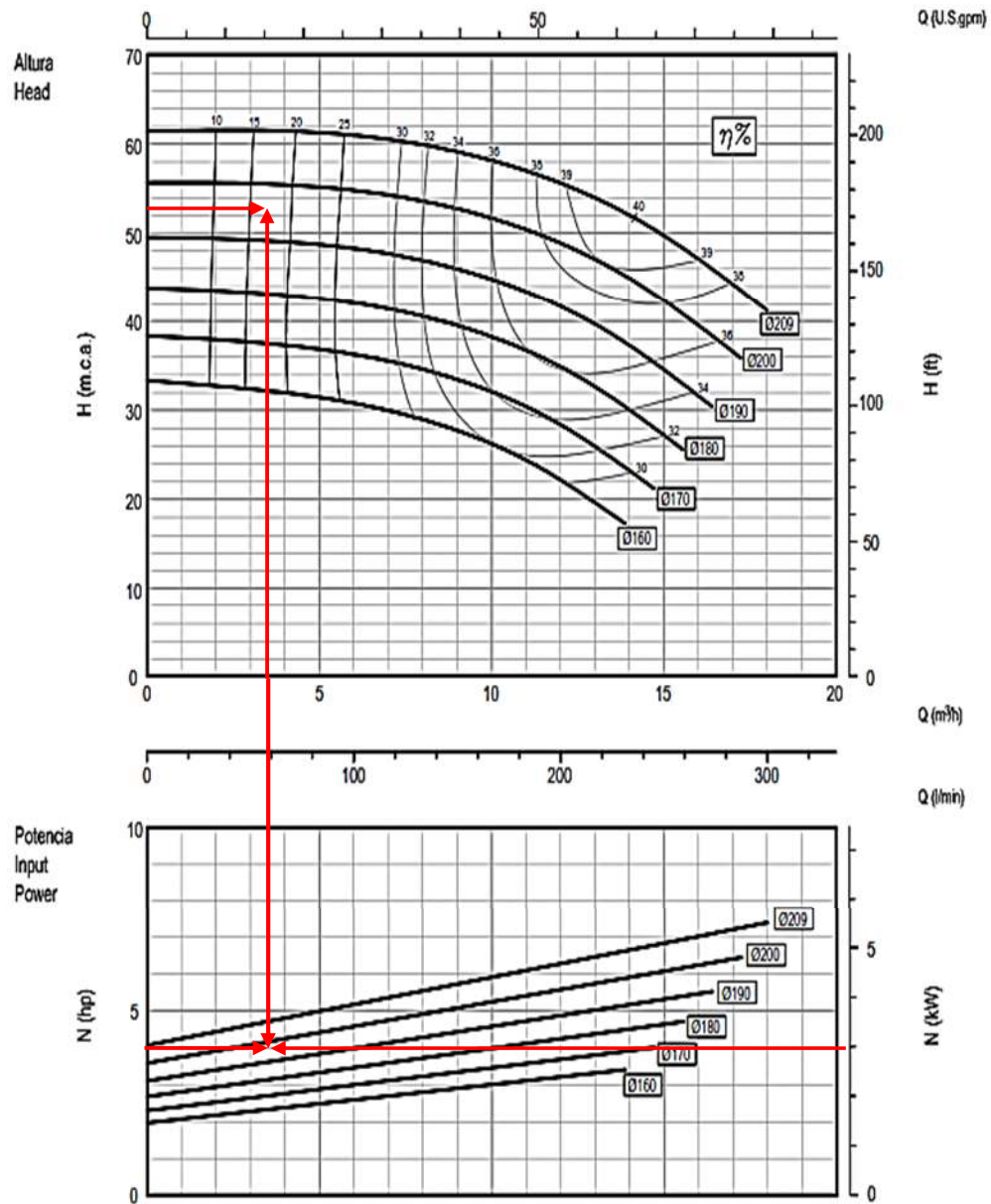


Figura 31: Curva de bomba seleccionada

Fuente: Catalogo Vogt; p-14.

La potencia requerida por la bomba para un caudal de bombeo de 1.00 l/s

$$Potencia\ requerida = 3.00\ kW$$

$$Potencia\ requerida = 4.00\ Hp$$

La bomba puede ser fabricada con 2 tipos de motores, una opción es de combustión interna con inyección de biogas y la otra con motor eléctrico.

4.2.4. Reservorio

El reservorio de agua de la localidad de Matipacca será ubicado, de tal forma que permita brindar un servicio continuo, y presiones dentro de los límites admisibles.

- Volumen de almacenamiento.

Se sabe que el caudal medio diario es de 0.0231 l/s, entonces se tiene que el volumen de agua requerido para un día es:

$$VOL_{diario} = 0.0231 * \left(\frac{60 * 60 * 24}{1000} \right)$$
$$VOL_{diario} = 2.00 \frac{m^3}{dia}$$

Debido a que el abastecimiento de agua es por bombeo y el volumen pequeño, el reservorio tendrá la capacidad de abastecer un día entero.

$$VOL_{reservorio} = 2.00 m^3$$

Para un reservorio con la condición de tapa libre y fondo empotrado, y el volumen definido se consideran las siguientes dimensiones.

Ancho de pared (b)	= 1.52 m.
Altura de agua (h)	= 0.87 m.
Borde libre (B. L.)	= 0.30 m.
Altura total (H)	= 1.20 m.
Peso específico del agua (γ)	= 1000 Kg/m ³ .

4.2.4.1. Cálculo de momentos y espesores

A. Paredes

Para calcular los momentos generados por el agua en los muros se utiliza la ecuación 57 y los coeficientes del PCA de la tabla 17 para una relación de b/h de 1.75.

$$M = K * \gamma * h^3 = K * 1000 * 0.87^3$$

$$M = 658.503 * K$$

Los momentos Mx y My para cada valor de y, se muestran en la tabla 38.

Tabla 38: Momentos (kg-m.) debido al empuje del agua

b/h	x/h	y=0		y=b/4		y=b/2	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My
1.75	0	0	16.463	0	4.610	0	-32.925
	1/4	7.902	14.487	3.293	5.268	-6.585	-34.242
	1/2	10.536	10.536	6.585	5.927	-5.927	-30.291
	3/4	-1.317	3.293	0.659	2.634	-3.293	-17.780
	1	-48.729	-9.878	-32.925	-6.585	0	0

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se tiene el máximo momento absoluto de 48.729 kg-m., además el muro será de concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, con dichos valores y la ecuación 58 se tiene el espesor de la pared.

$$e_m = \left[\frac{6M}{f_t * b} \right]^{1/2} = \left[\frac{6 * 48.729}{0.85 * \sqrt{175} * 100} \right]^{1/2}$$

$$e_m = 5.1 \text{ cm}$$

El espesor mínimo requerido es de 5.1 cm, pero para el diseño se opta un espesor de 15 cm.

$$e_{\text{diseño}} = 15 \text{ cm}$$

A continuación, se presenta el diagrama de momentos verticales y horizontales calculados en la tabla 38.

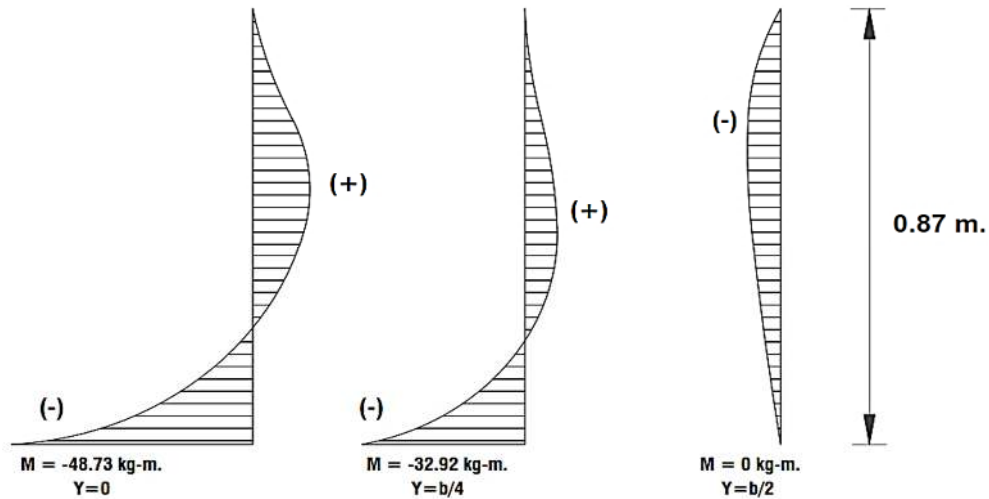


Figura 32: Diagrama de momentos verticales

Fuente: Elaboración propia

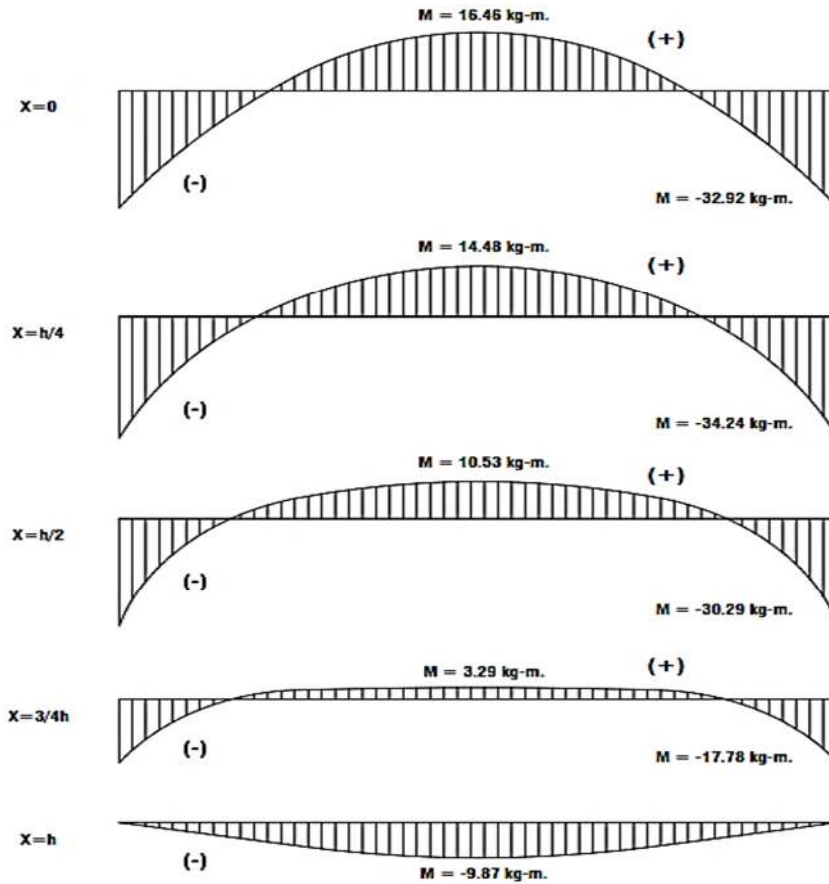


Figura 33: Diagrama de momentos horizontales

Fuente: Elaboración propia

B. Losa cubierta

La losa cubierta será armada en ambos sentidos y apoyada en sus 4 lados, y tendrá una longitud de luz de:

$$L_{UZ} = 1.52 + 2 * \frac{0.15}{2}$$

$$L_{UZ} = 1.67 \text{ m.}$$

El espesor de la losa cubierta se determina con la ecuación 59.

$$e_{lc} = \frac{L_{UZ}}{36} = \frac{1.67}{36}$$

$$e_{lc} = 4.6 \text{ cm}$$

Para temas de diseño, el espesor de la losa se considera de 10 cm. y la carga actuante será la siguiente.

Peso propio = 0.1×2400		$= 240 \text{ Kg/m}^2$
Carga viva		$= 150 \text{ Kg/m}^2$

	W	$= 390 \text{ Kg/m}^2$

El mayor momento flexionaste generado en losas cuadradas de dos sentidos se calcula con la ecuación 60.

$$MA = MB = 0.036 * W * L_{UZ}^2 = 0.036 * 390 * L_{UZ}^2$$

$$MA = MB = 39.15 \text{ Kg.m}$$

Conociendo los valores de los momentos, se calcula el espesor útil mediante método elástico con la ecuación 61 como sigue.

$$d = \left[\frac{6M}{R_m * b} \right]^{1/2} = \left[\frac{6 * 39.15}{R_m * b} \right]^{1/2}$$

Donde:

b : 100 cm
 f_s : 1400 kg/cm²
 f'_c : 175 kg/cm²
 n : $(2.1 * 10^6) / (2.4^{1.5} * 4200 * 175^{1/2}) = 10$
 k : $\left(1 + \frac{1400}{10 * 79}\right)^{-1} = 0.36$
 j : $1 - \frac{0.36}{3} = 0.88$
 R_m : $\frac{1}{2} * 79 * 0.88 * 0.36 = 12.51$

$$d = 4.3 \text{ cm}$$

Considerando un recubrimiento de 2.5 cm., ser igual a 6.8, el cual es menor al espesor mínimo recomendado de 10 cm. para el diseño se considera:

$$d = 10 - 2.5 = 7.5 \text{ cm}$$

C. Losa de fondo

Se asume un espesor de 0.15 m. y conocida la altura del agua de 0.87 m. se tiene lo siguiente:

Peso propio del agua	0.87*1000	$= 870 \text{ Kg/m}^2$
Peso propio del concreto	0.15*2400	$= 360 \text{ Kg/m}^2$

	W	$= 1230 \text{ Kg/m}^2$

El momento de empotramiento en los extremos de la losa se calcula con la ecuación 63 como sigue:

$$M = -\frac{WL^2}{192} = -\frac{1230 * 1.52^2}{192}$$
$$M = -14.80 \text{ kg.m}$$

El momento de empotramiento en el centro de la losa se calcula mediante la ecuación 64 como sigue.

$$M = \frac{WL^2}{384} = \frac{1230 * 1.52^2}{384}$$
$$M = 7.4 \text{ kg.m}$$

Los momentos finales de diseño se calculan con las ecuaciones 65 y 66 como sigue:

$$\text{Empotramiento } M_e = 0.529 * M = 0.529 * (-14.80)$$

$$\text{Empotramiento } M_e = 7.83 \text{ kg.m}$$

$$\text{Centro } M_c = 0.0513 * M = 0.0513 * 7.4$$

$$\text{Centro } M_c = 3.91 \text{ kg.m}$$

De lo anterior se tiene que el máximo momento absoluto es de 7.83 kg.m con lo que se procede al chequeo del espesor mediante la ecuación 58.

$$e_{losa} = \left[\frac{6M}{ft * b} \right]^{1/2} = \left[\frac{6 * 7.93}{0.85 * \sqrt{175} * 100} \right]^{1/2}$$
$$e_{losa} = 2 \text{ cm}$$

El valor calculado es menor que el valor asumido de 15 cm, y considerando un recubrimiento de 4 cm se tiene:

$$e_{losa} = 11 \text{ cm}$$

4.2.4.2. Distribución de armadura

Para determinar el área de acero de la armadura de pared, losa de cubierta y de fondo, se utiliza la ecuación 67, y el área de acero por cuantía mínima, tomando el mayor de dichos valores para el diseño. En la tabla 39 se presenta el cálculo de acero para cada parte del reservorio.

Tabla 39: Distribución de armadura

Descripción	Pared		Losas cubiertas	Losas de fondo
	Vertical	Horizontal		
Momento (kg.m)	48.73	32.92	39.15	14.8
Espesor Util "d" (cm)	7.5	7.5	7.5	11
fs (Kg/cm ²)	900	900	1400	900
n	9	9	10	9
f'c (kg/cm ²)	79	79	79	79
$k = \left(1 + \frac{fs}{n * f'c}\right)^{-1}$	0.441	0.441	0.361	0.441
$j = 1 - \frac{k}{3}$	0.85	0.85	0.88	0.85
Área de acero: $As = \frac{M}{fs * j * d}$ (cm ²)	0.85	0.57	0.42	0.09
C	0.0015	0.0015	0.0018	0.0017
b (cm)	100	100	100	100
e (cm)	15	15	10	15
As mínimo = C*b*e (cm ²)	2.25	2.25	1.8	2.55
Área de acero final: max(As min; As)	2.25	2.25	1.80	2.55
Acero comercial seleccionado	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Espaciamiento (cm)	30	30	35	25

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.3. Chequeo por esfuerzo cortante y adherencia

A. Paredes

La fuerza cortante total se determina con la ecuación 70 como sigue:

$$V = \frac{\gamma * h^2}{2} = \frac{100 * 0.87^2}{2}$$

$$V = 37.84 \text{ kg}$$

El esfuerzo cortante nominal con la ecuación 71 como sigue.

$$v = \frac{V}{j * b * d} = \frac{37.84}{0.85 * 100 * 7.5}$$

$$v = 0.06 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo permisible para el concreto de f'c = 175 kg/cm² se calcula con la ecuación 72 como sigue:

$$V_{max} = 0.02 * f'c = 0.02 * 175$$

$$V_{max} = 3.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$v \leq V_{max} \quad \text{ok.}$$

Por tanto, se aprecia que el esfuerzo cortante nominal es menor que el esfuerzo permisible del concreto, el cual significa que las dimensiones del muro por corte satisfacen las condiciones de diseño.

B. Losa cubierta

La fuerza cortante en la losa cubierta se calcula con la ecuación 73 como sigue:

$$V = \frac{W * L}{3} = \frac{390 * 1.67}{3}$$

$$V = 217.1 \text{ kg/m}$$

El esfuerzo cortante unitario para la losa se calcula con la ecuación 74 como sigue:

$$v = \frac{V}{d * b} = \frac{217.1}{100 * 7.5}$$

$$v = 0.29 \text{ kg/cm}^2$$

El máximo esfuerzo cortante unitario se calcula con la ecuación 75 como sigue:

$$v \text{ max} = 0.29 * f'c^{1/2} = 0.29 * 175^{1/2}$$

$$v \text{ max} = 3.83 \text{ kg/cm}^2$$

$$v \leq v \text{ max} \quad \text{ok}$$

El valor del máximo esfuerzo cortante unitario es mayor al esfuerzo unitario calculado, por tanto, el diseño es adecuado.

4.2.4. Diseño de sistema de cloración

La Fuente seleccionada, proporciona agua apta para el consumo humano, Además, en concordancia a la tabla 16, el agua se clasifica como tipo I, por lo que solo se necesita el diseño de un sistema de cloración para dotar de cloro residual libre, el cual permita la eliminación de posibles contaminaciones microbiológicas.

La cantidad diaria de cloro se calcula con la ecuación 52 y los siguientes datos:

- Volumen diario : 2000 litros
- C_C : Concentración de cloro residual del efluente : 1.2 mg/l
- $\%C_H$: Porcentaje de cloro del hipoclorito : 70%

$$P_k = \frac{V_{at} * C_C}{10 * \%C_H} = \frac{2000 * 1.2}{10 * 70}$$

$$P_k = 3.43 \text{ g/dia}$$

La concentración de la solución madre se calcula con la ecuación 53 y los siguientes datos:

- V_{rc} : Volumen de recipiente comercial : 50 litros
- P_{pr} : Peso de cloro para 30 días de recarga (98.57 gr) : 100 000.00 mg.

$$C_{sm} = \frac{P_{pr}}{V_{rc}} = \frac{50000}{50}$$

$$C_{sm} = 2000 \text{ mg/l}$$

$$200 < C_{sm} < 5000$$

El caudal de goteo de la solución madre hacia el reservorio se calcula con la ecuación 54 como sigue.

$$q_g = \frac{V_{rc}}{T_r} = \frac{50 * 1000}{30 * 24 * 60}$$

$$q_g = 1.16 \text{ ml/min}$$

4.2.5. Red de distribución

La localidad de Matipacca se desarrolla con viviendas aisladas unas a otras, por ello, para dotar a cada vivienda de agua es necesario plantear una red abierta con ramales ciegos, en cada una de los ramales debe colocarse una válvula de purga.

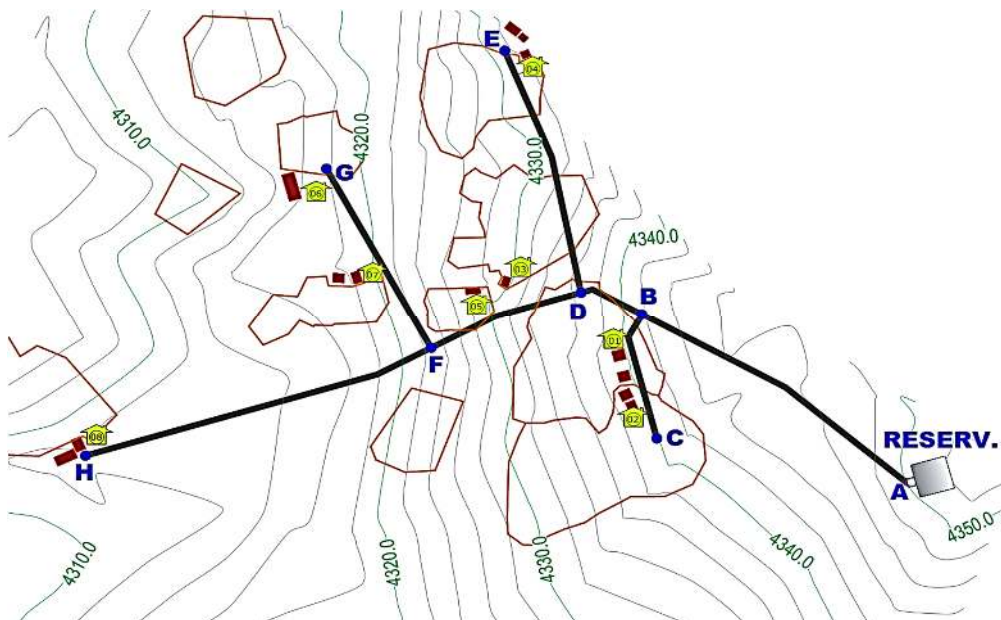


Figura 34: Red de distribución de Matipacca

Fuente: Elaboración propia

El caudal de diseño será considerando $Q_g=0.1$ litros por cada grifo, y dos grifos por UBS (Lavatorio y Lavadero multiuso), la red de distribución tendrá la siguiente configuración mostrada en la figura 34.

Definida los tramos, los lotes que abastece y el caudal unitario, se calcula el gasto para cada ramal con las ecuaciones 76 y 77, el cual se presenta en la tabla 40.

Tabla 40: Cálculo de gasto por tramo

Tramo	Lote	Número de grifos	Gasto por grifo (l/s)	K_s	Gasto (l/s)	Gasto por ramal (l/s)
A-B	-	0	0.1			
B-C	1 y 2	4	0.1	0.577	0.40	0.23
B-D	-	0	0.1			
D-E	4	2	0.1	1	0.20	0.20
D-F	3 y 5	4	0.1	0.577	0.40	0.23
F-G	6 y 7	4	0.1	0.577	0.40	0.23
F-H	8	2	0.1	1	0.20	0.20

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del cálculo hidráulico se muestran en la tabla 41, determinando los valores de cada columna del siguiente modo.

- Columna 1: Tramo de red de distribución definida en la figura 35.
- Columna 2: Es el gasto por cada tramo, calculada en la tabla 40.
- Columna 3: Gasto de diseño, es el caudal que circula por dicha tubería.

$$Q_{diseño} (D_F) = Q_{Tramo} (D_F + F_G + F_H)$$

- Columna 4: Longitud del tramo de tubería.
- Columna 5: Diámetro seleccionado de acuerdo a la tabla 13.

$$Diámetro\ interior = Diámetro\ exterior - 2 * (espesor)$$

$$Diámetro\ interior (\varnothing = 1/2") = 21 - 2 * (1.8) = 17.4\ mm.$$

$$Diámetro\ interior (\varnothing = 3/4") = 26.5 - 2 * (1.8) = 22.9\ mm.$$

$$Diámetro\ interior (\varnothing = 1") = 33 - 2 * (1.8) = 29.4\ mm.$$

$$Diámetro\ interior (\varnothing = 1\ 1/4") = 42 - 2 * (2) = 38.0\ mm.$$

$$Diámetro\ interior (\varnothing = 1\ 1/2") = 48 - 2 * (2.3) = 43.4\ mm.$$

- Columna 6: Velocidad determinada.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} * D^2}$$

- Columna 7: Pérdida de carga unitaria con la ecuación 40 y considerando el diseño con tubería PVC (C=150)

$$h_f = \left(\frac{Q}{0.2785 * 150 * D_1^{2.63}} \right)^{1.85}$$

- Columna 8: Pérdida de carga por tramo, de acuerdo a la ecuación 41.

$$H_f = h_f * L$$

- Columna 9: La cota piezométrica inicial que parte del reservorio, se considera la misma que la cota del terreno, y las posteriores se calculan de la siguiente manera.

$$\text{Cot. Piez. (i) del Tramo (A_B)} = 4350.000 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Cot. Cot. Piez. (f) del Tramo (A_B)} = 4349.950 \text{ m. s. n. m}$$

$$\text{Piez. (i) del Tramo (B_C)} = 4349.950 \text{ m. s. n. m}$$

- Columna 10: La cota piezométrica final, se calcula por la diferencia de la cota piezométrica inicial menos la pérdida de carga en ese tramo (diferencia de la columna 9 y 8).

$$\text{Cot. Piez. (f) del Tramo (A_B)} = \text{Cot. Piez. (i) del Tramo (A_B)} - H_f$$

- Columna 11: La cota inicial del terreno donde se proyecta el tramo.
- Columna 12: La cota final del terreno donde se proyecta el tramo.
- Columna 13: Es la presión de agua en el inicio de cada tramo (diferencia de la columna 9 y 11).

$$P(i) = \text{Cot. Piez. (i)} - \text{Cota inicial del tramo}$$

- Columna 12: Es la presión de agua al final de cada tramo (diferencia de la columna 10 y 12).

$$P(f) = \text{Cot. Piez. (f)} - \text{Cota final del tramo}$$

Los resultados dados en la tabla se encuentran dentro de las recomendaciones dadas por el MVCS – RM N° 173, la misma que fueron detalladamente en el

Tabla 41: Cálculo hidráulico de la red de distribución de Matipacca

Tramo	Gasto		Longitud	Diámetro	Velocidad	Pérdida de Carga		Cota Piezométrica		Cota del Terreno		Presión	
	Tramo	Diseño				Unit.	Tramo	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
m	l/s	l/s	m	mm	m/s		(m)	(m.s.n.m.)		(m.s.n.m.)		(m)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
A-B	0.0000	1.0928	112.49	43.4		0.014	1.596	4350.000	4348.404	4350.000	4341.822	0.00	6.58
B-C	0.2309	0.2309	48.71	17.4	0.97	0.068	3.327	4348.404	4345.077	4341.822	4339.844	6.58	5.23
B-D	0.0000	0.8619	23.65	29.4	1.27	0.061	1.439	4348.404	4346.965	4341.822	4336.466	6.58	10.50
D-E	0.2000	0.2000	94.14	17.4	0.84	0.052	4.927	4346.965	4342.038	4336.466	4331.403	10.50	10.64
D-F	0.2309	0.6619	56.67	22.9	1.61	0.126	7.134	4346.965	4339.832	4336.466	4322.645	10.50	17.19
F-G	0.2309	0.4000	76.07	22.9	0.97	0.050	3.772	4339.832	4336.060	4322.645	4317.657	17.19	18.40
F-H	0.2000	0.2000	127.73	17.4	0.84	0.052	6.685	4339.832	4333.146	4322.645	4312.349	17.19	20.80

Fuente: Elaboración propia

4.3. TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

El agua residual de la localidad de Matipacca es netamente doméstica, es decir de las actividades propias del hogar.

4.3.1. Caracterización de las aguas residuales

Debido a que la localidad de Matipacca no cuenta con ningún tipo de sistema de evacuación y tratamiento de las aguas residuales, no se puede realizar una caracterización de las mismas, por lo que se toman datos de estudios realizados en una localidad rural similar.

Domínguez y Rojas (2019), en su trabajo de tesis de grado, realizaron el estudio la eficiencia de los biodigestores, para lo cual seleccionaron la localidad de Nueva Acobambilla, perteneciente al distrito de Huando en la Región Huancavelica. Como parte de su trabajo, fue realizar la caracterización de las aguas residuales generadas en Unidades Básicas de Saneamiento (UBS), siendo un total de 06 unidades básicas de saneamiento seleccionadas para el estudio y teniendo los siguientes resultados que se muestra en la tabla 42.

Tabla 42: Caracterización de agua residual rural

Parámetro	Und.	Valor
Aceites y grasas (AyG).	mg/l	153.6
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅).	mg/l	281.4
Demanda química de oxígeno (DQO).	mg/l	344.8
Sólidos totales en suspensión (STS).	mg/l	259.2
Coliformes totales (CTT).	NMP/100 mL	3536.9
Potencia de hidrógeno (pH).	-	7.2
Temperatura (T).	°C	14

Fuente: Domínguez y Rojas (2019), p. 212 – 214.

4.3.2. Diseño de tratamiento rural

En concordancia al Manual MME del Minan (2009) y a la R.M. N° 173 - 2016 Vivienda, es común el tratamiento de aguas residuales rurales con tratamiento primario, vale decir tratar con tanques sépticos o tanques sépticos mejorados y disposición final por filtración.

4.3.2.1. Cuarto de baño y lavadero multiuso

Se diseña un cuarto de baño que incluya: Inodoro, ducha, lavatorio y demás accesorios. En la parte exterior del cuarto de baño se diseña el lavadero multiuso (lavado de utensilios de cocina, ropa y otros), además de sus respectivas tuberías de evacuación y ventilación, cumpliendo las recomendaciones para diseño de UBS - AH del Ministerio de Vivienda, como se muestra en la figura 35.

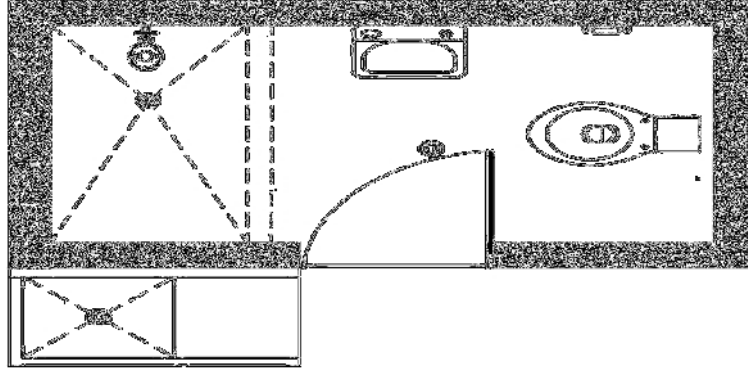


Figura 35: Diseño de cuarto de baño y lavadero
Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2. Tanque séptico

Las aguas residuales serán tratadas con un biodigestor autolimpiable prefabricada, el cual es muy eficaz y económico, de acuerdo a la tabla 28, la máxima cantidad de habitantes por cada vivienda en Matipacca es de 4 personas y de acuerdo con la tabla 19 el volumen de biodigestor adecuado es de 600 litros.



Figura 36: Biodigestor Rotoplas 600 L.
Fuente: Catálogo de biodigestores Rotoplas.

El biodigestor Rotoplas incluye todos los accesorios listos para su instalación, y cumple con la “NORMA IS 020: TANQUE SÉPTICO”. Además, la eficiencia de remoción de contaminantes está acreditada por la INACAL.

4.3.2.3. Diseño de campo de percolación

Para el diseño del campo de percolación se realizó el test de percolación siguiendo el procedimiento descrito en el marco teórico, teniendo los siguientes resultados para el descenso del agua para cada centímetro (ver tabla 43).

Tabla 43: Test de percolación

Descenso (cm)	Calicata 1		Calicata 2	
	prueba 1	prueba 2	prueba 1	prueba 2
	tiempo (min)	tiempo (min)	tiempo (min)	tiempo (min)
1.00	0:01:45	0:01:55	0:01:48	0:01:53
2.00	0:03:38	0:04:07	0:03:45	0:03:48
3.00	0:05:36	0:06:04	0:05:37	0:05:46
4.00	0:07:45	0:08:17	0:07:40	0:07:46
5.00	0:09:47	0:10:39	0:09:41	0:09:58
6.00	0:12:01	0:12:56	0:11:36	0:12:09
7.00	0:14:09	0:15:17	0:13:40	0:14:07
8.00	0:16:10	0:17:44	0:15:39	0:16:12
9.00	0:18:25	0:19:48	0:17:35	0:18:24
10.00	0:20:37	0:21:56	0:19:44	0:20:22
Promedio parcial	0:02:04	0:02:12	0:01:58	0:02:02
Promedio total	0:02:04			

Fuente: Trabajo de campo

De la tabla 43 se sabe que el agua para descender 1 cm se tarda 2:04 minutos, lo que determina que el terreno de acuerdo con la tabla 21 se clasifica como rápido. Además, con el tiempo de descenso de 1 cm y la figura 26 se tiene el coeficiente de infiltración del terreno.

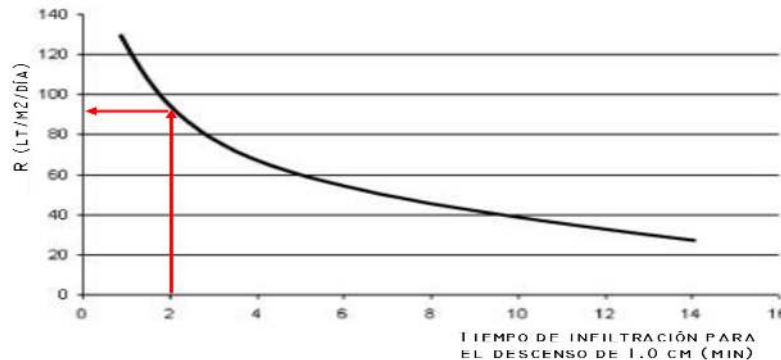


Figura 37: Determinación del coeficiente de infiltración

Fuente: Norma técnica I. S. 020 Tanques Sépticos

De la figura 37 se tiene que el coeficiente de infiltración $R = 90 \text{ l/m}^2/\text{día}$.



Fotografía 6: Test de percolación

Fuente: Trabajo de campo

El área de absorción se determina con la ecuación 78 y los siguientes datos.

- Cantidad de personas por hogar : 4 hab.
- Dotación : 80 l/hab/día.
- Caudal promedio del efluente del tanque séptico : 320 l/día
- coeficiente de infiltración : 90 l/m²/día

$$A_{ZP} = \frac{Q_{ZP}}{R_{ZP}} = \frac{320}{90}$$

$$A_{ZP} = 3.55 \text{ m}^2$$

Para cubrir con la demanda de área de filtración requerida, las zanjas de infiltración tendrán el siguiente detalle.

- Ancho de zanja : 0.6 m
- Número de ramales : 2 und.
- Longitud de zanja : 3.0 m.

$$\text{Área de filtracion} = 0.6 * 2 * 3$$

$$\text{Área de filtracion} = 3.6 \text{ m}^2$$

4.3.2.4. Verificación de parámetros de agua residual

Considerando la caracterización de agua residual dada en la tabla 44, el rendimiento en la remoción de contaminantes dada en la tabla 20 brindada por el fabricante, y los límites máximos permisibles para efluentes del PTAR dada en la tabla 11 establecidas por el MINAM. Se elabora la siguiente tabla comparativa.

Tabla N° 44: Evaluación teórica de remoción de contaminantes

Parámetro	Unidad	Agua de efluente	% teórico de remoción	Agua de efluente	LMP	Cumple con LMP
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	mg/l	153.6	93.00%	10.75	20	Cumple
DQO (demanda química de oxígeno)	mg/l	281.4	94.00%	16.88	100	Cumple
Grasas y aceites	mg/l	344.8	88.00%	41.37	200	Cumple
SS (sólidos sedimentables)	mg/l	259.2	98.00%	5.18	150	Cumple
Coliformes totales (CTT).	NMP/100 mL	3536.9	36.75%	2237.09	10000	Cumple

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla anterior, se puede decir que la propuesta de disposición sanitaria de excretas cumple con los límites máximos permisibles para efluente de PTAR dadas por en el DS N° 003-2010-MINAM

4.5. ESTIMACIÓN DEL BIOGÁS GENERADO

4.5.1. Estimación de energía y biogás requerida.

La energía requerida para el bombeo, para una potencia diaria de 3.0 kW, un tiempo de bombeo de 34 minutos y un factor de seguridad de 1.2 es de:

$$\text{Energía requerida} = 3 * \frac{34}{60} * 1.2$$

$$\text{Energía requerida} = 2.04 \text{ kW} \cdot \text{h/día}$$

La energía será obtenida mediante el quemado del biogás en un generador de encendido diésel el cual alcanza una eficiencia del 30%, por tanto, la energía de biogás requerida será de:

$$\text{Energía de biogás} = \frac{2.04}{30\%}$$

$$\text{Energía de biogás} = 6.80 \text{ kW} \cdot \text{h/día}$$

De acuerdo con la tabla 1, se tiene que 1.00 m³ de biogás tiene un contenido energético de 6.0 a 6.5 kW/h/m³, por tanto, la producción diaria de biogás debe ser de:

$$\text{Producción diaria de biogás} = \frac{6.80}{6.0}$$

$$\text{Producción diaria de biogás} = 1.13 \text{ m}^3$$

4.5.2. Selección de materia prima para la producción de biogás.

Para la producción de 1.13 m³ de biogás diario, en la localidad de Matipacca existen diferentes alternativas de materia prima a utilizar como: ovino, caprino, camélidos sudamericanos y excretas humanas, pero en este caso, se evalúa para desechos de ovino que es muy abundante y las excretas humanas como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45: Evaluación de materia prima para producción de biogás

Estiércol	Disponibilidad	Volumen de biogás	Biogás requerido	Peso de desecho requerido	población mínima
	Kg/día	m ³ /kg	m ³	kg	
Humano	0.4	0.06	1.13	18.89	48
Ovino	1.5	0.05	1.13	22.67	16

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior fue elaborada en base a la tabla 4, la misma que nos permite concluir los siguientes:

- No es posible el diseño de una PTAR para producción de biocombustible con excreta humana debido a que no se tiene la población mínima requerida.
- Se procede al diseño de biodigestor para producción de biocombustible a partir de excreta de ovino el cual tiene para lo cual la localidad de Matipacca cuenta con una población de ovino de aproximadamente 25 cabezas por cada familia, lo cual permite obtener suficiente cantidad de estiércol.

4.5.3. Diseño de mezcla de estiércol, periodo de retención y volumen

Para la preparación de la mezcla de estiércol de ovino, las siguientes características de la misma.

- %ST: porcentaje de sólidos totales en desechos de ovino : 32%
- %ST_{deseado}: porcentaje de sólidos totales deseados : 10%
- %SVdeST: porcentaje de sólidos volátiles de ST : 81%
- ρ_{estiércol}: Densidad del estiércol de ovino : 1.00

El volumen de agua para cada kilogramo de estiércol de ovino se calcula con la ecuación 2.

$$l_{agua} = \frac{\%ST}{\%ST_{deseado}} - 1 = \frac{32\%}{10\%} - 1$$

$$l_{agua} = 2.20 \text{ l/kg}$$

El volumen de estiércol por cada kilogramo se calcula con la ecuación 3.

$$l_{estiércol} = \frac{1\text{kg}}{\rho_{estiércol}} = \frac{1.00}{1.00}$$

$$l_{agua} = 1.00 \text{ l.}$$

La concentración de sólidos volátiles se calcula con la ecuación 1 como sigue.

$$C_0 = \frac{\left(\frac{\%ST}{100}\right) * \left(\frac{\%SVdeST}{100}\right) * 1000g}{l_{agua} + l_{estiércol}} = \frac{\left(\frac{32\%}{100}\right) * \left(\frac{81\%}{100}\right) * 1000g}{2.20 + 1.00}$$

$$C_0 = 81.00 \text{ kgSV/m}^3$$

El tiempo de retención de la mezcla en el biodigestor se calcula con la ecuación 4 y para una carga orgánica de 3 kg SV/m³.

$$TRH = \frac{C_0}{COV} = \frac{81.00}{3.00}$$

$$TRH = 27 \text{ días}$$

De acuerdo con la tabla 45 se requiere 22.67 kg de estiércol de ovino diariamente, los cuales se mezclarán con 49.87 litros de agua. Por tanto, el caudal del afluyente diario será de:

$$Q_a = 22.67 + 49.87$$

$$Q_a = 72.53 \text{ litros}$$

El volumen de la mezcla líquida se calcula con la ecuación 6 como sigue:

$$V_L = Q_a * TRH = 72.53 * 27$$

$$V_L = 1958.40 \text{ litros.}$$

4.5.4. Diseño de reactor.

Con las características de los plásticos tubulares comerciales dadas en la tabla 6, características geométricas de una zanja circular dadas en la figura 6 y las ecuaciones numeradas del 10 al 15, se elabora la tabla 46.

Tabla 46: Diseño geométrico de reactor en zanja circular

D_{bio} mm.	Y mm.	Y/D	θ Rad.	A_L m ²	A_G m ²	A_L/A_G	P_{bio} m.	R m.	T mm.
1270	890.00	0.701	3.968	0.94831	0.31846	2.98	2.52	0.38	1163.10
	895.00	0.705	3.985	0.95411	0.31266	3.05	2.53	0.38	1158.66
	900.00	0.709	4.003	0.95989	0.30688	3.13	2.54	0.38	1154.12
1110	775.00	0.698	3.957	0.72149	0.24620	2.93	2.20	0.33	1019.07
	780.00	0.703	3.976	0.72657	0.24112	3.01	2.21	0.33	1014.69
	785.00	0.707	3.996	0.73164	0.23605	3.10	2.22	0.33	1010.20
950	665.00	0.700	3.965	0.52997	0.17885	2.96	1.88	0.28	870.69
	670.00	0.705	3.988	0.53432	0.17450	3.06	1.89	0.28	866.26
	675.00	0.711	4.011	0.53864	0.17018	3.17	1.91	0.28	861.68
800	560.00	0.700	3.965	0.37583	0.12683	2.96	1.59	0.24	733.21
	565.00	0.706	3.992	0.37948	0.12317	3.08	1.60	0.24	728.77
	570.00	0.713	4.020	0.38311	0.11954	3.20	1.61	0.24	724.15
640	445.00	0.695	3.944	0.23877	0.08293	2.88	1.26	0.19	589.15
	450.00	0.703	3.978	0.24170	0.08000	3.02	1.27	0.19	584.81
	455.00	0.711	4.013	0.24461	0.07709	3.17	1.28	0.19	580.26

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior permite principalmente al usuario:

1. Escoger el diámetro más adecuado a su diseño.
2. El tirante (Y) de mezcla líquida con la que desee trabajar permite:
 - ✓ Definir la altura de la zanja circular.
 - ✓ Facilidad de medición por ser un número entero.
 - ✓ Relación de A_L y A_G más cercana a 3.
3. Área de la sección ocupada por la mezcla líquida.
4. Área de la sección ocupada por el biogás generado.

4.5.5. Selección de biodigestor

Para el presente trabajo se selecciona un biodigestor de plástico tubular, con un diámetro 0.8 m. y un tirante de mezcla líquida de 0.56 m. que tiene las siguientes características.

- Área líquida A_L : 0.37583 m²
- Área gaseosa A_G : 0.12683 m²
- Área total A_T : 0.50265 m²

La longitud del biodigestor que pueda almacenar 1958.4 litros de mezcla líquida se determina como sigue:

$$L_{bio} = \frac{V_L}{A_L} = \frac{1.9584}{0.37583}$$

$$L_{bio} = 5.21 \approx 5.50 \text{ m.}$$

Pero debido a que el sello de las bolsas plásticas se hace para longitudes de números enteros se opta una longitud de 5.50 m. que permite generar un biodigestor de las siguientes características dadas en la tabla 47.

Tabla 47: Características de biodigestor seleccionado

D_{bio}	Y	Lon.	A_L	V_L	A_G	V_G	V_T
m	m	m	m ²	m ³	m ²	m ³	m ³
0.8	0.56	5.6	0.3758	2.07	0.1268	0.70	2.76

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se cumple la relación adecuada de longitud y diámetro.

$$\frac{L_{bio}}{D_{bio}} = \frac{5.50}{0.80} = 6.88$$

$$5 \leq \frac{L_{bio}}{D_{bio}} \leq 10$$

El volumen de gas requerido diariamente es de 1.13 m³, pero el biodigestor diseñado sólo proporciona un volumen de gas de 0.70 m³ por lo que es necesario considerar una bolsa de gas o gasómetro de 1.2 m³. Además, en el diseño se considera la instalación de un invernadero, para mantener la temperatura en el biodigestor mayor a 15° C.

4.6. DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

4.6.1. Cálculos de irradiación y HSP

La irradiación horizontal global para la localidad de Matipacca obtenidas del programa Pvsyst 7.2 y la base de datos Meteororm 8.0 son las que se muestran en la figura 38.

- Latitud sur: $-12^{\circ} 57' 50''$
- Longitud: $-74^{\circ} 40' 27''$

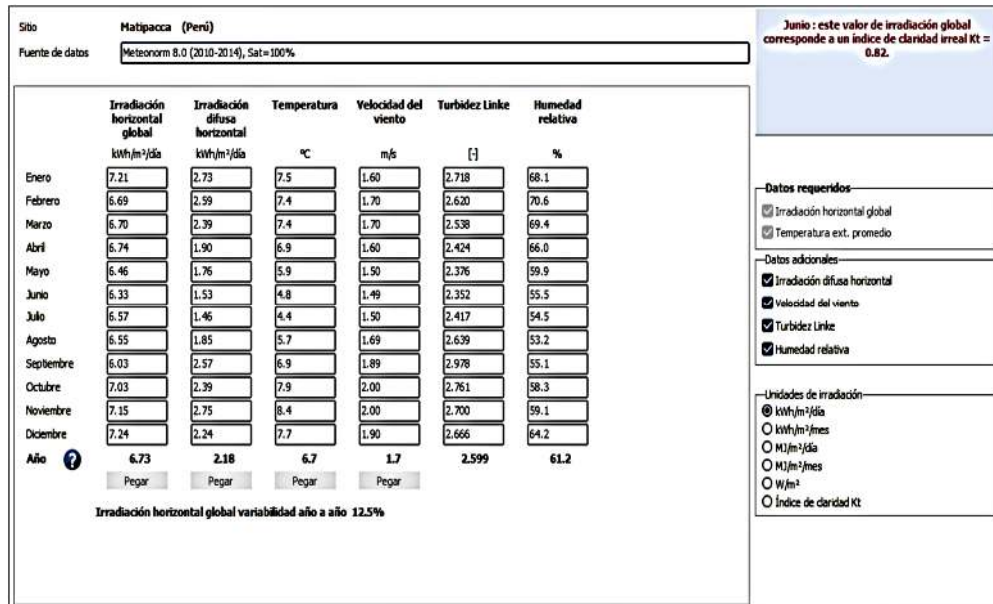


Figura 38: Datos climatológicos la localidad de Matipacca
Fuente: Programa Pvsyst 7.2 y la base de datos Meteororm 8.0

Para el diseño de los paneles solares se considera que estarán orientados hacia el ecuador y que el ángulo óptimo de elevación se calcula con la ecuación 17 para la latitud anteriormente dada.

$$\beta_{\text{opt}} = 3.5 + 0.69 * |\varphi| = 3.5 + 0.69 * |-12.964^{\circ}|$$

$$\beta_{\text{opt}} = 12.445^{\circ}$$

Por tanto, el ángulo de inclinación optada para el presente diseño será de 15° , la misma que dificultará la acumulación de suciedad sobre los paneles.

Con los datos de irradiación horizontal global obtenidas del Pvsyst 7.2, se determina la irradiación corregida para la superficie inclinada a 15° con el factor

de corrección dada en la tabla 7, y finalmente se calcula la hora solar pico con la ecuación 16, como se muestra en la tabla 48.

Tabla 48: Irradiación hora solar pico

Mes	Irradiación horizontal global	Irradiación corregida (inc. 15°)		HSP
	kWh/m ² /día	K	kWh/m ² /día	kWh/m ² /día
Ene	7.21	1.08	7.79	7.79
Feb	6.69	1.05	7.02	7.02
Mar	6.70	1.01	6.77	6.77
Abr	6.74	0.97	6.54	6.54
May	6.46	0.93	6.01	6.01
Jun	6.33	0.92	5.82	5.82
Jul	6.57	0.93	6.11	6.11
Ago	6.55	0.97	6.35	6.35
Set	6.03	1.02	6.15	6.15
Oct	7.03	1.07	7.52	7.52
Nov	7.15	1.10	7.87	7.87
Dic	7.24	1.10	7.96	7.96

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se tiene que el mes más desfavorecido es el mes de junio con una hora solar pico (HSP) de 5.82, la misma que servirá para los diseños.

4.6.2. Estimación del consumo

La demanda de energía diaria se calcula con la ecuación 19, para una potencia de la bomba de 3.0 kW y funcionamiento de 34 minutos.

$$E_C = P * t_{ap} = 3.0 * \frac{34}{60}$$

$$E_C = 1.70 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{dia}$$

La energía de diseño con la ecuación 20 y se agrega un porcentaje de seguridad del 20%.

$$E_d = E_C * 1.2 = 1.70 * 1.2$$

$$E_d = 2.04 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{dia}$$

4.6.3. selección del panel

La potencia pico del sistema para se determina con la ecuación 21 como sigue.

$$P_{pico} = \frac{E_d}{HSP * 0.9 * 0.95} = \frac{2.04}{5.82 * 0.9 * 0.95}$$

$$P_{pico} = 409.70 \text{ W}/\text{h}$$

El panel solar comercial: Panel Solar JA SOLAR 455W 24V Monocristalino PERC, cuya ficha técnica es la siguiente.



○ Potencia	: 455W
○ Tipo de Célula	: Monocristalino Perc
○ Rigidez	: Rígido
○ Dimensiones	: 2120 x 1052 x 40mm
○ Tensión Máxima Potencia	: 41.82 V
○ Corriente en Cortocircuito	: 11.41 A
○ Eficiencia del Módulo	: 20.4 %
○ Amp. Máx. de Salida IMP	: 10.88 A
○ Tensión en Circuito Abierto	: 49.85 V
○ Voltaje de Trabajo	: 24V
○ Peso	: 25 Kg
○ Marco	: Aluminio

Figura 39: Especificaciones técnicas de panel JA solar 455W

Fuente: <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-ja-solar-450w-24v-monocristalino-perc>

La cantidad de paneles se determina con la ecuación 22 como sigue.

$$N_{\text{paneles}} = \frac{P_{\text{pico}}}{P_{\text{panel}}} = \frac{409.70}{455}$$

$$N_{\text{paneles}} = 0.9 \approx 1 \text{ unidad}$$

Por tanto, se debe colocar una unidad del panel solar seleccionado.

$$\text{Potencia generada} = 455 \text{ W.h}$$

4.6.4. Selección de almacenamiento

El dimensionamiento de la batería se determina con la ecuación 23 como sigue, considerando una profundidad de descarga de 0.6 y 2 días de reserva.

$$CD_{\text{batería}} = \frac{E_d * R_e}{V_{\text{sis}} * e_d} = \frac{2.04 * 2}{24 * 0.6}$$

$$CD_{\text{batería}} = 283.33 \text{ Ah}$$

La batería comercial: Batería GEL 12V 316Ah Ultracell UCG-320-12, cuya ficha técnica es la siguiente.



- Voltaje : 12
- Amperios-Hora : 316 Ah
- Peso : 73 Kg

Figura 40: Especificaciones técnicas de la batería Ultracell Ucg-320-12

Fuente: <https://autosolar.pe/baterias-de-gel/bateria-gel-12v-316ah-ultracell-ucg-320-12>

De las especificaciones anteriores, se cumple con la capacidad de amperios hora que se necesita, pero para obtener la tensión de 24 V será necesario la colocación de dos baterías en serie.

4.6.5. Selección del regulador

El regulador debe soportar la corriente de entrada que se calcula con la ecuación 24 y las características del panel seleccionado como sigue.

$$CI = 1.2 * MP * I_{sc} = 1.2 * 1.0 * 11.41$$

$$CI = 13.69 A$$

El controlador de carga comercial: SmartSolar MPPT Victron 100V 20A, cuya ficha técnica es la siguiente.



- Voltaje de Trabajo : 12V y 24V
- Amperios Máximos de Carga : 20 A

Figura 41: Especificaciones del controlador Smartsolar Mppt Victron

Fuente: <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-smartsolar-mppt-100v-20a-victron>

4.6.6. Selección de inversor.

La potencia del inversor se determina con la ecuación 25, y una potencia máxima demandada por la bomba es de 3.0 kW.

$$P_{Inversor} = P_{Demandada} * F_{Simultaneidad} = 3000 * 1$$

$$P_{Inversor} = 3000 W$$

El inversor solar comercial: Inversor Híbrido 3000W 24V Voltronic Xpert VMIII, cuya ficha técnica es la siguiente.



- Voltaje de Trabajo : 24V
- Pico de Potencia : 6000VA
- Potencia de Salida : 3000W
- Regulación de voltaje de salida : 230 V
- Peso : 9 kg

Figura 42: Especificaciones inversor híbrido 3000w 24v Voltronic Xpert
 Fuente: <https://autosolar.pe/inversores-hibridos/inversor-hibrido-3000w-24v-voltronic-xpert-vmiii>

4.7. ALTERNATIVAS Y COSTOS DE INVERSIÓN

4.7.1. Alternativas de sistemas propuestos

Para un abastecimiento adecuado del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas a la localidad de Matipacca, se plantean las siguientes alternativas de solución dadas en la tabla 49, con la combinación de infraestructuras anteriormente desarrolladas.

Tabla 49: Alternativas propuestas

Sistemas	Componentes	Metrado	U.M.
Alternativa 01			
Agua potable	Captación tipo ladera	1.00	und
	Línea de impulsión	205.00	m
	Reservorio de almacenamiento	1.00	und
	Redes de distribución	539.46	m
	Sistema de bombeo con biogás	1.00	und
Alternativa 02			
Agua potable	Captación tipo ladera	1.00	und
	Línea de impulsión	205.00	m
	Reservorio de almacenamiento	1.00	und
	Redes de distribución	539.46	m
	Sistema de bombeo con energía fotovoltaica	1.00	und
Componente saneamiento			
Disposición sanitaria de excretas	Unidades básicas de saneamiento (UBS)	8.00	und

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se tiene que para dotar de un adecuado servicio de agua potable se plantea dos alternativas, las cuales únicamente difieren por el uso del tipo de energía en el sistema de bombeo (energía producida por biogás y energía fotovoltaica) al cual se realizará una evaluación para determinar el más rentable en el tiempo. Mientras que para la disposición sanitaria de excretas se presenta una única alternativa enmarcada dentro de los lineamientos nacionales.

4.7.2. Costos de la obra.

Los costos de inversión para cada alternativa se presentan a continuación.

Tabla 50: Costo de inversión de alternativa 01

Item	Descripción	Parcial
01	Captación tipo ladera	10,089.31
02	Línea de impulsión	12,705.50
03	Reservorio de almacenamiento	8,147.73
04	Redes de distribución	36,118.51
06	Sistema de bombeo con biogás	19,521.54
Costo directo		86,582.59
Utilidades (8%)		6,926.61
Gastos generales (10%)		8,658.26
Parcial		102,167.46
IGV (18%)		18,390.14
Total		120,557.60

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 50 se determina que para dotar de agua potable a la localidad de Matipacca usando energía generada con biogás, se necesita de S/. 120557.60.

Tabla 51: Costo de inversión de alternativa 02

Item	Descripción	Parcial
01	Captación tipo ladera	10,089.31
02	Línea de impulsión	12,705.50
03	Reservorio de almacenamiento	8,147.73
04	Redes de distribución	36,118.51
07	Sistema de bombeo con energía fotovoltaica	24,430.95
Costo directo		91,492.00
Utilidades (8%)		7,319.36
Gastos generales (10%)		9,149.20
Parcial		107,960.56
IGV (18%)		19,432.90
Total		127,393.46

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 51 se determina que para dotar de agua potable a la localidad de Matipacca usando energía generada con sistema fotovoltaico, se necesita de S/. 127393.46.

Tabla 52: Costo de inversión de componente saneamiento

Item	Descripción	Parcial
05	Unidades básicas de saneamiento	97,759.59
	Costo directo	97,759.59
	Utilidades (8%)	7,820.77
	Gastos generales (10%)	9,775.96
	Parcial	115,356.32
	IGV (18%)	20,764.14
	Total	136,120.45

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 52, se determina que para dotar de un adecuado servicio de disposición sanitaria de excretas a la localidad de Matipacca usando UBS, se necesita de S/. 136,120.45.

4.7.3. Costos operación y mantenimiento (OM)

Para un adecuado funcionamiento del servicio, se recurre en gastos anuales de operación y mantenimiento, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 53: Costo de OM de alternativa 01

Detalle	Und.	Cant.	C. U.	Parcial
Agua potable				
Personal de operación	mes	12	500.00	6,000.00
Suministro de hipoclorito de calcio al 70%	kg	12	50.00	600.00
Reposición de válvulas y tuberías en sistema de A. P.	glb.	1	50.00	50.00
Sistema de bombeo con biogás				
Personal técnico electromecánico	dia	2	500.00	1,000.00
Combustible para arranque de motobomba	gln	36	25.00	900.00
Aceite y repuestos de motobomba	glb	1	250.00	250.00
Reposición por desgaste de geomembrana	glb	1	1000.00	1,000.00
Reposición de válvulas y tuberías de biogás	glb.	1	200.00	200.00
Otros				
Pinturas y otros	glb.	1	250.00	250.00
Herramientas manuales	und.	1	100.00	100.00
Total				10,350.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 53, se determina que si se opta por la alternativa 01 el costo anual de operación y mantenimiento será de S/. 10 350.00 soles.

Tabla 54: Costo de OM de alternativa 02

Detalle	Und.	Cant.	C. U.	Parcial
Agua potable				
Personal de operación	mes	12	500.00	6,000.00
Suministro de hipoclorito de calcio al 70%	kg	12	50.00	600.00
Reposición de válvulas y tuberías en sistema de A.P.	glb.	1	50.00	50.00
Sistema de bombeo con biogás				
Personal técnico electromecánico	dia	2	500.00	1,000.00
Reposición por desgaste de equipos fotovoltaicos	glb	1	500.00	500.00
Reposición de cables e interruptores	glb	1	150.00	150.00
Otros				
Pinturas y otros	glb.	1	250.00	250.00
Herramientas manuales	und.	1	100.00	100.00
Total				8,650.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 54, se determina que si se opta por la alternativa 02 el costo anual de operación y mantenimiento será de S/. 8,650.00 soles.

Tabla 55: Costo de OM de componente saneamiento

Detalle	Und.	Cant.	C. U.	Parcial
Unidad básica de saneamiento				
Personal de mantenimiento	mes	1	500.00	500.00
Suministro de cal (25 kg)	bol.	3	30.00	90.00
Reposición de válvulas y tuberías en UBS	glb.	1	100.00	100.00
Pinturas y otros	glb.	1	400.00	400.00
Herramientas manuales	und.	1	80.00	80.00
Total				1,170.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 55, se determina para que el costo anual de OM para un adecuado funcionamiento de las UBS será de S/. 1,170.00 soles.

4.7.4. Estimación de beneficios sociales

4.7.4.1. Estimación económica del componente agua potable

La localidad de Matipacca cuenta con 25 habitantes distribuidos en 8 viviendas, teniendo un promedio de 3.125 personas por vivienda. Además, se sabe que actualmente la población se abastece de agua por acarreo y consume alrededor de 4.32 m³ por vivienda al mes, como se detalla en la tabla 56.

Tabla 56: Acarreo promedio de agua por vivienda

N° de Viajes		N° Baldes x Viaje	Capacidad x Balde (l.)	Volumen Acarreo x día (l.)	Volumen Acarreo x Mes (m3)
Mañana	4	2	8	64	1.92
Medio día	2	2	8	32	0.96
Tarde	3	2	8	48	1.44
Total					4.32

Fuente: Elaboración propia

El tiempo invertido en el acarreo de agua es valorada para un valor social del tiempo de 1.368 (que resulta de multiplicar el valor social del tiempo con propósito laboral de 4.56 dada en la tabla 22 y el factor de corrección de 0.3 de usuarios adultos). Este tiempo valorado se muestra en la tabla 57.

Tabla 57: Valoración del tiempo invertido en acarreo

N° de Viajes		Tiempo de acarreo x viaje (min)	Tiempo total de acarreo Horas	Valor del tiempo (soles/hora)	Valor Social del Tiempo (S/ x mes)
Mañana	4	25	1.67	1.368	68.40
Medio día	2	25	0.83	1.368	34.20
Tarde	3	25	1.25	1.368	51.30
Total					153.90

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las anteriores tablas presentadas, se puede decir que el costo actual del agua es de 35.63 soles por cada metro cúbico de agua, además se define que el consumo de agua por cada vivienda es de 7.5 metros cúbicos por mes (para una dotación de 80 lt/hab.día, un promedio de 3.125 habitantes por vivienda). Los valores antes mencionados nos permiten definir la gráfica de la oferta para la localidad de Matipacca como se muestra en la figura 43.

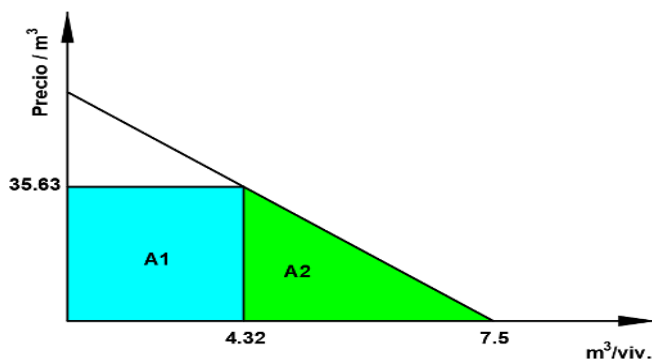


Figura 43: Curva de la oferta de la localidad de Matipacca

Fuente: Elaboración propia

La ecuación lineal de la gráfica anterior es:

$$Q = 7.5 - 0.089 * P$$

De la figura se tiene un beneficio total bruto por cada vivienda de 210.54 soles al mes como se muestra en la tabla 58.

Tabla 58: Beneficios del componente agua potable

Beneficios brutos totales (S/. /Viv/mes)	
A1. Beneficios por recursos liberados	153.90
A2. Beneficios por incremento del consumo de agua	56.64
Total	210.54

Fuente: Elaboración propia

4.7.5. Conversión a costos sociales

A continuación, se presentan los valores sociales calculados para cada alternativa.

Tabla 59: Costo de inversión a precio social de alternativa 01

Rubro	Costo total a precio de mercado S/.	Incidencia	Factor de corrección	Costo a precios sociales S/.
Bienes transables	20,243.95	16.79%	0.943	19,090.05
Bienes no transables	37,051.19	30.73%	0.847	31,382.36
Mano de obra calificada	0.00	0.00%	0.790	0.00
Mano de obra semi calificada	19,953.90	16.55%	0.600	11,972.34
Mano de obra no calificada	43,308.56	35.92%	0.420	18,189.59
Combustible	0.00	0.00%	0.735	0.00
Total	120,557.60			80,634.34

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 59, se determina que el costo de inversión a precio social de la alternativa 01 (abastecimiento de agua potable utilizando energía de biogás para el bombeo) es de 80,634.34 soles.

Tabla 60: Costo de inversión a precio social de alternativa 02

Rubro	Costo total a precio de mercado S/.	Incidencia	Factor de corrección	Costo a precios sociales S/.
Bienes transables	32,537.76	25.54%	0.943	30,683.10
Bienes no transables	35,188.12	27.62%	0.847	29,804.34
Mano de obra calificada	0.00	0.00%	0.790	0.00
Mano de obra semi calificada	18,761.70	14.73%	0.600	11,257.02
Mano de obra no calificada	40,905.89	32.11%	0.420	17,180.47
Combustible	0.00	0.00%	0.735	0.00
Total	127,393.46			88,924.93

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 60, se determina que el costo de inversión a precio social de la alternativa 02 (abastecimiento de agua potable utilizando energía de fotovoltaica) es de 88,924.93 soles.

Tabla N° 61: Costo de inversión a precio social del componente saneamiento

Rubro	Costo total a precio de mercado S/.	Incidencia	Factor de corrección	Costo a precios sociales S/.
Bienes transables	24,365.76	17.79%	0.943	22,976.91
Bienes no transables	70,403.87	55.26%	0.847	59,632.08
Mano de obra calificada	0.00	0.00%	0.790	0.00
Mano de obra semi calificada	20,178.91	15.84%	0.600	12,107.35
Mano de obra no calificada	22,025.69	17.29%	0.420	9,250.79
Combustible	0.00	0.00%	0.735	0.00
Total	136,974.24			103,967.13

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 61, se determina que el costo de inversión a precio social del componente saneamiento o disposición sanitaria de excretas con UBS es de 103,967.13 soles.

4.8. EVALUACIÓN SOCIAL

La evaluación social de cada alternativa se realiza para un periodo de diseño de 20 años contando a partir del año 2023 se presenta en las siguientes tablas 62, 63 y 64, cabe detallar lo siguiente:

- (a) La columna “Flujo neto a precios sociales” es el resultado de los beneficios generados cada año menos la inversión y los costos de operación y mantenimiento.
- (b) La columna “factor de descuento” se determina con parte de la ecuación 80, y para un $r=8\%$ recomendada por el Banco de Reserva del Perú.

$$\text{Valor para cada año} = \frac{1}{(1+r)^t}$$

- (c) La columna “Valor actual del flujo neto a precios sociales” se determina multiplicando los valores de las columnas (a) * (b) de cada año y representa su valor en el año de evaluación.
- (a*) La columna “Flujo neto a precios sociales” es el resultado de la inversión y los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 62: Evaluación social de alternativa 01

Años	Población	Viviendas	Beneficios Brutos		Inversión Total a precios sociales (S/.)	Costos incrementales de operación y mantenimiento	Flujo neto a precios sociales (a)	Factor de descuento (b)	Valor actual del flujo neto a precios sociales (c)	
			S/. /Viv/mes	(S/. año)				8%		
0					-80,634.34		-80,634.34	1.00	-80,634.34	
1	2023	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.93	9,131.67
2	2024	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.86	8,455.25
3	2025	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.79	7,828.93
4	2026	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.74	7,249.01
5	2027	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.68	6,712.05
6	2028	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.63	6,214.86
7	2029	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.58	5,754.50
8	2030	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.54	5,328.24
9	2031	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.50	4,933.56
10	2032	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.46	4,568.11
11	2033	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.43	4,229.73
12	2034	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.40	3,916.42
13	2035	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.37	3,626.31
14	2036	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.34	3,357.69
15	2037	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.32	3,108.98
16	2038	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.29	2,878.68
17	2039	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.27	2,665.45
18	2040	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.25	2,468.01
19	2041	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.23	2,285.19
20	2042	25	8	210.54	20,212.20		-10,350.00	9,862.20	0.21	2,115.92
VAN SOCIAL									16,194.19	
TIR SOCIAL									10.60%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Evaluación social de alternativa 02

Años	Población	Viviendas	Beneficios Brutos		Inversión Total a precios sociales (S/.)	Costos incrementales de operación y mantenimiento	Flujo neto a precios sociales (a)	Factor de descuento (b)	Valor actual del flujo neto a precios sociales (c)
			S/. /Viv/mes	(S/. año)				8%	
0					-88,924.93		-88,924.93	1.00	-88,924.93
1	2023	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.93	10,705.74
2	2024	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.86	9,912.72
3	2025	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.79	9,178.45
4	2026	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.74	8,498.56
5	2027	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.68	7,869.04
6	2028	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.63	7,286.15
7	2029	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.58	6,746.43
8	2030	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.54	6,246.70
9	2031	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.50	5,783.98
10	2032	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.46	5,355.54
11	2033	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.43	4,958.83
12	2034	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.40	4,591.51
13	2035	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.37	4,251.40
14	2036	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.34	3,936.48
15	2037	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.32	3,644.89
16	2038	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.29	3,374.90
17	2039	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.27	3,124.90
18	2040	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.25	2,893.43
19	2041	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.23	2,679.10
20	2042	25	8	210.54	20,212.20	8,650.00	11,562.20	0.21	2,480.65
VAN SOCIAL									24,594.45
TIR SOCIAL									11.54%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Evaluación social del componente saneamiento

Años		Población Total	Viviendas	Inversión Total a precios sociales (S/.)	Costos incrementales de operación y mantenimiento	Flujo neto a precios sociales (a*)	Factor de descuento (b)	Valor actual del flujo neto a precios sociales
							8%	
0				103,967.13		103,967.13	1.000	103,967.13
1	2023	25	8		1170.00	1,170.00	0.926	1,083.33
2	2024	25	8		1170.00	1,170.00	0.857	1,003.09
3	2025	25	8		1170.00	1,170.00	0.794	928.78
4	2026	25	8		1170.00	1,170.00	0.735	859.98
5	2027	25	8		1170.00	1,170.00	0.681	796.28
6	2028	25	8		1170.00	1,170.00	0.630	737.30
7	2029	25	8		1170.00	1,170.00	0.583	682.68
8	2030	25	8		1170.00	1,170.00	0.540	632.11
9	2031	25	8		1170.00	1,170.00	0.500	585.29
10	2032	25	8		1170.00	1,170.00	0.463	541.94
11	2033	25	8		1170.00	1,170.00	0.429	501.79
12	2034	25	8		1170.00	1,170.00	0.397	464.62
13	2035	25	8		1170.00	1,170.00	0.368	430.21
14	2036	25	8		1170.00	1,170.00	0.340	398.34
15	2037	25	8		1170.00	1,170.00	0.315	368.83
16	2038	25	8		1170.00	1,170.00	0.292	341.51
17	2039	25	8		1170.00	1,170.00	0.270	316.21
18	2040	25	8		1170.00	1,170.00	0.250	292.79
19	2041	25	8		1170.00	1,170.00	0.232	271.10
20	2042	25	8		1170.00	1,170.00	0.215	251.02
							VAC SOCIAL	115,454.36
							Población	25
							ICE	4,618.17

Fuente: Elaboración propio

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo al estudio académico realizado en el presente trabajo, que consiste fundamentalmente en dotar de agua potable y disposición sanitaria de excretas a la localidad de Matipacca; se plantea dos alternativas para el componente de agua potable con la peculiaridad de que se tiene que bombear todo el caudal requerido debido a que no existen fuentes de agua con cota superior a la localidad, para lo cual se compara el usos de la energía generada por biogás y la energía fotovoltaica; a su vez, se plantea para el componente saneamiento casetas UBS con biodigestor mejorado. Los antes mencionados fueron evaluadas de acuerdo a la normativa de proyectos de inversión, los cuales se presentan en la tabla 65.

Tabla 65: Resultados de cada alternativa propuesta

Componente	Agua potable		Disposición sanitaria de excretas
	Bombeo con energía de biocombustible	Bombeo con energía fotovoltaica	Unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico
Costo de inversión a precio de mercado	120,557.60	127,393.46	136,120.45
Costo de inversión a precios sociales	80,634.34	88,924.93	103,967.13
Operación y mantenimiento	10,350.00	8,650.00	1,170.00
VAN / VAC	16,194.19	24,594.45	115,454.36
TIR / ICE	10.60%	11.54%	4,618.17

Fuente: Elaboración propia

Para el componente agua potable con bombeo con energía de biocombustible o biogás (alternativa 01) se tiene una inversión a precio de mercado de 120,557.60 soles, un costo de operación y mantenimiento de 10,350.00 soles anuales, un Van de 16,194.19 soles que nos dice que esta alternativa es viable debido a que tiene un valor positivo (proyecto socialmente rentable), y un Tir de 10.60% que resulta mayor a la tasa social de descuento.

Para el componente agua potable con bombeo con energía fotovoltaica (alternativa 02) se tiene una inversión a precio de mercado de 127,393.46 soles, un costo de operación y mantenimiento de 8,650.00 soles anuales, un Van de 24,594.45 soles que nos dice que esta alternativa es viable debido a que tiene un

valor positivo (proyecto socialmente rentable), y un Tir de 11.54% que resulta mayor a la tasa social de descuento.

Al comparar la alternativa de abastecimiento de agua con energía producida con biogás (alternativa 01) y el abastecimiento de agua con energía solar (alternativa 02) en lo que respecta al costo de inversión a precio de mercado se tiene una diferencia de 6,835.86 soles a favor de la alternativa 01, el cual a primera impresión nos da como la mejor alternativa a optar el abastecimiento de agua con bombeo con energía de biocombustible o biogás; Ahora, al comparar los costos de operación y mantenimiento de cada alternativa se tiene una diferencia anual de 1,700.00 soles el cual se hace mucho mayor en el tiempo. Finalmente, el Van de la alternativa 02 resulta mayor en 8,400.26 soles a la alternativa 01.

Para el componente saneamiento con UBS – AH tiene un índice de costo efectividad es de 4,618.17 soles, lo que quiere decir que por cada habitante se va invertir dicho monto para dotarlo de un adecuado servicio de saneamiento. Además, se sabe que la línea de corte para el ICE o el costo per cápita máximo para (UBS-AH y Sierra) es de 9,130.80 soles dadas en la tabla 24, por lo que se puede decir que el componente saneamiento es rentable.

CONCLUSIONES

- En la localidad de Matipacca donde las condiciones topográficas existentes obligan a que la población se desarrolle en cotas superiores a las fuentes de agua permanente, el abastecimiento de agua por bombeo constituye un problema de costos al no existir energía eléctrica en la zona, por lo que la propuesta de utilizar energías renovables como la energía solar mediante paneles fotovoltaicas y la energía a partir de biocombustible representa una solución viable.
- Para el abastecimiento de agua de la localidad de Matipacca para un periodo de diseño de 20 años, se ha determinado mediante una evaluación económica, que las alternativas propuestas son socialmente rentables, con valores de los VANs positivos y las TIRs mayores a 8%, utilizando para el funcionamiento del equipo de bombeo, energías renovables como son la energía solar a través de paneles fotovoltaica y la energía generada a partir de biocombustible.
- Como resultado de análisis económico comparativo en términos de costos sociales, se concluye que la alternativa más rentable para el abastecimiento de agua de la localidad de Matipacca es utilizando la energía solar fotovoltaica, por tener el VAN y la TIR mayores a las obtenidas para la alternativa utilizando energía generada a partir de biocombustible.
- La instalación del componente saneamiento de la localidad de Matipacca utilizando UBS con biodigestor mejorado es socialmente rentable, porque se determinó que el valor de la ICE es menor al costo social per cápita máximo fijado por el ente rector en materia económica en el Perú.

RECOMENDACIONES

- Para localidades que se desarrollan en cotas superiores a las fuentes de agua existentes, y no se tiene servicio eléctrico, se recomienda el uso de energías renovables como la energía eólica, geotérmica, hidroeléctrica, solar o bioenergía, previa evaluación de rentabilidad.
- Para la masificación del bombeo de agua mediante el sistema fotovoltaico, se debe micro zonificar por provincias los datos de radiación solar con datos obtenidos de las estaciones meteorológicas del Senamhi.
- Para evitar sistemas de bombeo en las zonas rurales, se recomienda el estudio del abastecimiento de agua mediante la captación de lluvias y el almacenamiento en qochas (reservorios andinos).

BIBLIOGRAFÍA

1. Andía, W. (2018). Proyecto de inversión. Lima, Perú: Ediciones Arte & Pluma
2. Arocha Ravelo, Simón; Abastecimiento de Agua; Melsa – España 1980.
3. Arrieta Palacios, Winston Juan Oscar (2016); Tesis: “Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado”; para optar al título de ingeniero ambiental y sanitario; Universidad de Piura.
4. Ayala Fanola, Rodrigo Marcelo; Gonzales Marquez, Greby (2008); Proyecto de Grado: “Apoyo didáctico en la enseñanza – aprendizaje de la asignatura de Plantas de tratamiento de aguas residuales”; Para optar el diploma académico de licenciatura en ingeniería civil, Facultad de ciencias y tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba; Bolivia.
5. Biomass Users Network (BUN-CA) (2002). Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica; San José, Costa Rica.
6. Buitron, G.; Cervantes, F.; García, H. y López, C. (2017); “Tratamiento biológico de aguas residuales: principios, modelación y diseño”; Cambridge University Press; Inglaterra.
7. Campos Medina, A., & Hinostrza Sobrevilla, L. M. (2008). El contrato de obra pública: Lo que no dice la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, pero debería decir. Revista De Derecho Administrativo, (5), 297-308.
8. Capen. C. h.; Journal AWWA; Volumen 29; p. 201; 1937.
9. Castro Fernández, M.; Díaz Santos, R.; Santos Fuentefría, A., Céspedes Aguilar T. (2017); “Influencia del ángulo de inclinación de los módulos solares en la generación de electricidad de una central fotovoltaica”.
10. Choy Bejar, Victor David. (2002); Tesis: “Diseño de una nueva línea de impulsión y selección del equipo de bombeo para la extracción de agua subterránea planes de expansión de mínimo costo de agua potable y alcantarillado EPS Chimbote”; para obtener el título profesional de ingeniero mecánico de fluidos, E.A.P. de ingeniería mecánica de fluidos, UNMSM.
11. Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (2017), Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural; Lima; Perú.

12. Cuesta López, Jorge (2015); Tesis: “Obtención de biogás a partir de Residuos Sólidos Urbanos para su inyección a Red”; para obtener el título profesional de ingeniero Mecánico, Universidad Carlos III de Madrid.
13. Díaz Solano, Luís Francisco (2010); Tesis: “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la comunidad de la Unión Huánuco”; para obtener el título profesional de ingeniero civil, FIC, UNI.
14. Domínguez Ccaycuri, Liz Mónica; Rojas Leonardo, Katerin Viviana (2019); Tesis: “eficacia de los biodigestores autolimpiables en las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS - AH) en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Huando 2019”; para optar al título de ingeniero ambiental y sanitario; Universidad Nacional de Huancavelica.
15. Blanco Marigorta, Eduardo; Velarde Suarez Sandra y Fernández Francos, Joaquín (1994); Sistema de Bombeo; Departamento de Energía – Universidad de Oviedo.
16. Fair, Gordon Maskew; Geyer, John Charles y Okun, Daniel A.; “Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales” Tomo I; Limusa – México 1980.
17. García, R., Álamo, M., & Marcelo, M. (2017). Diseño de un biodigestor tubular para zonas rurales de la región Piura. In XXIV Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXIV-SPES) (Vol. 22).
18. Gomes, C.; López, J.; Morgan, J.; Y Ramírez, B. (2017); “Guía técnica para el manejo y aprovechamiento de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales” - Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México; Ciudad de México; México.
19. I. Ferrer, M. Gamiz, M. Almeida y A. Ruiz, (2009) «Pilot project of biogás production from pig manure and urine mixture at ambient temperature in Ventanilla (Lima, Perú) » Waste Management, pp. 168-173.
20. Industria Mecánica Vogt S.A. (2021); Catalogo de Bombas Centrifugas Normalizadas (Basada según DIN 24 255); Santiago; Chile.
21. Juárez Cortes Erik. (2016); “Importancia técnica de los sistemas de riego por goteo por medio de energía solar para invernaderos y comunidades rurales.”, Universidad Tecnológica de Tecamachalco; Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa.

22. Juristo Sánchez, Rafael (1997); El contrato de obra pública; Madrid.
23. Linares Lujan, G., Echeverria Perez, C., Céspedes Aguilar T. (2017); "Potencial energético de la zona rural del Departamento de la Libertad (Perú) producido por biogás obtenido de excretas humanas", Tecnología en Marcha. Vol. 30-4; Octubre-diciembre.
24. López Cualla, Ricardo Alfredo; "Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados; 2da edición; Escuela Colombiana de Ingeniería - Bogotá 2003.
25. Ministerio de Ambiente MINAM (2009); "Manual para Municipios Ecoeficientes"; Enotria S.A.; Lima; Perú.
26. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF); "Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil"; Lima 2011.
27. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF); "Nota técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión"; Lima 2021.
28. Ministerio de Salud – DS N° 031 – 2010 - SA; Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano; Lima -2010.
29. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – RM 173 – 2016 - Vivienda; Norma: Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural; Lima -2016.
30. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS); Reglamento Nacional de Edificaciones – II.3 Obras de saneamiento - Normas: (OS.010, OS.020, OS.030, OS.040, OS.050, OS.060, OS.070, OS.080, OS.090 y OS.100); Lima - 2006.
31. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento; Lima - 2016.
32. Organización Panamericana de la Salud OPS/CEPIS/04.108 UNATSABA (2004); Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados; Lima; Perú.

33. Organización panamericana de la salud OPS/CEPIS/05.161 UNATSABAR (2005). Guías para el Diseño de Estación de Bombeo de Agua Potable; Lima – Perú.
34. Organización Panamericana de la Salud OPS/CEPIS/05.161 UNATSABAR (2005); Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable; Lima; Perú.
35. Organización Panamericana de la Salud OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR (2005); Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización; Lima; Perú.
36. Portland Cement Association; circular concrete tanks without prestressing; chicago – 1943.
37. Roger Agüero Pittman; “Agua potable para poblaciones rurales, sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento”, Asociación Servicios Educativos Rurales (SER) – Lima 1997.
38. Rosa Aguilera (2011); Evaluación social de proyectos orientaciones para su aplicación; Departamento de Economía – Facultad de Ciencias Sociales, UDELAR; Montevideo, Uruguay.
39. Santillan Herrera, Mirko; Tesis: “Proyecto de rediseño y ampliación de los sistemas de desagüe de las ciudades de Luya y Lamud – Amazonas”; para obtener el título profesional de ingeniero civil, FIC, UNI 1990.
40. SunEdison (2009). Manual de formación para instalación y mantenimiento de pequeñas instalaciones fotovoltaicas. Guatemala.
41. Varnero Moreno, María Teresa (2011); “Manual de biogás”, Gobierno de Chile -Ministerio de Energía / Programa de las Naciones Unidad para el Desarrollo / Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura / Global Environment Facility; Chile.
42. Varnero, M.T. y Arellano, J. 1990. Aprovechamiento racional de desechos orgánicos. Ministerio de Agricultura (FIA). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Informe Técnico. Santiago, Chile, 98p..
43. Vierendel; “Abastecimiento de agua y alcantarillado”; 4ta edición; Lima -2009.

ANEXOS

ANEXO A: METRADOS

ANEXO B: PRESUPUESTO DISGREGADO

ANEXO C: ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO

ANEXO D: PLANOS

L01: Plano de ubicación y localización

L02: Plano topográfico

L03: Plano de planteamiento general

L04: Plano de captación

L05: Plano de sistema de bombeo

L06: Plano de línea de impulsión

L07: Plano de reservorio

L08: Plano de red de distribución

L09: Plano de unidad básica de saneamiento

L10: Plano de detalles de UBS

L11: Plano de planta generadora de biogás

L12: Plano de sistema fotovoltaico

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
01	CAPTACION TIPO LADERA								
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	1.00					9.67	9.67	m2
	Camara seca	1.00	1.00	0.50	0.70		0.35		
	Camara Humeda	1.00	1.00	2.05	2.00		4.10		
	Alerones	2.00	2.00	1.76	0.45		1.58		
	Sello de concreto (sobre grava)	1.00	1.00	Area Cad:	3.60		3.60		
	Dado de concreto	1.00	1.00	0.20	0.20		0.04		
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	1.00					9.67	9.67	m2
	Camara seca	1.00	1.00	0.50	0.70		0.35		
	Camara Humeda	1.00	1.00	2.05	2.00		4.10		
	Alerones	2.00	2.00	1.76	0.45		1.58		
	Sello de concreto (sobre grava)	1.00	1.00	Area Cad:	3.60		3.60		
	Dado de concreto	1.00	1.00	0.20	0.20		0.04		
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	1.00					14.34	14.34	m3
	Base de caja de camara seca	1.00	1.00	0.50	0.70	0.40	0.14		
	Base de caja de camara humeda	1.00	1.00	2.05	2.00	0.85	3.49		
	Alerones derecho e izquierdo	2.00	2.00	1.76	0.45	2.20	3.48		
	Sello de concreto (sobre grava)	1.00	1.00	Area Cad:	3.60	2.00	7.20		
	Dado de concreto	1.00	1.00	0.40	0.40	0.20	0.03		
01.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	1.00					9.79	9.79	m2
	Camara seca	1.00	1.00	0.50	0.70		0.35		
	Camara Humeda	1.00	1.00	2.05	2.00		4.10		
	Alerones	2.00	2.00	1.76	0.45		1.58		
	Sello de concreto (sobre grava)	1.00	1.00	Area Cad:	3.60		3.60		
	Dado de concreto	1.00	1.00	0.40	0.40		0.16		
01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	1.00					17.93	17.93	m3
	Proveniente de la excavacion esponj. =25%		1.25	Vol:	14.34		17.93		
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO E=4" SIN MEZCLADORA	1.00					3.85	3.85	m2
	Camara humeda	1.00	1.00	1.75	2.00		3.50		
	Camara seca	1.00	1.00	0.50	0.70		0.35		
01.03.02	CONCRETO F'C=140KG/CM2 SIN MEZCLADORA	1.00					1.29	1.29	m3
	Dado de Concreto para limpia y rebose	1.00	1.00	0.40	0.40	0.20	0.03		
	Concreto bajo filtro fc=140 kg/cm2	1.00	1.00	Area cad:	3.60	0.20	0.72		
	Concreto cubierta filtro fc=140 kg/cm2	1.00	1.00	Area cad:	3.60	0.15	0.54		
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
01.04.01	CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 SIN MEZCLADORA	1.00					4.82	4.82	m3
	Camara humeda								
	Cimentacion muro pantalla (m. c/orificios de ingreso)	1.00	1.00	2.00	0.30	0.60	0.36		
	Losa de fondo	1.00	1.00	1.75	2.00	0.20	0.70		
	Muro de fondo	1.00	1.00	1.80	0.20	1.40	0.50		
	Muro de frontal	1.00	1.00	1.80	0.15	1.40	0.38		
	Muro lateral	2.00	2.00	1.50	0.15	1.40	0.63		
	Losa de techo	1.00	1.00	1.50	1.50	0.10	0.23		
	tapa	-1.00	-1.00	0.60	0.60	0.10	-0.04		
	Camara seca								
	Losa de fondo	1.00	1.00	0.50	0.70	0.20	0.07		
	Sumidero	-1.00	-1.00	0.15	0.15	0.20	0.00		
	Muro de frontal	1.00	1.00	0.70	0.10	0.50	0.04		
	Muro lateral	2.00	2.00	0.60	0.10	0.50	0.06		
	Pestaña	1.00	1.00	0.50	0.03	0.10	0.00		
	Alerones								
	Aleron (derecho e izquierdo)	2.00	2.00	1.76	Area sec:	0.39	1.36		
					Vol:	0.27	0.54		
01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2	1.00					105.95	105.95	kg
	Ver detalle de metrado de acero		1.00	Peso	105.95		105.95		
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	1.00					35.99	35.99	m2
	Camara humeda								
	Losa de fondo	1.00	1.00	Perim.	8.10	0.40	3.24		
	Muro interior	1.00	1.00	Perim.	6.00	1.40	8.40		
	Muro exterior	1.00	1.00	Perim.	7.30	1.40	10.22		
	Losa de techo	1.00	1.00	Perim.	1.50	1.50	2.25		
	tapa	-1.00	-1.00	0.60	0.60		-0.36		
	Camara seca								
	Losa de fondo	1.00	1.00	Perim.	1.70	0.20	0.34		
	Muro interior	1.00	1.00	Perim.	1.50	0.50	0.75		
	Muro exterior	1.00	1.00	Perim.	1.90	0.50	0.95		
	Pestaña	1.00	1.00	Perim.	0.50	0.13	0.06		
	Alerones								
	Aleron (derecho e izquierdo)	4.00	4.00	1.76		1.90	13.38		
01.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS								
01.05.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE MEZC	1.00					16.20	16.20	m2
	Camara humeda								
	Muro interior	1.00	1.00	Perim.	6.00	1.40	8.40		
	Losa de techo	1.00	1.00	Perim.	1.50	1.50	2.25		
	tapa	-1.00	-1.00	0.60	0.60		-0.36		

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
	Camara seca								
	Muro interior		1.00	Perim.	1.50	0.50	0.75		
	Losa de fondo		1.00	0.50	0.50		0.25		
	Sumidero		-1.00	0.15	0.15		-0.02		
	Alerones								
	Aleron (derecho e izquierdo)		2.00	1.76		1.40	4.93		
01.05.02	TARRAJEO EN EXTERIORES MORTERO 1:5 E=1.5 CM	1.00					19.21	19.21	m2
	Camara humeda								
	Muro exterior		1.00	Perim.	7.30	1.40	10.22		
	Losa de techo		1.00	1.80	1.70		3.06		
	tapa		-1.00	0.60	0.60		-0.36		
	Camara seca								
	Muro exterior		1.00	Perim.	1.90	0.50	0.95		
	Pestania		1.00	0.50	Perim.	0.13	0.06		
	Alerones								
	Aleron (derecho e izquierdo)		2.00	1.76		1.50	5.28		
01.06	FILTROS								
01.06.01	FILTRO DE GRAVA 3/4" A 1"	1.00					1.73	1.73	m3
			1.00	Area cad:	2.16	0.80	1.73		
01.06.02	FILTRO DE GRAVA DE 1 1/2" - 2"	1.00					0.86	0.86	m3
			1.00	Area cad:	1.44	0.60	0.86		
01.07	CARPINTERIA METALICA								
01.07.01	TAPA METALICA DE (0.60X0.60M.) INC. MARCO METALI	1.00					2.00	2.00	und
			2.00				2.00		
01.08	PINTURA								
01.08.01	PINTURA ESMALTE EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	1.00					19.96	19.96	m2
	Camara humeda								
	Muro exterior		1.00	Perim.	7.30	1.40	10.22		
	Losa de techo		1.00	1.80	1.70		3.06		
	tapa		-1.00	0.60	0.60		-0.36		
	Camara seca								
	Muro interior		1.00	Perim.	1.50	0.50	0.75		
	Muro exterior		1.00	Perim.	1.90	0.50	0.95		
	Pestania		1.00	0.50	Perim.	0.13	0.06		
	Alerones								
	Aleron (derecho e izquierdo)		2.00	1.76		1.50	5.28		
01.09	INSTALACIONES HIDRAULICAS								
01.09.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV. Y ACCES. EN LIMPIEZA	1.00					1.00	1.00	und
	Valvulas y accesorios para limpieza y rebose		1.00				1.00		
02	LÍNEA DE IMPULSIÓN								
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	1.00					102.50	102.50	m2
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00	0.50		102.50		
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
02.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA EN MATERIAL SUELO	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
02.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA B=0.50 M	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
02.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS CON MAT. DE PRES	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
02.02.04	PRIMER RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA C/MAT	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
02.02.06	SEGUNDO RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/MAT	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
02.02.07	RELLENO FINAL Y COMPACTADO MANUAL C/MAT. PRO	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
02.02.08	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVAC	1.00					61.50	61.50	m3
	Proveniente de la excavacion esponj. =25%		1.25	205.00	0.50	0.80	102.50		
	Relleno 02		-1.00	205.00	0.50	0.30	-30.75		
	Relleno final		-1.00	205.00	0.50	0.10	-10.25		
02.03	TUBERIAS								
02.03.01	SUMINISTRO E INST. DE TUB. HDPE AGUA C-16 D=1"	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
02.04	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS								
02.04.01	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS EN RED DE IMP	1.00					1.00	1.00	lgo
02.05	PRUEBA HIDRAULICA								
02.05.01	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA	1.00					205.00	205.00	m
	Cap. Waqay ñawi - Reservoirio		1.00	205.00			205.00		
03	RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO								

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	1.00					4.43	4.43	m2
	Camara Humeda		1.00	2.02	2.02		4.08		
	Camara de Valvulas		1.00	0.50	0.70		0.35		
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	1.00					4.43	4.43	m2
	Camara Humeda		1.00	2.02	2.02		4.08		
	Camara de Valvulas		1.00	0.50	0.70		0.35		
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
03.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	1.00					4.21	4.21	m3
	Camara Humeda		1.00	2.02	2.02	0.95	3.88		
	Camara de Valvulas		1.00	0.50	0.70	0.95	0.33		
03.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	1.00					4.43	4.43	m2
	Camara Humeda		1.00	2.02	2.02		4.08		
	Camara de Valvulas		1.00	0.50	0.70		0.35		
03.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	1.00					5.26	5.26	m3
	Proveniente de la excavacion esponj =25%		1.25	Vol:	4.21		5.26		
03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
03.03.01	SOLADO DE CONCRETO E=4"	1.00					4.43	4.43	m2
	Camara Humeda		1.00	2.02	2.02		4.08		
	Camara de Valvulas		1.00	0.50	0.70		0.35		
03.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
03.04.01	CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 SIN MEZCLADORA	1.00					3.42	3.42	m3
	Reservorio de 2 m3								
	Losas de fondo		1.00	2.02	2.02	0.40	1.63		
			-1.00	0.87	0.87	0.20	-0.15		
	Muros de laterales		4.00	1.67	0.15	1.40	1.40		
	Losas de techo		1.00	2.02	2.02	0.10	0.41		
	tapa		-1.00	0.60	0.60	0.10	-0.04		
	Camara seca								
	Losas de fondo		1.00	0.50	0.70	0.20	0.07		
	Sumidero		-1.00	0.15	0.15	0.20	0.00		
	Muro de frontal		1.00	0.70	0.10	0.50	0.04		
	Muro lateral		2.00	0.60	0.10	0.50	0.06		
	Pestaña		1.00	0.50	0.03	0.10	0.00		
03.04.02	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2	1.00					83.14	83.14	kg
	Ver detalle de metrado de acero		1.00	Peso	83.14		83.14		
03.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	1.00					27.48	27.48	m2
	Camara humeda								
	Losas de fondo		1.00	Perim.	8.08	0.40	3.23		
	Muro interior		1.00	Perim.	6.08	1.40	8.51		
	Muro exterior		1.00	Perim.	7.28	1.40	10.19		
	Losas de techo		1.00	2.02	2.02		4.08		
	lateral		1.00	Perim.	7.28	0.10	0.73		
	Intercción con muro		-1.00	Area:	1.00		-1.00		
	tapa		-1.00	0.60	0.60		-0.36		
	Camara seca								
	Losas de fondo		1.00	Perim.	1.70	0.20	0.34		
	Muro interior		1.00	Perim.	1.50	0.50	0.75		
	Muro exterior		1.00	Perim.	1.90	0.50	0.95		
	Pestaña		1.00	0.50	Perim.	0.13	0.06		
03.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS								
03.05.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE MEZC	1.00					13.75	13.75	m2
	Camara humeda								
	Losas de fondo		1.00	1.52	1.52		2.31		
	Muro interior		1.00	Perim.	6.08	1.40	8.51		
	Losas de techo		1.00	1.52	1.52		2.31		
	tapa		-1.00	0.60	0.60		-0.36		
	Camara seca								
	Muro interior		1.00	Perim.	1.50	0.50	0.75		
	Losas de fondo		1.00	0.50	0.50		0.25		
	Sumidero		-1.00	0.15	0.15		-0.02		
03.05.02	TARRAJEO EN EXTERIORES MORTERO 1:5 E=1.5 CM	1.00					14.89	14.89	m2
	Camara humeda								
	Muro exterior		1.00	Perim.	7.28	1.40	10.19		
	Losas de techo		1.00	1.82	1.82		3.31		
	Lateral		1.00	Perim.	8.08	0.10	0.81		
	Pestaña interior		-1.00	Area:	0.77	0.10	-0.08		
	tapa		-1.00	0.60	0.60		-0.36		
	Camara seca								
	Muro exterior		1.00	Perim.	1.90	0.50	0.95		
	Pestaña		1.00	0.50	Perim.	0.13	0.06		
03.06	PINTURA								
03.06.01	PINTURA ESMALTE EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	1.00					14.89	14.89	m2
	Camara humeda								
	Muro exterior		1.00	Perim.	7.28	1.40	10.19		
	Losas de techo		1.00	1.82	1.82		3.31		
	Lateral		1.00	Perim.	8.08	0.10	0.81		
	Pestaña interior		-1.00	Area:	0.77	0.10	-0.08		
	tapa		-1.00	0.60	0.60		-0.36		

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
	Camara seca								
	Muro exterior		1.00	Perim.	1.90	0.50	0.95		
	Pestaña		1.00	0.50	Perim.	0.13	0.06		
03.07	CARPINTERIA METALICA								
03.07.01	TAPA METALICA DE (0.60X0.60M.)+MARCO DE METAL	1.00					2.00	2.00	und
			2.00				2.00		
03.08	INSTALACIONES HIDRAULICAS								
03.08.01	SUMINISTRO E INSTAL. DE VALVULA Y ACCESORIOS E	1.00					1.00	1.00	und
	Valvulas y accesorios para limpieza y rebose		1.00				1.00		
03.09	SISTEMA DE CLORACION								
03.09.01	CASETA METALICA SEGUN DISENO	1.00					1.00	1.00	und
	Valvulas y accesorios para limpieza y rebose		1.00				1.00		
03.09.02	SUMINISTRO E INSTAL. DE TANQUE DE POLIETILENO P	1.00					1.00	1.00	und
	Valvulas y accesorios para limpieza y rebose		1.00				1.00		
03.09.03	SUMINISTRO E INSTAL. DE VALVULA Y ACCESORIOS P	1.00					1.00	1.00	und
	Valvulas y accesorios para limpieza y rebose		1.00				1.00		
04	REDES DE DISTRIBUCION								
04.01	REDES DE DISTRIBUCION								
04.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
04.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	1.00					269.73	269.73	m2
	Tuberia Ø= 1 1/2"		1.00	112.49	0.50		56.25		
	Tuberia Ø= 1"		1.00	23.65	0.50		11.83		
	Tuberia Ø= 3/4"		1.00	132.74	0.50		66.37		
	Tuberia Ø= 1/2"		1.00	270.58	0.50		135.29		
04.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	1.00					539.46	539.46	m
	Longitud de tuberia total		1.00	539.46			539.46		
04.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
04.01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA DE 0.50X0.80 M. EN	1.00					539.46	539.46	m
	Longitud de tuberia total		1.00	539.46			539.46		
04.01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA B=0.50 M	1.00					539.46	539.46	m
	Longitud de tuberia total		1.00	539.46			539.46		
04.01.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS.	1.00					539.46	539.46	m
	Longitud de tuberia total		1.00	539.46			539.46		
04.01.02.04	PRIMER RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA C/MAT	1.00					539.46	539.46	m
	Longitud de tuberia total		1.00	539.46			539.46		
04.01.02.05	SEGUNDO RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/MA	1.00					539.46	539.46	m
	Longitud de tuberia total		1.00	539.46			539.46		
04.01.02.06	RELLENO FINAL Y COMPACTADO MANUAL C/MAT. PR	1.00					539.46	539.46	m
	Longitud de tuberia total		1.00	539.46			539.46		
04.01.02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVA	1.00					161.84	161.84	m3
	Proveniente de la excavacion esponj. =25%		1.25	539.46	0.50	0.80	269.73		
	Relleno 02		-1.00	539.46	0.50	0.30	-80.92		
	Relleno final		-1.00	539.46	0.50	0.10	-25.97		
04.01.03	TUBERIAS								
04.01.03.01	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1 1/2	1.00					112.49	112.49	m
	Tuberia Ø= 1 1/2"		1.00	112.49			112.49		
04.01.03.02	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1"	1.00					23.65	23.65	m
	Tuberia Ø= 1"		1.00	23.65			23.65		
04.01.03.03	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=3/4	1.00					132.74	132.74	m
	Tuberia Ø= 3/4"		1.00	132.74			132.74		
04.01.03.04	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1/2	1.00					270.58	270.58	m
	Tuberia Ø= 1/2"		1.00	270.58			270.58		
04.01.04	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS								
04.01.04.01	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS ADUCCION Y	1.00					1.00	1.00	lgo
			1.00				1.00		
04.01.05	PRUEBA HIDRAULICA								
04.01.05.01	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA	1.00					539.46	539.46	m
	Longitud de tuberia total		1.00	539.46			539.46		
04.02	VALVULA DE PURGA EN RED DE DISTRIBUCION (04 UND.)								
04.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
04.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	4.00					0.11	0.42	m2
			1.00	0.35	0.30		0.11		
04.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	4.00					0.11	0.42	m2
			1.00	0.35	0.30		0.11		
04.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
04.02.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	4.00					0.03	0.11	m3
			1.00	0.35	0.30	0.25	0.03		

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
04.02.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	4.00					0.11	0.42	m2
			1.00	0.35	0.30		0.11		
04.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVA	4.00					0.03	0.13	m3
			1.25	0.35	0.30	0.25	0.03		
04.02.03	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M								
04.02.03.01	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M. INCL. /	4.00					1.00	4.00	und
			1.00				1.00		
04.02.04	INSTALACIONES HIDRAULICAS								
04.02.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN V.	4.00					1.00	4.00	und
			1.00				1.00		
04.03	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA (08 UND.)								
04.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
04.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	8.00					0.11	0.84	m2
			1.00	0.35	0.30		0.11		
04.03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	8.00					0.11	0.84	m2
			1.00	0.35	0.30		0.11		
04.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
04.03.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	8.00					0.53	4.21	m3
	Caja de onexion domiciliaria		1.00	0.35	0.30	0.25	0.03		
	Excavacion para tuberias		1.00	2.00	0.50	0.50	0.50		
04.03.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	8.00					1.11	8.84	m2
	Caja de onexion domiciliaria		1.00	0.35	0.30		0.11		
	Excavacion para tuberias		1.00	2.00	0.50		1.00		
04.03.02.03	RELLENO Y COMPACTACION MAT. PROPIO	8.00					1.00	8.00	m3
	Releno en zanja de tubria		1.00	2.00	0.50		1.00		
04.03.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVA	8.00					0.13	1.00	m3
	Proveniente de la excavacion esponj. -25%		1.25	2.00	0.50	0.50	0.63		
	Releno en zanja de tubria		-1.00	2.00	0.50	0.50	-0.50		
04.03.03	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M.								
04.03.03.01	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M. INCL. /	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
04.03.04	INSTALACIONES HIDRAULICAS								
04.03.04.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV., ACCES. Y TUB. EN C	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
05	UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO								
05.01	CASETA DE LETRINAS SANITARIAS								
05.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
05.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	8.00					6.64	53.12	m2
	Aarea de caseta		1.00	2.70	1.60		4.32		
	vereda de protección		1.00	Area:	2.32		2.32		
05.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	8.00					6.64	53.12	m2
	Aarea de caseta		1.00	2.70	1.60		4.32		
	vereda de protección		1.00	Area:	2.32		2.32		
05.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
05.01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	8.00					1.92	15.36	m3
	Eje A-A entre 1 y 2		1.00	2.95	0.40	0.60	0.71		
	Eje B-B entre 1 y 2		1.00	2.95	0.40	0.60	0.71		
	Eje 1-1 entre A y B		1.00	1.05	0.40	0.60	0.25		
	Eje 2-2 entre A y B		1.00	1.05	0.40	0.60	0.25		
05.01.02.02	REFINE Y NIVELACION	8.00					3.20	25.60	m2
	Eje A-A entre 1 y 2		1.00	2.95	0.40		1.18		
	Eje B-B entre 1 y 2		1.00	2.95	0.40		1.18		
	Eje 1-1 entre A y B		1.00	1.05	0.40		0.42		
	Eje 2-2 entre A y B		1.00	1.05	0.40		0.42		
05.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVA	8.00					2.40	19.20	m3
	Eje A-A entre 1 y 2		1.25	2.95	0.40	0.60	0.89		
	Eje B-B entre 1 y 2		1.25	2.95	0.40	0.60	0.89		
	Eje 1-1 entre A y B		1.25	1.05	0.40	0.60	0.32		
	Eje 2-2 entre A y B		1.25	1.05	0.40	0.60	0.32		
05.01.03	OBRAS CONCRETO SIMPLE								
05.01.03.01	CIMIENTO C:H, 1:10 + 30% P.G.	8.00					1.60	12.80	m3
	Eje A-A entre 1 y 2		1.00	2.95	0.40	0.50	0.59		
	Eje B-B entre 1 y 2		1.00	2.95	0.40	0.50	0.59		
	Eje 1-1 entre A y B		1.00	1.05	0.40	0.50	0.21		
	Eje 2-2 entre A y B		1.00	1.05	0.40	0.50	0.21		
05.01.03.02	SOBRECIMIENTO - MEZCLA C:H 1:8 + 25% PM	8.00					1.05	8.41	m3
	Eje A-A entre 1 y 2		1.00	2.70	0.50	0.50	0.68		
	Eje B-B entre 1 y 2		1.00	2.00	0.15	0.50	0.15		
	Puerta		1.00	0.70	0.15	0.30	0.03		
	Eje 1-1 entre A y B		1.00	1.30	0.15	0.50	0.10		
	Eje 2-2 entre A y B		1.00	1.30	0.15	0.50	0.10		

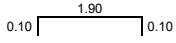
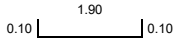
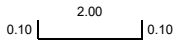
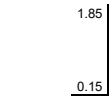

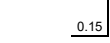
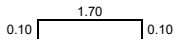
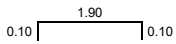
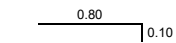
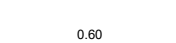
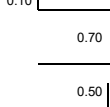

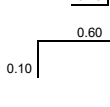


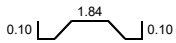
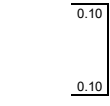
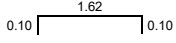
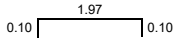
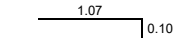
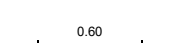
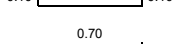
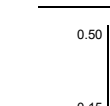

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
05.01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO	8.00					2.08	16.66	m2
	Eje A-A entre 1 y 2		2.00	2.70	0.50	0.50	1.35		
	Eje B-B entre 1 y 2		2.00	2.00	0.15	0.50	0.30		
	Puerta		2.00	0.70	0.15	0.20	0.04		
	Eje 1-1 entre A y B		2.00	1.30	0.15	0.50	0.20		
	Eje 2-2 entre A y B		2.00	1.30	0.15	0.50	0.20		
05.01.04	OBRAS CONCRETO ARMADO								
05.01.04.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2	8.00					0.39	3.13	m3
	Columnas								
	C-1		2.00	0.15	0.15	2.15	0.10		
	C-2		2.00	0.15	0.15	2.55	0.11		
	Vigas								
	VS-1 eje A-A y B-B		2.00	2.70	0.15	0.15	0.12		
	VS-1 eje 1-1 y 2-2		2.00	1.30	0.15	0.15	0.06		
05.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	8.00					8.04	64.32	m2
	Columnas								
	C-1		2.00	0.60		2.15	2.58		
	C-2		2.00	0.60		2.55	3.06		
	Vigas								
	VS-1 eje A-A y B-B		2.00	2.70		0.30	1.62		
	VS-1 eje 1-1 y 2-2		2.00	1.30		0.30	0.78		
05.01.04.03	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2	8.00					43.00	344.01	kg
	Columnas								
	C-1 Acero longitudinal (3/8")		4.00	2.70	Densid.	0.99	10.74		
	C-1 Estribos (1/4")		30.00	0.22	Densid.	0.25	1.68		
	C-2 Acero longitudinal (3/8")		4.00	3.10	Densid.	0.99	12.33		
	C-2 Estribos (1/4")		38.00	0.22	Densid.	0.25	2.13		
	Vigas								
	VS-1 eje A-A y B-B Acero longitudinal (3/8")		2.00	2.70	Densid.	0.99	5.37		
	VS-1 eje A-A y B-B Estribos (1/4")		30.00	0.22	Densid.	0.25	1.68		
	VS-1 eje 1-1 y 2-2 Acero longitudinal (3/8")		2.00	1.30	Densid.	0.99	2.58		
	VS-1 eje 1-1 y 2-2 Estribos (1/4")		20.00	1.30	Densid.	0.25	6.50		
05.01.05	MURO DE LADRILLO								
05.01.05.01	MURO DE SOGA C/LADRILLO KK DE 18 HUECOS 9X1	8.00					12.42	99.32	m2
	Eje A-A entre 1 y 2		1.00	2.40		2.15	5.16		
	Eje B-B entre 1 y 2		1.00	0.80		1.75	1.40		
			1.00	0.90		1.45	1.31		
	Eje 1-1 entre A y B		1.00	1.30		1.75	2.28		
	Eje 2-2 entre A y B		1.00	1.30		1.75	2.28		
05.01.06	PISOS Y PAVIMENTOS								
05.01.06.01	PISO DE CONCRETO E=4" F'C=140 KG/CM2 ACABADO	8.00					2.69	21.52	m2
	Piso de caseta		1.00	2.40	1.30	0.10	0.31		
	Murete de ducha		1.00	1.30	0.15	0.30	0.06		
	Vereda		1.00	Area:	2.32		2.32		
05.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	8.00					0.86	6.88	m2
	Murete de ducha		1.00	1.30		0.30	0.39		
	Vereda		1.00	Perim.	4.70	0.10	0.47		
05.01.07	REVOQUES Y ENLUCIDOS								
05.01.07.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES MEZCLA 1:4:	8.00					7.04	56.32	m2
	Piso de ducha		1.00	1.30	0.70		0.91		
	Murete divisorio de ducha		1.00	1.30	Perim.	0.70	0.91		
	Paredes lateral a la ducha + sobrecimiento		1.00	Perim.	2.90	1.80	5.22		
05.01.07.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES Y VIGAS DE ARR	8.00					30.10	240.80	m2
	Pared de case interior eje A-A + sobrecimiento		1.00	1.60		2.45	3.92		
	Pared de case interior eje B-B + sobrecimiento		1.00	0.90		1.95	1.76		
	Pared de caseta interior EJE 1-1		1.00	1.30		0.35	0.46		
	Pared de caseta interior EJE 2-2 + sobrecimiento		1.00	1.30		2.15	2.80		
	Pared de case exterior eje A-A + sobrecimiento		1.00	2.40		2.45	5.88		
	Pared de case exterior eje B-B + sobrecimiento		1.00	0.90		2.05	1.85		
			1.00	0.80		1.80	1.44		
	Pared de caseta exterior EJE 1-1 + sobrecimiento		1.00	1.30		2.15	2.80		
	Pared de caseta exterior EJE 2-2 + sobrecimiento		1.00	1.30		2.15	2.80		
	C-1		2.00	0.30		2.15	1.29		
	C-2		2.00	0.30		2.55	1.53		
	VS-1 eje A-A y B-B		2.00	2.70		0.45	2.43		
	VS-1 eje 1-1 y 2-2		2.00	1.30		0.45	1.17		
05.01.08	CARPINTERIA DE MADERA Y METALICO								
05.01.08.01	COBERTURA CALAMINA GALVANIZADA 0.83 x 2.40 m	8.00					6.51	52.08	und
			1.00	3.10	2.10		6.51		
05.01.08.02	PUERTA CON PLANCHA ACANALADA	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
05.01.08.03	VENTANA CON MARCO DE MADERA	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
05.01.09	PINTURA								
05.01.09.01	PINTURA ESMALTE EN MUROS INTERIORES, EXTERI	8.00					30.10	240.80	m2
	Pared de case interior eje A-A + sobrecimiento		1.00	1.60		2.45	3.92		
	Pared de case interior eje B-B + sobrecimiento		1.00	0.90		1.95	1.76		

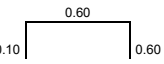
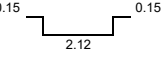
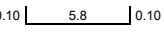
ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
	Pared de caseta interior EJE 1-1		1.00	1.30		0.35	0.46		
	Pared de caseta interior EJE 2-2 + sobrecimiento		1.00	1.30		2.15	2.80		
	Pared de case exterior eje A-A + sobrecimiento		1.00	2.40		2.45	5.88		
	Pared de case exterior eje B-B + sobrecimiento		1.00	0.90		2.05	1.85		
			1.00	0.80		1.80	1.44		
	Pared de caseta exterior EJE 1-1 + sobrecimiento		1.00	1.30		2.15	2.80		
	Pared de caseta exterior EJE 2-2 + sobrecimiento		1.00	1.30		2.15	2.80		
	C-1		2.00	0.30		2.15	1.29		
	C-2		2.00	0.30		2.55	1.53		
	VS-1 eje A-A y B-B		2.00	2.70		0.45	2.43		
	VS-1 eje 1-1 y 2-2		2.00	1.30		0.45	1.17		
05.01.10	INSTALACIONES SANITARIAS								
05.01.10.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV., ACCES. Y TUB. EN U	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
05.01.10.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS SANITA	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
05.02	LAVADERO DOMICILIARIO								
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	8.00					0.61	4.87	m2
			1.00	1.05	0.58		0.61		
05.02.03	MURO DE SOGA C/LADRILLO K-K ARTESANAL DE ARC	8.00					0.66	5.29	m2
			2.00	0.57	0.58		0.66		
05.02.04	SUMINISTRO E INST. DE LAVADERO DE CONCRETO PR	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
05.03	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.30X0.60X H=0.60M								
05.03.01	TRAZO Y REPLANTEO	8.00					0.80	6.40	m2
			2.00	0.80	0.50		0.80		
05.03.02	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	8.00					0.96	2.88	m3
			2.00	0.80	0.50	0.45	0.36		
05.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVAC	8.00					0.45	3.60	m3
			1.25	Vol:	0.36		0.45		
05.03.04	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.30X0.60 H=	8.00					2.00	16.00	und
			2.00				2.00		
05.04	TANQUE BIODIGESTOR DE 600 LT Y CAJA DE LODOS								
05.04.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	8.00					2.80	22.37	m2
	Circunferencia R=0.81		1.00	Area	2.04		2.04		
	Caja de lodos		1.00	0.80	0.80		0.64		
	Caja de valvula		1.00	0.30	0.40		0.12		
05.04.02	TRAZO Y REPLANTEO	8.00					2.80	22.37	m2
	Circunferencia R=0.81		1.00	Area	2.04		2.04		
	Caja de lodos		1.00	0.80	0.80		0.64		
	Caja de valvula		1.00	0.30	0.40		0.12		
05.04.03	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	8.00					4.85	38.79	m3
	Circunferencia R=0.81		1.00	Area	2.04	2.16	4.40		
	Caja de lodos		1.00	0.80	0.80	0.65	0.42		
	Caja de valvula		1.00	0.30	0.40	0.30	0.04		
05.04.04	RELLENO Y COMPACTACION MAT. PROPIO	8.00					1.90	15.21	m3
			1.00	Area	0.88	2.16	1.90		
05.04.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVAC	8.00					4.16	33.29	m3
	Proveniente de la excavacion esponj. =25%		1.25	Vol:	4.85		6.06		
	Relleno		-1.00	Area	0.88	2.16	-1.90		
05.04.06	SOLADO DE CONCRETO E=4"	8.00					0.02	0.16	m2
	Circunferencia R=0.36		1.00	Area	0.40	0.05	0.02		
05.04.07	TANQUE BIODIGESTOR DE 600 LT	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
05.04.08	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.60X0.60 H=	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
05.05	ZANJA DE PERCOLACION Y TUBERIAS DE EVACUACION								
05.05.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	8.00					8.20	65.60	m2
	Zanjas de percolacion		2.00	3.00	0.60		3.60		
	Tuberias de evacuacion caseta - caja de registro		1.00	0.90	0.50		0.45		
	Tuberias de evacuacion caja de registro 1 - biodigestor		1.00	0.80	0.50		0.40		
	Tuberias de evacuacion biodigestor - caja de registro 2		1.00	0.80	0.50		0.40		
	Tuberias de evacuacion caseta - caja de registro 2		1.00	4.30	0.50		2.15		
	Distribucion de zanja de distribucion		1.00	2.40	0.50		1.20		
05.05.02	TRAZO Y REPLANTEO	8.00					8.20	65.60	m2
	Zanjas de percolacion		2.00	3.00	0.60		3.60		
	Tuberias de evacuacion caseta - caja de registro		1.00	0.90	0.50		0.45		
	Tuberias de evacuacion caja de registro 1 - biodigestor		1.00	0.80	0.50		0.40		
	Tuberias de evacuacion biodigestor - caja de registro 2		1.00	0.80	0.50		0.40		
	Tuberias de evacuacion caseta - caja de registro 2		1.00	4.30	0.50		2.15		
	Distribucion de zanja de distribucion		1.00	2.40	0.50		1.20		

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
05.05.03	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	8.00					4.82	38.56	m3
	Zanjas de percolacion		2.00	3.00	0.60	0.70	2.52		
	Tuberías de evacuacion caseta - caja de registro		1.00	0.90	0.50	0.50	0.23		
	Tuberías de evacuacion caja de registro 1 - biodigestor		1.00	0.80	0.50	0.50	0.20		
	Tuberías de evacuacion biodigestor - caja de registro 2		1.00	0.80	0.50	0.50	0.20		
	Tuberías de evacuacion caseta - caja de registro 2		1.00	4.30	0.50	0.50	1.08		
	Distribucion de zanja de distribucion		1.00	2.40	0.50	0.50	0.60		
05.05.04	REFINE Y NIVELACION	8.00					8.20	65.60	m2
	Zanjas de percolacion		2.00	3.00	0.60		3.60		
	Tuberías de evacuacion caseta - caja de registro		1.00	0.90	0.50		0.45		
	Tuberías de evacuacion caja de registro 1 - biodigestor		1.00	0.80	0.50		0.40		
	Tuberías de evacuacion biodigestor - caja de registro 2		1.00	0.80	0.50		0.40		
	Tuberías de evacuacion caseta - caja de registro 2		1.00	4.30	0.50		2.15		
	Distribucion de zanja de distribucion		1.00	2.40	0.50		1.20		
05.05.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	8.00					6.03	48.20	m3
	Proveniente de la excavacion esponj. =25%		1.25	Vol.	4.82		6.03		
05.05.06	LECHO DE GRAVA DE D=3/4 A 1"	8.00					2.16	17.28	m3
	Zanjas de percolacion		2.00	3.00	0.60	0.60	2.16		
05.05.07	SUMINISTRO E INST. DE TUBERIAS Y ACCESORIOS EN	8.00					1.00	8.00	und
			1.00				1.00		
06	SISTEMA DE BOMBEO CON BIOGAS								
06.01	SISTEMA BIODIGESTOR PARA PRODUCCION DE BIOGAS								
06.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
06.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	1.00					14.07	14.07	m2
	Area de biodigestor		1.00	6.30	1.60		10.08		
	Posa de entrada		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Posa de salida		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Posa de biosol		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Area de gasometro		1.00	2.40	1.05		2.52		
06.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	1.00					14.07	14.07	m2
	Area de biodigestor		1.00	6.30	1.60		10.08		
	Posa de entrada		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Posa de salida		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Posa de biosol		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Area de gasometro		1.00	2.40	1.05		2.52		
06.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
06.01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	1.00					10.18	10.18	m3
	Area de biodigestor		1.00	6.30	1.60	0.76	7.66		
	Posa de entrada		1.00	0.70	0.70	0.60	0.29		
	Posa de salida		1.00	0.70	0.70	0.60	0.29		
	Posa de biosol		1.00	0.70	0.70	0.60	0.29		
	Area de gasometro		1.00	2.40	1.05	0.65	1.64		
06.01.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	1.00					14.07	14.07	m2
	Area de biodigestor		1.00	6.30	1.60		10.08		
	Posa de entrada		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Posa de salida		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Posa de biosol		1.00	0.70	0.70		0.49		
	Area de gasometro		1.00	2.40	1.05		2.52		
06.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	1.00					12.73	12.73	m3
	Proveniente de la excavacion esponj. =25%		1.25	Vol.	10.18		12.73		
06.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
06.01.03.01	CONCRETO FC=140KG/CM2 SIN MEZCLADORA	1.00					0.72	0.72	m3
	Posa de entrada - losa de fondo		1.00	0.70	0.70	0.10	0.05		
	Posa de entrada - muros laterales		4.00	0.60	0.10	0.50	0.12		
	Posa de salida - muros laterales		4.00	0.60	0.10	0.50	0.12		
	Posa de biosol - muros laterales		4.00	0.60	0.10	0.50	0.12		
	Area de gasometro		1.00	Area	0.13	2.40	0.31		
06.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
06.01.04.01	CONCRETO FC= 175 KG/CM2 SIN MEZCLADORA	1.00					2.51	2.51	m3
	Area de biodigestor		1.00	5.50	Area:	0.40	2.20		
			2.00	1.10	0.15	0.56	0.18		
			2.00	1.60	0.40	0.10	0.13		
06.01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2	1.00					53.98	53.98	kg
	Ver detalle de metrado de acero		1.00	Peso	53.98		53.98		
06.01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	1.00					22.01	22.01	m2
	Area de biodigestor (seccion circular)		1.00	6.30	1.59		9.99		
	Area de biodigestor (perimetral)		1.00	15.80	0.10		1.58		
	Area de biodigestor (pared de ingreso y salida)		2.00	Area	0.38		0.75		
	Posa de entrada - exterior		1.00	2.80		0.60	1.68		
	Posa de entrada - interior		1.00	2.00		0.60	1.20		
	Posa de salida - exterior		1.00	2.80		0.60	1.68		
	Posa de salida - interior		1.00	2.00		0.60	1.20		
	Posa de biosol - exterior		1.00	2.80		0.60	1.68		
	Posa de biosol - interior		1.00	2.00		0.60	1.20		
	Area de gasometro		1.00	2.40		0.25	0.60		
			1.00	4.50		0.10	0.45		

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
06.01.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS								
06.01.05.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE MEZ	1.00					20.02	20.02	m2
	Area de biodigestor (seccion circular)		1.00	6.30	1.59		9.99		
	Area de biodigestor (area superior)		1.00	Area	5.68		5.68		
	Area de biodigestor (pared de ingreso y salida)		2.00	Area	0.38		0.75		
	Posa de entrada - interior		1.00	2.00		0.60	1.20		
	Posa de salida - interior		1.00	2.00		0.60	1.20		
	Posa de biosol - interior		1.00	2.00		0.60	1.20		
06.01.05.02	TARRAJEO EN EXTERIORES MORTERO 1:5 E=1.5 CM	1.00					10.19	10.19	m2
	Area de biodigestor (perimetral)		1.00	15.80	0.10		1.58		
	Posa de entrada - exterior		1.00	2.80		0.60	1.68		
	Posa de salida - exterior		1.00	2.80		0.60	1.68		
	Posa de biosol - exterior		1.00	2.80		0.60	1.68		
	Area de gasometro		1.00	2.40		0.25	0.60		
			1.00	4.50		0.10	0.45		
			1.00	Area:	2.52		2.52		
06.01.06	BIODIGESTOR, GASOMETRO E INVERNADERO								
06.01.06.01	BIODIGESTOR TUBULAR TIPO TAIWANES	1.00					1.00	1.00	und
	Factor de cambio cada 5 años		1.00				1.00		
06.01.06.02	GASOMETRO TUBULAR	1.00					1.00	1.00	und
	Factor de cambio cada 5 años		1.00				1.00		
06.01.06.03	PLASTICO PARA INVERNADERO	1.00					1.00	1.00	und
	Factor de cambio cada 5 años		1.00				1.00		
06.01.07	FILTROS								
06.01.07.01	FILTRO DE GRAVA 3/4" A 1"	1.00					0.40	0.40	m3
	Posa de salida		1.00	Area:	2.00	0.10	0.20		
	Posa de biosol		1.00	Area:	2.00	0.10	0.20		
06.01.08	CARPINTERIA METALICA								
06.01.08.01	SOPORTES DE INVERNADERO CIRCULAR	1.00					13.00	13.00	und
			13.00				13.00		
06.01.08.02	SOPORTES DE GASOMETRO	1.00					3.00	3.00	und
			3.00				3.00		
06.01.09	INSTALACIONES HIDRAULICAS								
06.01.09.01	SUMINISTRO E INST. DE TUB., VALV. Y ACCES. EN BI	1.00					1.00	1.00	und
			1.00				1.00		
06.01.09.02	SUMINISTRO E INST. DE TUB., VALV. Y ACCES. PARA	1.00					1.00	1.00	und
			1.00				1.00		
06.02	ESTACION DE BOMBEO CON SISTEMA BIOGAS								
06.02.01	EQUIPAMIENTO								
06.02.01.01	SUMINISTRO E INST. DE MOTOBOMBA DE P= 4HP	1.00					2.00	2.00	und
			2.00				2.00		
06.02.02	CARPINTERIA METALICA								
06.02.02.01	SUMINISTRO E INST. DE CASETA METALICA PARA PR	1.00					1.00	1.00	und
			1.00				1.00		
06.02.03	INSTALACIONES HIDRAULICAS								
06.02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALV. Y ACCES. EN	1.00					1.00	1.00	und
			1.00				1.00		
07	SISTEMA DE BOMBEO CON ENERGIA FOTOVOLTAICA								
07.01	SISTEMA FOTOVOLTAICO								
07.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
07.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	1.00					0.41	0.41	m2
	Soporte de panel solar		1.00	0.30	0.30		0.09		
	Soporte de tablero general y baterias		1.00	0.70	0.45		0.32		
07.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	1.00					0.41	0.41	m2
	Soporte de panel solar		1.00	0.30	0.30		0.09		
	Soporte de tablero general y baterias		1.00	0.70	0.45		0.32		
07.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
07.01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	1.00					0.11	0.11	m3
	Soporte de panel solar		1.00	0.30	0.30	0.50	0.05		
	Soporte de tablero general y baterias		1.00	0.70	0.45	0.20	0.06		
07.01.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	1.00					0.41	0.41	m2
	Soporte de panel solar		1.00	0.30	0.30		0.09		
	Soporte de tablero general y baterias		1.00	0.70	0.45		0.32		
07.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVA	1.00					0.14	0.14	m3
	Proveniente de la excavacion esponj =25%		1.25	Vol:	0.11		0.14		
07.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
07.01.03.01	CONCRETO FC=140KG/CM2 SIN MEZCLADORA	1.00					0.11	0.11	m3
	Soporte de panel solar		1.00	0.30	0.30	0.50	0.05		
	Soporte de tablero general y baterias		1.00	0.70	0.45	0.20	0.06		
07.01.04	EQUIPAMIENTO								

ITEM	PARTIDA	CANT	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PARC	TOTAL	UND
07.01.04.01	SUMINISTRO E INST. DE PANEL SOLAR	1.00	1.00				1.00	1.00	und
							1.00		
07.01.04.02	SUMINISTRO E INST. DE REGULADOR DE CARGA	1.00	1.00				1.00	1.00	und
							1.00		
07.01.04.03	SUMINISTRO E INST. DE INVERSOR	1.00	1.00				1.00	1.00	und
							1.00		
07.01.04.04	SUMINISTRO E INST. DE BATERIAS	1.00	2.00				2.00	2.00	und
							2.00		
07.01.04.05	SUMINISTRO E INST. DE CABLES E INTERRUPTORES	1.00	1.00				1.00	1.00	und
							1.00		
07.01.05	CARPINTERIA METALICA								
07.01.05.01	SOPORTE DE PANEL SOLAR	1.00	1.00				1.00	1.00	und
							1.00		
07.01.05.02	SOPORTE DE TABLERO GENERAL Y BATERIAS	1.00	1.00				1.00	1.00	und
							1.00		
07.02	ESTACIÓN DE BOMBEO CON SISTEMA FOTOVOLTAICO								
07.02.01	EQUIPAMIENTO								
07.02.01.01	SUMINISTRO E INST. DE ELECTROBOMBA DE P= 4HP	1.00	2.00				2.00	2.00	und
							2.00		
07.02.02	CARPINTERIA METALICA								
07.02.02.01	SUMINISTRO E INST. DE CASETA METALICA PARA PR	1.00	1.00				1.00	1.00	und
							1.00		
07.02.03	INSTALACIONES HIDRAULICAS								
07.02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALV. Y ACCES. EN	1.00	1.00				1.00	1.00	und
							1.00		

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	CANT	N° DE VECES	LONGITUD DE VARILLA	DIAMETRO (pulg)	DENSIDAD	PARC	TOTAL	UND
01	CAPTACION TIPO LADERA									
01.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO									
01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2		1.00					105.95	105.95	KG
	Camara humeda									
	Cimiento	0.10  0.10	L	1.00	2.00	2.10	3/8"	0.56	2.35	
			2.10							
	Losa de fondo	0.10  0.10	T	1.00	7.00	2.10	3/8"	0.56	8.23	
			2.10							
		0.10  0.10	L	1.00	7.00	2.20	3/8"	0.56	8.62	
			2.20							
	Muros laterales	1.85  2.00	L	1.00	6.00	2.00	3/8"	0.56	6.72	
			2.00							
		0.15  1.45	L	3.00	6.00	1.60	3/8"	0.56	16.13	
			1.60							
		0.15  1.70	T	4.00	5.00	1.90	3/8"	0.56	21.28	
			1.90							
	Losa de techo	0.10  0.10	T-L	2.00	3.00	2.10	3/8"	0.56	7.06	
			2.10							
		0.10  0.10	L	2.00	2.00	0.90	3/8"	0.56	2.02	
			0.90							
	Camara seca									
	Losa de fondo	0.10  0.10	T	1.00	3.00	0.80	3/8"	0.56	1.34	
			0.80							
		0.10  0.10	L	1.00	3.00	0.80	3/8"	0.56	1.34	
			0.80							
	Muros laterales	0.50  0.65	T-L	1.00	6.00	0.65	3/8"	0.56	2.18	
			0.65							
		0.15  0.60	T	1.00	2.00	1.30	3/8"	0.56	1.46	
			1.30							
	Aleron									
	Muros laterales	1.80  1.95	T	2.00	6.00	1.95	3/8"	0.56	13.10	
			1.95							
		0.15  1.70	L	2.00	7.00	1.80	3/8"	0.56	14.11	
			1.80							
		0.1  1.70	L	2.00	7.00	1.80	3/8"	0.56	14.11	
			1.80							
03	RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO									
03.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO									
03.04.02	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2		1.00					83.14	83.14	KG
	Camara humeda									
	Losa de fondo	0.10  0.10	T-L	2.00	8.00	2.04	3/8"	0.56	18.28	
			2.04							
	Muros laterales	0.10  1.72	L	4.00	6.00	1.92	3/8"	0.56	25.80	
			1.92							
		0.10  0.10	T-L	4.00	5.00	1.82	3/8"	0.56	20.38	
			1.82							
	Losa de techo	0.10  0.10	T-L	2.00	4.00	2.17	3/8"	0.56	9.72	
			2.17							
		0.10  0.10	L	2.00	2.00	1.17	3/8"	0.56	2.62	
			1.17							
	Camara seca									
	Losa de fondo	0.10  0.10	T	1.00	3.00	0.80	3/8"	0.56	1.34	
			0.80							
		0.10  0.10	L	1.00	3.00	0.80	3/8"	0.56	1.34	
			0.80							
	Muros laterales	0.50  0.65	T-L	1.00	6.00	0.65	3/8"	0.56	2.18	
			0.65							
		0.15  1.70	L	2.00	7.00	1.80	3/8"	0.56	14.11	
			1.80							

ITEM	PARTIDA	DESCRIPCION	CANT	Nº DE VECES	LONGITUD DE VARILLA	DIAMETRO (pulg)	DENSIDAD	PARC	TOTAL	UND
		 T 1.30	1.00	2.00	1.30	3/8"	0.56	1.46		
06	SISTEMA DE BOMBEO CON BIOGAS									
06.01	SISTEMA BIODIGESTOR PARA PRODUCCIÓN DE BIOGAS									
06.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO									
06.01.04.02	ACERO DE REFUERZO fv = 4200 KG/CM2									
	Camara humeda		1.00					53.98	53.98	KG
	Losa de fondo	 T 2.42	1.00	20.00	2.42	3/8"	0.56	27.10		
	Losa de fondo	 L 6.00	1.00	8.00	6.00	3/8"	0.56	26.88		

Presupuesto

Presupuesto **1304003** TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA** Costo al **18/09/2022**
 Lugar **LIMA - LIMA - LIMA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	CAPTACION TIPO LADERA				10,089.31
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				30.85
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	9.67	0.82	7.93
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	9.67	2.37	22.92
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,137.46
01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	14.34	42.54	610.02
01.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	9.79	2.10	20.56
01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	17.93	28.27	506.88
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1,573.00
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO E=4" SIN MEZCLADORA	m2	3.85	278.82	1,073.46
01.03.02	CONCRETO F'C=140KG/CM2 SIN MEZCLADORA	m3	1.29	387.24	499.54
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				4,773.88
01.04.01	CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 SIN MEZCLADORA	m3	4.82	478.18	2,304.83
01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2	kg	105.95	7.06	748.01
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	35.99	47.82	1,721.04
01.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				1,326.92
01.05.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:3 E=1.5 CM	m2	16.20	49.69	804.98
01.05.02	TARRAJEO EN EXTERIORES MORTERO 1:5 E=1.5 CM	m2	19.21	27.17	521.94
01.06	FILTROS				326.07
01.06.01	FILTRO DE GRAVA 3/4" A 1"	m3	1.73	123.78	214.14
01.06.02	FILTRO DE GRAVA DE 1 1/2" - 2"	m3	0.86	130.15	111.93
01.07	CARPINTERIA METALICA				330.58
01.07.01	TAPA METALICA DE (0.60X0.60M.) INC. MARCO METALICO	und	2.00	165.29	330.58
01.08	PINTURA				275.25
01.08.01	PINTURA ESMALTE EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	m2	19.96	13.79	275.25
01.09	INSTALACIONES HIDRAULICAS				315.30
01.09.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV. Y ACCES. EN LIMPIEZA Y REBOSE DE CAPTACION	und	1.00	315.30	315.30
02	LÍNEA DE IMPULSIÓN				12,705.50
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				389.50
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	102.50	0.82	84.05
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m	205.00	1.49	305.45
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				8,315.01
02.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA DE 0.50X0.80 M. EN MATERIAL SUELTO	m	205.00	10.12	2,074.60
02.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA B=0.50 M.	m	205.00	1.86	381.30
02.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS.	m	205.00	6.57	1,346.85
02.02.04	PRIMER RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA C/MAT. PROPIO ZARANDEADO EN ZANJA DE 0.50X0.80 M. E=0.30 M.	m	205.00	5.93	1,215.65
02.02.05	SEGUNDO RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/MAT. PROPIO ZARANDEADO EN ZANJA DE 0.50x0.80M E=0.30M	m	205.00	4.41	904.05
02.02.06	RELLENO FINAL Y COMPACTADO MANUAL C/MAT. PROPIO DE ZANJA DE 0.50x0.80M	m	205.00	3.19	653.95
02.02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	61.50	28.27	1,738.61
02.03	TUBERIAS				3,228.75
02.03.01	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1"	m	205.00	15.75	3,228.75
02.04	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS				167.49
02.04.01	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS EN RED DE IMPULSIÓN	jgo	1.00	167.49	167.49
02.05	PRUEBA HIDRAULICA				604.75
02.05.01	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA	m	205.00	2.95	604.75
03	RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO				8,147.73
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				14.13
03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	4.43	0.82	3.63
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	4.43	2.37	10.50

Presupuesto

Presupuesto **1304003** TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA** Costo al **18/09/2022**
 Lugar **LIMA - LIMA - LIMA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				337.09
03.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	4.21	42.54	179.09
03.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	4.43	2.10	9.30
03.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	5.26	28.27	148.70
03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1,250.99
03.03.01	SOLADO DE CONCRETO E=4"	m2	4.43	282.39	1,250.99
03.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				3,536.44
03.04.01	CONCRETO F'c= 175 KG/CM2 SIN MEZCLADORA	m3	3.42	478.18	1,635.38
03.04.02	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2	kg	83.14	7.06	586.97
03.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	27.48	47.82	1,314.09
03.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				1,087.80
03.05.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:3 E=1.5 CM	m2	13.75	49.69	683.24
03.05.02	TARRAJEO EN EXTERIORES MORTERO 1:5 E=1.5 CM	m2	14.89	27.17	404.56
03.06	PINTURA				205.33
03.06.01	PINTURA ESMALTE EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	m2	14.89	13.79	205.33
03.07	CARPINTERIA METALICA				330.58
03.07.01	TAPA METALICA DE (0.60X0.60M.) INC. MARCO METALICO	und	2.00	165.29	330.58
03.08	INSTALACIONES HIDRAULICAS				79.80
03.08.01	SUMINISTRO E INSTAL. DE VALVULA Y ACCESORIOS EN EL RESERVORIO	und	1.00	79.80	79.80
03.09	SISTEMA DE CLORACIÓN RESIDUAL				1,305.57
03.09.01	CASETA METALICA SEGUN DISEÑO	und	1.00	896.14	896.14
03.09.02	SUMINISTRO E INSTAL. DE TANQUE DE POLIETILENO PARA SOLUCIÓN MADRE	und	1.00	158.11	158.11
03.09.03	SUMINISTRO E INSTAL. DE VALVULA Y ACCESORIOS PARA CLORACIÓN	und	1.00	251.32	251.32
04	REDES DE DISTRIBUCIÓN				36,118.51
04.01	REDES DE DISTRIBUCIÓN				32,603.89
04.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,024.98
04.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	269.73	0.82	221.18
04.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m	539.46	1.49	803.80
04.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				21,881.11
04.01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA DE 0.50X0.80 M. EN MATERIAL SUELTO	m	539.46	10.12	5,459.34
04.01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA B=0.50 M.	m	539.46	1.86	1,003.40
04.01.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS.	m	539.46	6.57	3,544.25
04.01.02.04	PRIMER RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA C/MAT. PROPIO ZARANDEADO EN ZANJA DE 0.50X0.80 M. E=0.30 M.	m	539.46	5.93	3,199.00
04.01.02.05	SEGUNDO RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/MAT. PROPIO ZARANDEADO EN ZANJA DE 0.50x0.80M E=0.30M	m	539.46	4.41	2,379.02
04.01.02.06	RELLENO FINAL Y COMPACTADO MANUAL C/MAT. PROPIO DE ZANJA DE 0.50x0.80M	m	539.46	3.19	1,720.88
04.01.02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	161.84	28.27	4,575.22
04.01.03	TUBERIAS				7,845.68
04.01.03.01	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1 1/2"	m	112.49	21.08	2,371.29
04.01.03.02	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1"	m	23.65	15.75	372.49
04.01.03.03	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=3/4"	m	132.74	14.28	1,895.53
04.01.03.04	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1/2"	m	270.58	11.85	3,206.37
04.01.04	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS				260.71
04.01.04.01	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS EN RED DE DISTRIBUCIÓN	jgo	1.00	260.71	260.71
04.01.05	PRUEBA HIDRAULICA				1,591.41
04.01.05.01	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA	m	539.46	2.95	1,591.41
04.02	VALVULA DE PURGA EN RED DE DISTRIBUCIÓN (04 UND.)				1,487.06
04.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1.34
04.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.42	0.82	0.34
04.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	0.42	2.37	1.00

Presupuesto

Presupuesto **1304003** TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA** Costo al **18/09/2022**
 Lugar **LIMA - LIMA - LIMA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
04.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				9.24
04.02.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	0.11	42.54	4.68
04.02.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	0.42	2.10	0.88
04.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	0.13	28.27	3.68
04.02.03	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M.				326.20
04.02.03.01	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M. INCL./ TAPA METALICA	und	4.00	81.55	326.20
04.02.04	INSTALACIONES HIDRAULICAS				1,150.28
04.02.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN V. DE PURGA.	und	4.00	287.57	1,150.28
04.03	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA (08. UND)				2,027.56
04.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				2.68
04.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.84	0.82	0.69
04.03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	0.84	2.37	1.99
04.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				524.96
04.03.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	4.21	42.54	179.09
04.03.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	8.84	2.10	18.56
04.03.02.03	RELLENO Y COMPACTACION MAT. PROPIO	m3	8.00	37.38	299.04
04.03.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	1.00	28.27	28.27
04.03.03	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M.				652.40
04.03.03.01	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M. INCL./ TAPA METALICA	und	8.00	81.55	652.40
04.03.04	INSTALACIONES HIDRAULICAS				847.52
04.03.04.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV., ACCES. Y TUB. EN CONEXIONES DOMICILIARIAS	und	8.00	105.94	847.52
05	UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO				97,759.59
05.01	CASETA DE LETRINAS SANITARIAS				69,361.16
05.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				191.23
05.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	53.12	0.82	43.56
05.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	53.12	2.78	147.67
05.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,323.17
05.01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	15.36	42.54	653.41
05.01.02.02	REFINE Y NIVELACION	m2	25.60	4.96	126.98
05.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	19.20	28.27	542.78
05.01.03	OBRAS CONCRETO SIMPLE				6,719.05
05.01.03.01	CIMIENTO C:H, 1:10 + 30% P.G.	m3	12.80	254.67	3,259.78
05.01.03.02	SOBRECIMIENTO - MEZCLA C:H 1:8 + 25% PM	m3	8.41	326.70	2,747.55
05.01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMENTOS	m2	16.66	42.72	711.72
05.01.04	OBRAS CONCRETO ARMADO				6,770.67
05.01.04.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	3.13	437.41	1,369.09
05.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	64.32	46.22	2,972.87
05.01.04.03	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2	kg	344.01	7.06	2,428.71
05.01.05	MURO DE LADRILLO				8,453.13
05.01.05.01	MURO DE SOGA C/LADRILLO KK DE 18 HUECOS 9X12X24 CM	m2	99.32	85.11	8,453.13
05.01.06	PISOS Y PAVIMENTOS				1,621.61
05.01.06.01	PISO DE CONCRETO E=4" F' C=140 KG/CM2 ACABADO PULIDO	m2	21.52	58.71	1,263.44
05.01.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	6.88	52.06	358.17
05.01.07	REVOQUES Y ENLUCIDOS				8,862.50
05.01.07.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES MEZCLA 1:4, e=1.5 cm	m2	56.32	48.29	2,719.69
05.01.07.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES	m2	240.80	25.51	6,142.81
05.01.08	CARPINTERIA DE MADERA Y METALICO				23,975.18
05.01.08.01	COBERTURA CALAMINA GALVANIZADA 0.83 x 2.40 m, INCLUY. TIJERALES Y CORREAS	und	52.08	415.78	21,653.82
05.01.08.02	PUERTA CON PLANCHA ACANALADA	und	8.00	242.28	1,938.24
05.01.08.03	VENTANA CON MARCO DE MADERA	und	8.00	47.89	383.12

Presupuesto

Presupuesto **1304003** TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA** Costo al **18/09/2022**
 Lugar **LIMA - LIMA - LIMA**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.01.09	PINTURA				3,438.62
05.01.09.01	PINTURA ESMALTE EN MUROS INTERIORES, EXTERIORES Y VIGAS	m2	240.80	14.28	3,438.62
05.01.10	INSTALACIONES SANITARIAS				8,006.00
05.01.10.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV., ACCES. Y TUB. EN UBS.	und	8.00	347.76	2,782.08
05.01.10.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS SANITARIOS EN UBS A.H.	und	8.00	652.99	5,223.92
05.02	LAVADERO DOMICILIARIO				2,258.57
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	4.87	2.37	11.54
05.02.02	MURO DE SOGA C/LADRILLO K-K ARTESANAL DE ARCILLA DE 9X12X24	m2	5.29	85.11	450.23
05.02.03	SUMINISTRO E INST. DE LAVADERO DE CONCRETO PREFABRICADO	und	8.00	224.60	1,796.80
05.03	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.30X0.60X H=0.30M				1,493.22
05.03.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	6.40	2.37	15.17
05.03.02	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	2.88	42.54	122.52
05.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	3.60	28.27	101.77
05.03.04	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.30X0.60 H=0.30M INCLUYE TAPA DE CONCRETO ARMADO	und	16.00	78.36	1,253.76
05.04	TANQUE BIODIGESTOR DE 600 LT Y CAJA DE LODOS				17,731.37
05.04.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	22.37	0.82	18.34
05.04.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	22.37	2.37	53.02
05.04.03	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	38.79	42.54	1,650.13
05.04.04	RELLENO Y COMPACTACION MAT. PROPIO	m3	15.21	37.38	568.55
05.04.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	33.29	28.27	941.11
05.04.06	SOLADO DE CONCRETO E=4"	m2	0.16	282.39	45.18
05.04.07	TANQUE BIODIGESTOR DE 600 LT	und	8.00	1,682.53	13,460.24
05.04.08	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.60X0.60 H=0.60M INCLUYE TAPA DE CONCRETO ARMADO	und	8.00	124.35	994.80
05.05	ZANJA DE PERCOLACIÓN Y TUBERIAS DE EVACUACIÓN				6,915.27
05.05.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	65.60	0.82	53.79
05.05.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	65.60	2.37	155.47
05.05.03	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	38.56	42.54	1,640.34
05.05.04	REFINE Y NIVELACION	m2	65.60	4.96	325.38
05.05.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	48.20	28.27	1,362.61
05.05.06	LECHO DE GRAVA DE D=3/4" A 1"	m3	17.28		
05.05.07	SUMINISTRO E INST. DE TUBERIAS Y ACCESORIOS EN EVACUACIÓN Y ZANJA DE PERCOLACIÓN	jgo	8.00	422.21	3,377.68
06	SISTEMA DE BOMBEO CON BIOGAS				19,521.54
06.01	SISTEMA BIODIGESTOR PARA PRODUCCIÓN DE BIOGAS				7,720.04
06.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				44.89
06.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	14.07	0.82	11.54
06.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	14.07	2.37	33.35
06.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				822.49
06.01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	10.18	42.54	433.06
06.01.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	14.07	2.10	29.55
06.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	12.73	28.27	359.88
06.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				278.81
06.01.03.01	CONCRETO FC=140KG/CM2 SIN MEZCLADORA	m3	0.72	387.24	278.81
06.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				2,633.85
06.01.04.01	CONCRETO FC= 175 KG/CM2 SIN MEZCLADORA	m3	2.51	478.18	1,200.23
06.01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 KG/CM2	kg	53.98	7.06	381.10
06.01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	22.01	47.82	1,052.52
06.01.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				1,271.65
06.01.05.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:3 E=1.5 CM	m2	20.02	49.69	994.79
06.01.05.02	TARRAJEO EN EXTERIORES MORTERO 1:5 E=1.5 CM	m2	10.19	27.17	276.86

Presupuesto

Presupuesto **1304003** TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA** Costo al **18/09/2022**
 Lugar **LIMA - LIMA - LIMA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
06.01.06	BIODIGESTOR, GASOMETRO E INVERNADERO				1,086.10
06.01.06.01	BIODIGESTOR TUBULAR TIPO TAIWANES	und	1.00	616.06	616.06
06.01.06.02	GASOMETRO TUBULAR	und	1.00	254.32	254.32
06.01.06.03	PLASTICO PARA INVERNADERO	und	1.00	215.72	215.72
06.01.07	FILTROS				49.51
06.01.07.01	FILTRO DE GRAVA 3/4" A 1"	m3	0.40	123.78	49.51
06.01.08	CARPINTERIA METALICA				601.90
06.01.08.01	SOPORTES DE INVERNADERO CIRCULAR	und	13.00	37.30	484.90
06.01.08.02	SOPORTES DE GASOMETRO	und	3.00	39.00	117.00
06.01.09	INSTALACIONES HIDRAULICAS				930.84
06.01.09.01	SUMINISTRO E INST. DE TUB., VALV. Y ACCES. EN BIODIGESTOR	jgo	1.00	189.95	189.95
06.01.09.02	SUMINISTRO E INST. DE TUB., VALV. Y ACCES. PARA CONDUCCION DE BIOGAS	und	1.00	740.89	740.89
06.02	ESTACIÓN DE BOMBEO CON SISTEMA BIOGAS				11,801.50
06.02.01	EQUIPAMIENTO				10,339.26
06.02.01.01	SUMINISTRO E INST. DE MOTOBOMBA DE P= 4HP	und	2.00	5,169.63	10,339.26
06.02.02	CARPINTERIA METALICA				851.47
06.02.02.01	SUMINISTRO E INST. DE CASETA METALICA PARA PROTECCIÓN DE EQUIPO (1.00 X 1.00)	und	1.00	851.47	851.47
06.02.03	INSTALACIONES HIDRAULICAS				610.77
06.02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALV. Y ACCES. EN BOMBEO	und	1.00	610.77	610.77
07	SISTEMA DE BOMBEO CON ENERGIA FOTOVOLTAICA				24,430.95
07.01	SISTEMA FOTOVOLTAICO				14,324.37
07.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1.31
07.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.41	0.82	0.34
07.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	0.41	2.37	0.97
07.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				9.50
07.01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	0.11	42.54	4.68
07.01.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	0.41	2.10	0.86
07.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	m3	0.14	28.27	3.96
07.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				42.60
07.01.03.01	CONCRETO F'C=140KG/CM2 SIN MEZCLADORA	m3	0.11	387.24	42.60
07.01.04	EQUIPAMIENTO				12,232.70
07.01.04.01	SUMINISTRO E INST. DE PANEL SOLAR	und	1.00	1,220.76	1,220.76
07.01.04.02	SUMINISTRO E INST. DE REGULADOR DE CARGA	und	1.00	916.52	916.52
07.01.04.03	SUMINISTRO E INST. DE INVERSOR	und	1.00	4,441.97	4,441.97
07.01.04.04	SUMINISTRO E INST. DE BATERIAS	und	2.00	2,575.29	5,150.58
07.01.04.05	SUMINISTRO E INST. DE CABLES E INTERRUPTORES	und	1.00	502.87	502.87
07.01.05	CARPINTERIA METALICA				2,038.26
07.01.05.01	SOPORTE DE PANEL SOLAR	und	1.00	754.31	754.31
07.01.05.02	SOPORTE DE TABLERO GENERAL Y BATERIAS	und	1.00	1,283.95	1,283.95
07.02	ESTACIÓN DE BOMBEO CON SISTEMA FOTOVOLTAICO				10,106.58
07.02.01	EQUIPAMIENTO				8,644.34
07.02.01.01	SUMINISTRO E INST. DE ELECTROBOMBA DE P= 4HP	und	2.00	4,322.17	8,644.34
07.02.02	CARPINTERIA METALICA				851.47
07.02.02.01	SUMINISTRO E INST. DE CASETA METALICA PARA PROTECCIÓN DE EQUIPO (1.00 X 1.00)	und	1.00	851.47	851.47
07.02.03	INSTALACIONES HIDRAULICAS				610.77
07.02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALV. Y ACCES. EN BOMBEO	und	1.00	610.77	610.77
	COSTO DIRECTO				208,773.13

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"**

Fecha presupuesto **18/09/2022**

Partida	05.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO					Costo unitario directo por : m2	2.78
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0229	25.20	0.58		
0147010004	PEON	hh	3.00	0.0686	18.07	1.24		
1.82								
Materiales								
0230020001	YESO DE 15 Kg	BOL		0.0100	16.94	0.17		
0243510061	ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	5.76	0.12		
0.29								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.82	0.05		
0349880002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.00	0.0229	11.45	0.26		
0349880023	ESTACION TOTAL GTS 3009	hm	1.00	0.0229	15.71	0.36		
0.67								
<hr/>								
Partida	01.02.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL					Costo unitario directo por : m2	2.10
Rendimiento	m2/DIA	MO. 110.0000	EQ. 110.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	0.40	0.0291	25.20	0.73		
0147010004	PEON	hh	1.00	0.0727	18.07	1.31		
2.04								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.04	0.06		
0.06								
<hr/>								
Partida	03.03.01	SOLADO DE CONCRETO E=4"					Costo unitario directo por : m2	282.39
Rendimiento	m2/DIA	MO. 24.0000	EQ. 24.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.3333	25.20	8.40		
0147010003	OFICIAL	hh	2.00	0.6667	19.97	13.31		
0147010004	PEON	hh	4.00	1.3333	18.07	24.09		
45.80								
Materiales								
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		3.8500	27.98	107.72		
0238000007	HORMIGON	m3		1.1700	101.69	118.98		
0239010093	AGUA	m3		0.1800	0.10	0.02		
226.72								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	45.80	1.37		
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.00	0.3333	25.50	8.50		
9.87								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida **01.03.01 SOLADO DE CONCRETO E=4" SIN MEZCLADORA**
(001)01.03.01
 Rendimiento **m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000** Costo unitario directo por : m2 **278.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.2667	25.20	6.72
0147010003	OFICIAL	hh	0.50	0.2667	19.97	5.33
0147010004	PEON	hh	4.00	2.1333	18.07	38.55
50.60						
Materiales						
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		3.8500	27.98	107.72
0238000007	HORMIGON	m3		1.1700	101.69	118.98
226.70						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	50.60	1.52
1.52						

Partida **05.01.03.02 SOBRECIMIENTO - MEZCLA C:H 1:8 + 25% PM**
(001)05.01.03.02
 Rendimiento **m3/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000** Costo unitario directo por : m3 **326.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.00	1.0000	25.20	25.20
0147010003	OFICIAL	hh	2.00	1.0000	19.97	19.97
0147010004	PEON	hh	8.00	4.0000	18.07	72.28
117.45						
Materiales						
0205020020	PIEDRA MEDIANA	m3		0.2500	76.27	19.07
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		3.4000	27.98	95.13
0238000007	HORMIGON	m3		0.9000	101.69	91.52
0239010093	AGUA	m3		0.1000	0.10	0.01
205.73						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	117.45	3.52
3.52						

Partida **01.03.02 CONCRETO F'C=140KG/CM2 SIN MEZCLADORA**
(001)01.03.02 06.01.03.01 07.01.03.01
 Rendimiento **m3/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000** Costo unitario directo por : m3 **387.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.2667	25.20	6.72
0147010003	OFICIAL	hh	0.50	0.2667	19.97	5.33
0147010004	PEON	hh	8.00	4.2667	18.07	77.10
89.15						
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.6500	110.17	71.61
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5500	101.69	55.93
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		6.0000	27.98	167.88
295.42						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	89.15	2.67
2.67						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida **01.04.02** **ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 KG/CM2**

(001)01.04.02 03.04.02 05.01.04.03 06.01.04.02

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **7.06**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0320	25.20	0.81
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0320	19.97	0.64
1.45						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	5.08	0.30
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0300	5.08	5.23
5.53						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.45	0.04
0348960005	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	0.20	0.0064	6.15	0.04
0.08						

Partida **01.04.01** **CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 SIN MEZCLADORA**

(001)01.04.01 03.04.01 06.01.04.01

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **478.18**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.3333	25.20	8.40
0147010003	OFICIAL	hh	0.50	0.3333	19.97	6.66
0147010004	PEON	hh	8.00	5.3333	18.07	96.37
111.43						
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.6500	110.17	71.61
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5500	101.69	55.93
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.4300	27.98	235.87
363.41						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	111.43	3.34
3.34						

Partida **01.04.03** **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL**

(001)01.04.03 03.04.03 06.01.04.03

Rendimiento **m2/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m2 **47.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.5333	25.20	13.44
0147010003	OFICIAL	hh	0.50	0.2667	19.97	5.33
0147010004	PEON	hh	1.00	0.5333	18.07	9.64
28.41						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0700	5.08	0.36
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0800	5.08	0.41
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	5.08	0.51
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3.0000	5.76	17.28
18.56						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	28.41	0.85
0.85						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida **05.01.04.01** **CONCRETO F'c=175 KG/CM2**

(001)05.01.04.01

Rendimiento **m3/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m3 **437.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.4000	25.20	10.08
0147010003	OFICIAL	hh	2.00	0.8000	19.97	15.98
0147010004	PEON	hh	8.00	3.2000	18.07	57.82
83.88						
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.6000	110.17	66.10
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	101.69	50.85
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.0000	27.98	223.84
0239010093	AGUA	m3		0.1800	0.10	0.02
340.81						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	83.88	2.52
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.00	0.4000	25.50	10.20
12.72						

Partida **05.01.05.01** **MURO DE SOGA C/LADRILLO KK DE 18 HUECOS 9X12X24 CM**

(001)05.01.05.01 05.02.02

Rendimiento **m2/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m2 **85.11**

(001)05.02.02 MURO DE SOGA C/LADRILLO K-K ARTESANAL DE ARCILLA DE 9X12X24

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.8000	25.20	20.16
0147010004	PEON	hh	0.50	0.4000	18.07	7.23
27.39						
Materiales						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0300	101.69	3.05
0217080006	LADRILLO KK DE 18 HUECOS 9X12X24 CM	und		39.0000	1.23	47.97
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2100	27.98	5.88
56.90						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	27.39	0.82
0.82						

Partida **01.05.02** **TARRAJEO EN EXTERIORES MORTERO 1:5 E=1.5 CM**

(001)01.05.02 03.05.02 06.01.05.02

Rendimiento **m2/DIA** MO. **14.0000** EQ. **14.0000** Costo unitario directo por : m2 **27.17**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.5714	25.20	14.40
0147010004	PEON	hh	0.50	0.2857	18.07	5.16
19.56						
Materiales						
0202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg		0.0220	5.08	0.11
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0180	127.11	2.29
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.1600	27.98	4.48
0243160052	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	5.76	0.14
7.02						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	19.56	0.59
0.59						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida **05.01.07.02** **TARRAJEO EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES**

(001)05.01.07.02

Rendimiento **m2/DIA** MO. **16.0000** EQ. **16.0000** Costo unitario directo por : m2 **25.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.5000	25.20	12.60
0147010004	PEON	hh	0.50	0.2500	18.07	4.52
17.12						
Materiales						
0202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg		0.0220	5.08	0.11
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0160	127.11	2.03
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2000	27.98	5.60
0243160052	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	5.76	0.14
7.88						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.12	0.51
0.51						

Partida **05.01.08.01** **COBERTURA CALAMINA GALVANIZADA 0.83 x 2.40 m, INCLUY. TIJERALES Y CORREAS**

(001)05.01.08.01

Rendimiento **und/DIA** MO. **40.0000** EQ. **40.0000** Costo unitario directo por : und **415.78**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.1000	25.20	2.52
0147010004	PEON	hh	1.00	0.2000	18.07	3.61
6.13						
Materiales						
0243570053	VIGA DE MADERA TORNILLO 2" X 3" X 2.90 M	pza		2.0000	40.82	81.64
0243570054	CORREAS DE MADERA TORNILLO 2"x2" X 2.60 M.	pza		3.0000	32.37	97.11
0259010100	CALAMINA GALVANIZADA 2.40m x 0.83m x0.30mm	pln		8.0000	28.84	230.72
409.47						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.13	0.18
0.18						

Partida **05.01.08.03** **VENTANA CON MARCO DE MADERA**

(001)05.01.08.03

Rendimiento **und/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **47.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	1.0000	19.97	19.97
0147010004	PEON	hh	0.50	0.5000	18.07	9.04
29.01						
Materiales						
0239020100	MALLA MOSQUITERO DE PLASTICO	m2		0.3000	5.30	1.59
0250100006	MARCO DE MADERA - VENTANA 1 1/2"x1"	p2		2.8500	5.76	16.42
18.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.01	0.87
0.87						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida **01.08.01** **PINTURA ESMALTE EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS**

(001)01.08.01 03.06.01

Rendimiento **m2/DIA** MO. **25.0000** EQ. **25.0000** Costo unitario directo por : m2 **13.79**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.3200	25.20	8.06
0147010003	OFICIAL	hh	0.20	0.0640	19.97	1.28
9.34						
Materiales						
0253030027	THINER	gln		0.0150	33.13	0.50
0254010015	IMPRIMANTE	gln		0.0600	20.34	1.22
0254020042	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		0.0500	50.84	2.54
4.26						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	9.34	0.19
0.19						

Partida **05.01.09.01** **PINTURA ESMALTE EN MUROS INTERIORES, EXTERIORES Y VIGAS**

(001)05.01.09.01

Rendimiento **m2/DIA** MO. **30.0000** EQ. **30.0000** Costo unitario directo por : m2 **14.28**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.1333	25.20	3.36
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.2667	19.97	5.33
8.69						
Materiales						
0253030027	THINER	gln		0.0150	33.13	0.50
0254020042	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		0.0500	50.84	2.54
0254610001	SELLADOR	gln		0.0600	38.13	2.29
5.33						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.69	0.26
0.26						

Partida **05.01.10.02** **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS SANITARIOS EN UBS A.H.**

(001)05.01.10.02

Rendimiento **und/DIA** MO. **3.0000** EQ. **3.0000** Costo unitario directo por : und **652.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	2.6667	25.20	67.20
0147010004	PEON	hh	0.50	1.3333	18.07	24.09
91.29						
Materiales						
0210010069	INODORO DE LOSA BLACA INC. ACCESORIOS	und		1.0000	410.67	410.67
0210060008	DUCHA CROMADA INC.GRIF 1 LLAVE	und		1.0000	21.18	21.18
0221030013	LAVATIO DE MANO EN LOSA BLANCA IND. ACCESORIOS	und		1.0000	127.11	127.11
558.96						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.29	2.74
2.74						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida	05.04.07	TANQUE BIODIGESTOR DE 600 LT					Costo unitario directo por : und	1,682.53
(001)05.04.07	Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	0.10	0.4000	25.20	10.08		
0147010004	PEON	hh	1.00	4.0000	18.07	72.28		
82.36								
Materiales								
0210150108	BIODIGESTOR 600 L INC./ ACCESORIOS	und		1.0000	1,597.70	1,597.70		
1,597.70								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	82.36	2.47		
2.47								
<hr/>								
Partida	06.01.06.01	BIODIGESTOR TUBULAR TIPO TAIWANES					Costo unitario directo por : und	616.06
(001)06.01.06.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	0.25	2.0000	25.20	50.40		
0147010004	PEON	hh	1.00	8.0000	18.07	144.56		
194.96								
Materiales								
0210150109	BIODIGESTOR TUBULAR DE GEOMEMBRANA PVC DE 0.6 MM. L=5.5 M. D=0.8M.	und		1.0000	415.25	415.25		
415.25								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	194.96	5.85		
5.85								
<hr/>								
Partida	06.01.06.02	GASOMETRO TUBULAR					Costo unitario directo por : und	254.32
(001)06.01.06.02	Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	0.10	0.4000	25.20	10.08		
0147010004	PEON	hh	1.00	4.0000	18.07	72.28		
82.36								
Materiales								
0210150110	GASOMETRO TUBULAR DE GEOMEMBRANA PVC DE 0.6 MM. V=1.2 M3	und		1.0000	169.49	169.49		
169.49								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	82.36	2.47		
2.47								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida **06.01.06.03** **PLASTICO PARA INVERNADERO**

(001)06.01.06.03

Rendimiento **und/DIA** MO. **4.0000** EQ. **4.0000** Costo unitario directo por : und **215.72**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	1.0000	25.20	25.20
0147010004	PEON	hh	1.00	2.0000	18.07	36.14
						61.34
Materiales						
0230990076	BOLSAS DE POLIETILENO PE	und		1.0000	152.54	152.54
						152.54
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	61.34	1.84
						1.84

Partida **05.01.03.03** **ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA SOBRECIMENTOS**

(001)05.01.03.03

Rendimiento **m2/DIA** MO. **14.0000** EQ. **14.0000** Costo unitario directo por : m2 **42.72**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.2857	25.20	7.20
0147010003	OFICIAL	hh	0.50	0.2857	19.97	5.71
0147010004	PEON	hh	1.00	0.5714	18.07	10.33
						23.24
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	5.08	1.32
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.3100	5.08	1.57
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		2.8000	5.76	16.13
						19.02
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	23.24	0.46
						0.46

Partida **01.05.01** **TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:3 E=1.5 CM**

(001)01.05.01 03.05.01 06.01.05.01

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **49.69**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.6667	25.20	16.80
0147010004	PEON	hh	0.50	0.3333	18.07	6.02
						22.82
Materiales						
0202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg		0.0220	5.08	0.11
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0200	127.11	2.54
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2000	27.98	5.60
0230110014	IMPERMEABILIZANTE	kg		0.6000	29.66	17.80
0243160052	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	5.76	0.14
						26.19
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.82	0.68
						0.68

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida **05.01.07.01** **TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES MEZCLA 1:4, e=1.5 cm**

(001)05.01.07.01

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **48.29**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.6667	25.20	16.80
0147010004	PEON	hh	0.50	0.3333	18.07	6.02
22.82						
Materiales						
0202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg		0.0220	5.08	0.11
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0200	127.11	2.54
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.1500	27.98	4.20
0230110014	IMPERMEABILIZANTE	kg		0.6000	29.66	17.80
0243160052	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	5.76	0.14
24.79						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.82	0.68
0.68						

Partida **05.01.06.01** **PISO DE CONCRETO E=4" F'C=140 KG/CM2 ACABADO PULIDO**

(001)05.01.06.01

Rendimiento **m2/DIA** MO. **120.0000** EQ. **120.0000** Costo unitario directo por : m2 **58.71**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0667	25.20	1.68
0147010003	OFICIAL	hh	2.00	0.1333	19.97	2.66
0147010004	PEON	hh	10.00	0.6667	18.07	12.05
16.39						
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0080	127.11	1.02
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.0640	110.17	7.05
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0510	101.69	5.19
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.9900	27.98	27.70
0239010093	AGUA	m3		0.1840	0.10	0.02
40.98						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.39	0.49
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	0.50	0.0333	25.50	0.85
1.34						

Partida **05.01.08.02** **PUERTA CON PLANCHA ACANALADA**

(001)05.01.08.02

Rendimiento **und/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **242.28**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	1.0000	25.20	25.20
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	1.0000	19.97	19.97
0147010004	PEON	hh	0.50	0.5000	18.07	9.04
54.21						
Materiales						
0243130098	PUERTA METALICA DE PLANCHA ACANALADA DE 0.70X1.95 SEGUN DISEÑO	und		1.0000	186.44	186.44
186.44						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	54.21	1.63
1.63						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida	01.09.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV. Y ACCES. EN LIMPIEZA Y REBOSE DE CAPTACION					Costo unitario directo por : und	315.30
(001)01.09.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	2.50	5.0000	25.20	126.00		
0147010004	PEON	hh	1.00	2.0000	18.07	36.14		
162.14								
Materiales								
0272150109	ACCESORIOS DIVERSOS PARA CAPTACIÓN	GLB		1.0000	148.30	148.30		
148.30								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	162.14	4.86		
4.86								
<hr/>								
Partida	04.03.04.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV., ACCES. Y TUB. EN CONEXIONES DOMICILIARIAS					Costo unitario directo por : und	105.94
(001)04.03.04.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	25.20	40.32		
0147010004	PEON	hh	2.00	3.2000	18.07	57.82		
98.14								
Materiales								
0272010083	TUBERIA PVC SAP D=1/2" C-10	m		1.0300	4.72	4.86		
4.86								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	98.14	2.94		
2.94								
<hr/>								
Partida	05.01.10.01	SUMINISTRO E INST. DE VALV., ACCES. Y TUB. EN UBS.					Costo unitario directo por : und	347.76
(001)05.01.10.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	4.0000	25.20	100.80		
0147010004	PEON	hh	1.00	4.0000	18.07	72.28		
173.08								
Materiales								
0272150115	ACCESORIOS DIVERSOS PARA INST. DE AGUA, DESAGÜE Y VENTILACION EN UBS.	GLB		1.0000	169.49	169.49		
169.49								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	173.08	5.19		
5.19								
<hr/>								
Partida	03.08.01	SUMINISTRO E INSTAL. DE VALVULA Y ACCESORIOS EN EL RESERVORIO					Costo unitario directo por : und	79.80
(001)03.08.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	25.20	40.32		
0147010004	PEON	hh	0.50	0.8000	18.07	14.46		
54.78								
Materiales								
0272150110	ACCESORIOS DIVERSOS PARA RESERVORIO	GLB		1.0000	23.38	23.38		
23.38								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	54.78	1.64		
1.64								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida 03.09.02 SUMINISTRO E INSTAL. DE TANQUE DE POLIETILENO PARA SOLUCIÓN MADRE
 (001)03.09.02
 Rendimiento und/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : und **158.11**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	25.20	40.32
0147010004	PEON	hh	0.50	0.8000	18.07	14.46
54.78						
Materiales						
0239010104	TANQUE DE POLIETILENO DE 50 L	und		1.0000	101.69	101.69
101.69						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	54.78	1.64
1.64						

Partida 03.09.03 SUMINISTRO E INSTAL. DE VALVULA Y ACCESORIOS PARA CLORACIÓN
 (001)03.09.03
 Rendimiento und/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : und **251.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	25.20	40.32
0147010004	PEON	hh	0.50	0.8000	18.07	14.46
54.78						
Materiales						
0272150101	ACCESORIOS DIVERSOS PARA RED DE DISTRIBUCION	GLB		1.0000	127.11	127.11
0272150111	ACCESORIOS DIVERSOS PARA CLORACION RESIDUAL	GLB		1.0000	67.79	67.79
194.90						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	54.78	1.64
1.64						

Partida 07.01.04.05 SUMINISTRO E INST. DE CABLES E INTERRUPTORES
 (001)07.01.04.05
 Rendimiento und/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : und **502.87**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	2.6667	25.20	67.20
0147010004	PEON	hh	0.20	0.5333	18.07	9.64
76.84						
Materiales						
0272150120	ACCESORIOS DIVERSOS COMO CABLES E INTERRUPTORES PARA INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	GLB		1.0000	423.72	423.72
423.72						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.84	2.31
2.31						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida	02.05.01	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA					
(001)02.05.01	04.01.05.01						
Rendimiento	m/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m			2.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0267	25.20	0.67	
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0533	18.07	0.96	
1.63							
Materiales							
0239060010	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg		0.0150	42.37	0.64	
0.64							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.63	0.05	
0348820009	BOMBA PARA PRUEBA DE AGUA	hm	1.00	0.0267	23.50	0.63	
0.68							
Partida	01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO					
(001)01.01.02	03.01.02 04.02.01.02 04.03.01.02 05.02.01 05.03.01 05.04.02 05.05.02 06.01.01.02 07.01.01.02						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2			2.37
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0457	18.07	0.83	
0147010005	TOPOGRAFO	hh	1.00	0.0229	25.85	0.59	
1.42							
Materiales							
0230020001	YESO DE 15 Kg	BOL		0.0100	16.94	0.17	
0243510061	ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	5.76	0.12	
0.29							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.42	0.04	
0349880002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.00	0.0229	11.45	0.26	
0349880023	ESTACION TOTAL GTS 3009	hm	1.00	0.0229	15.71	0.36	
0.66							
Partida	02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO					
(001)02.01.02	04.01.01.02						
Rendimiento	m/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m			1.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0267	18.07	0.48	
0147010005	TOPOGRAFO	hh	1.00	0.0133	25.85	0.34	
0.82							
Materiales							
0230020001	YESO DE 15 Kg	BOL		0.0100	16.94	0.17	
0243510061	ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	5.76	0.12	
0.29							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.82	0.02	
0349880002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.00	0.0133	11.45	0.15	
0349880023	ESTACION TOTAL GTS 3009	hm	1.00	0.0133	15.71	0.21	
0.38							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida 01.02.01 EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS
 (001)01.02.01 03.02.01 04.02.02.01 04.03.02.01 05.01.02.01 05.03.02 05.04.03 05.05.03 06.01.02.01 07.01.02.01
 Rendimiento m3/DIA MO. 3.5000 EQ. 3.5000 Costo unitario directo por : m3 **42.54**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.00	2.2857	18.07	41.30
41.30						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	41.30	1.24
1.24						

Partida 02.02.02 REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA B=0.50 M.
 (001)02.02.02 04.01.02.02
 Rendimiento m/DIA MO. 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m **1.86**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.00	0.1000	18.07	1.81
1.81						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.81	0.05
0.05						

Partida 05.01.02.02 REFINE Y NIVELACION
 (001)05.01.02.02 05.05.04
 Rendimiento m2/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m2 **4.96**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.00	0.2667	18.07	4.82
4.82						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.82	0.14
0.14						

Partida 05.01.03.01 CIMIENTO C:H, 1:10 + 30% P.G.
 (001)05.01.03.01
 Rendimiento m3/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m3 **254.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.00	0.6400	25.20	16.13
0147010003	OFICIAL	hh	2.00	0.6400	19.97	12.78
0147010004	PEON	hh	8.00	2.5600	18.07	46.26
75.17						
Materiales						
0205020021	PIEDRA GRANDE	m3		0.3000	76.27	22.88
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		2.5000	27.98	69.95
0238000007	HORMIGON	m3		0.8300	101.69	84.40
0239010093	AGUA	m3		0.1000	0.10	0.01
177.24						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	75.17	2.26
2.26						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida 04.03.02.03 RELLENO Y COMPACTACION MAT. PROPIO
 (001)04.03.02.03 05.04.04
 Rendimiento m3/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000 Costo unitario directo por : m3 **37.38**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.20	0.2667	25.20	6.72
0147010004	PEON	hh	1.00	1.3333	18.07	24.09
30.81						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	30.81	0.92
0349030073	COMPACTADORA TIPO PISON VIBRATORIO	hm	0.20	0.2667	21.19	5.65
6.57						

Partida 06.02.02.01 SUMINISTRO E INST. DE CASETA METALICA PARA PROTECCIÓN DE EQUIPO (1.00 X 1.00)
 (001)06.02.02.01 07.02.02.01
 Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und **851.47**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	8.0000	25.20	201.60
0147010004	PEON	hh	0.20	1.6000	18.07	28.91
230.51						
Materiales						
0243130097	CASETA METALICA DE PROTECCIÓN SEGUN DISEÑO	und		1.0000	614.04	614.04
614.04						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	230.51	6.92
6.92						

Partida 06.02.03.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE VALV. Y ACCES. EN BOMBEO
 (001)06.02.03.01 07.02.03.01
 Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und **610.77**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	8.0000	25.20	201.60
0147010004	PEON	hh	1.00	8.0000	18.07	144.56
346.16						
Materiales						
0272150119	ACCESORIOS DIVERSOS PARA SUCCIÓN E IMPULSIÓN DE LA BOMBA	GLB		1.0000	254.23	254.23
254.23						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	346.16	10.38
10.38						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida 06.01.09.02 SUMINISTRO E INST. DE TUB., VALV. Y ACCES. PARA CONDUCCION DE BIOGAS
 (001)06.01.09.02
 Rendimiento und/DIA MO. 2.0000 EQ. 2.0000 Costo unitario directo por : und **740.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	4.0000	25.20	100.80
0147010004	PEON	hh	1.00	4.0000	18.07	72.28
173.08						
Materiales						
0272150118	ACCESORIOS DIVERSOS PARA CONDUCCIÓN DE BIOGAS	GLB		1.0000	84.74	84.74
0298010096	FILTRO DESULFURADOR PARA PLANTA FAMILIAR	und		1.0000	101.69	101.69
0298010097	FILTRO DESIDRATADOR	und		1.0000	76.27	76.27
0298010098	MANOMETRO	und		1.0000	130.43	130.43
0298010099	VALVULA DE SEGURIDAD - CONTROL DE PRESION	und		1.0000	169.49	169.49
562.62						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	173.08	5.19
5.19						

Partida 04.02.04.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN V. DE PURGA.
 (001)04.02.04.01
 Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und **287.57**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	8.0000	25.20	201.60
0147010004	PEON	hh	0.50	4.0000	18.07	72.28
273.88						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	273.88	13.69
13.69						

Partida 05.01.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS
 (001)05.01.04.02
 Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 **46.22**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.3333	25.20	8.40
0147010003	OFICIAL	hh	0.50	0.3333	19.97	6.66
0147010004	PEON	hh	1.00	0.6667	18.07	12.05
27.11						
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	5.08	0.51
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	5.08	0.51
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3.0000	5.76	17.28
18.30						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	27.11	0.81
0.81						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida	05.01.06.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO					
	(001)05.01.06.02						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2		52.06	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.2857	25.20	7.20
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.5714	19.97	11.41
0147010004	PEON	hh	1.00	0.5714	18.07	10.33
28.94						
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2100	5.08	1.07
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.2000	5.08	1.02
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	5.76	20.16
22.25						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	28.94	0.87
0.87						

Partida	04.02.03.01	CAJA DE PASE REFABRICADA 0.30M. x 0.35M. INCL./ TAPA METALICA					
	(001)04.02.03.01						
Rendimiento	und/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : und		81.55	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.4000	25.20	10.08
0147010004	PEON	hh	0.50	0.2000	18.07	3.61
13.69						
Materiales						
0221030009	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.30x0.35 M	und		1.0000	42.37	42.37
0239990087	TAPA C/MARCO METALICA DE 0.25x0.30 M	und		1.0000	25.08	25.08
67.45						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.69	0.41
0.41						

Partida	02.02.04	PRIMER RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA C/MAT. PROPIO ZARANDEADO EN ZANJA DE 0.50X0.80 M. E=0.30 M.					
	(001)02.02.04						
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m		5.93	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.0800	25.20	2.02
0147010004	PEON	hh	1.00	0.1600	18.07	2.89
4.91						
Materiales						
0205010035	MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3		0.1900	0.10	0.02
0.02						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.91	0.15
0349030073	COMPACTADORA TIPO PISON VIBRATORIO	hm	0.25	0.0400	21.19	0.85
1.00						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida	02.02.06	RELLENO FINAL Y COMPACTADO MANUAL C/MAT. PROPIO DE ZANJA DE 0.50x0.80M					
	(001)02.02.06 04.01.02.06						
Rendimiento	m/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m		3.19	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.25	0.0250	25.20	0.63
0147010004	PEON	hh	1.00	0.1000	18.07	1.81
2.44						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.44	0.07
0349030073	COMPACTADORA TIPO PISON VIBRATORIO	hm	0.25	0.0250	21.19	0.53
0349030076	ZARANDA METALICA 1"	hm	1.00	0.1000	1.54	0.15
0.75						

Partida	02.02.05	SEGUNDO RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/MAT. PROPIO ZARANDEADO EN ZANJA DE 0.50x0.80M E=0.30M					
	(001)02.02.05 04.01.02.05						
Rendimiento	m/DIA	MO. 70.0000	EQ. 70.0000	Costo unitario directo por : m		4.41	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	0.0571	25.20	1.44
0147010004	PEON	hh	1.00	0.1143	18.07	2.07
3.51						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.51	0.11
0349030073	COMPACTADORA TIPO PISON VIBRATORIO	hm	0.25	0.0286	21.19	0.61
0349030076	ZARANDA METALICA 1"	hm	1.00	0.1143	1.54	0.18
0.90						

Partida	02.03.01	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1"					
	(001)02.03.01 04.01.03.02						
Rendimiento	m/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m		15.75	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.1000	25.20	2.52
0147010004	PEON	hh	2.00	0.2000	18.07	3.61
6.13						
Materiales						
0230010098	PEGAMENTO PARA PVC	gln		0.0050	135.59	0.68
0272010087	TUBERIA PVC SAP D=1" C-10	m		1.0300	8.50	8.76
9.44						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.13	0.18
0.18						

Partida	04.01.03.03	SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=3/4"					
	(001)04.01.03.03						
Rendimiento	m/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m		14.28	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.1000	25.20	2.52
0147010004	PEON	hh	2.00	0.2000	18.07	3.61
6.13						
Materiales						
0230010098	PEGAMENTO PARA PVC	gln		0.0050	135.59	0.68
0272010086	TUBERIA PVC SAP D=3/4" C-10	m		1.0300	7.08	7.29
7.97						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.13	0.18
0.18						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida **04.01.03.01** **SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1 1/2"**
(001)04.01.03.01
 Rendimiento **m/DIA** MO. **80.0000** EQ. **80.0000** Costo unitario directo por : m **21.08**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.1000	25.20	2.52
0147010004	PEON	hh	2.00	0.2000	18.07	3.61
6.13						
Materiales						
0230010098	PEGAMENTO PARA PVC	gln		0.0050	135.59	0.68
0272010084	TUBERIA PVC SAP D=1 1/2" C-10	m		1.0300	13.68	14.09
14.77						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.13	0.18
0.18						

Partida **04.01.03.04** **SUMINISTRO E INST. DE TUB. PVC AGUA C-10 D=1/2"**
(001)04.01.03.04
 Rendimiento **m/DIA** MO. **80.0000** EQ. **80.0000** Costo unitario directo por : m **11.85**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.1000	25.20	2.52
0147010004	PEON	hh	2.00	0.2000	18.07	3.61
6.13						
Materiales						
0230010098	PEGAMENTO PARA PVC	gln		0.0050	135.59	0.68
0272010083	TUBERIA PVC SAP D=1/2" C-10	m		1.0300	4.72	4.86
5.54						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.13	0.18
0.18						

Partida **01.02.03** **ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION**
(001)01.02.03 02.02.07 03.02.03 04.01.02.07 04.02.02.03 04.03.02.04 05.01.02.03 05.03.03 05.04.05 05.05.05 06.01.02.03 07.01.02.03
 Rendimiento **m3/DIA** MO. **6.0000** EQ. **6.0000** Costo unitario directo por : m3 **28.27**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.10	0.1333	25.20	3.36
0147010004	PEON	hh	1.00	1.3333	18.07	24.09
27.45						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	27.45	0.82
0.82						

Partida **01.01.01** **LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL**
(001)01.01.01 02.01.01 03.01.01 04.01.01.01 04.02.01.01 04.03.01.01 05.01.01.01 05.04.01 05.05.01 06.01.01.01 07.01.01.01
 Rendimiento **m2/DIA** MO. **180.0000** EQ. **180.0000** Costo unitario directo por : m2 **0.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.00	0.0444	18.07	0.80
0.80						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.80	0.02
0.02						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida	01.06.01	FILTRO DE GRAVA 3/4" A 1"						
	(001)01.06.01 06.01.07.01							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000			Costo unitario directo por : m3	123.78	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.00	0.3200	18.07	5.78
5.78						
Materiales						
0205540012	GRAVA 3/4" A 1"	m3		1.0300	114.40	117.83
117.83						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.78	0.17
0.17						

Partida	01.06.02	FILTRO DE GRAVA DE 1 1/2" - 2"						
	(001)01.06.02							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000			Costo unitario directo por : m3	130.15	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.00	1.6000	18.07	28.91
28.91						
Materiales						
0205540013	GRAVA DE 1 1/2" - 2"	m3		1.0300	97.45	100.37
100.37						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	28.91	0.87
0.87						

Partida	01.07.01	TAPA METALICA DE (0.60X0.60M.) INC. MARCO METALICO						
	(001)01.07.01 03.07.01							
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000			Costo unitario directo por : und	165.29	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	2.0000	25.20	50.40
0147010004	PEON	hh	0.20	0.4000	18.07	7.23
57.63						
Materiales						
0239990056	TAPA METALICA 0.60X0.60M + MARCO DE METAL	und		1.0000	105.93	105.93
105.93						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	57.63	1.73
1.73						

Partida	07.01.04.02	SUMINISTRO E INST. DE REGULADOR DE CARGA						
	(001)07.01.04.02							
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000			Costo unitario directo por : und	916.52	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	2.0000	25.20	50.40
0147010004	PEON	hh	0.20	0.4000	18.07	7.23
57.63						
Materiales						
0212310078	REGULADOR DE CARGA 20 AH - 24V	und		1.0000	857.16	857.16
857.16						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	57.63	1.73
1.73						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto

18/09/2022

Partida	07.01.05.02	SOPORTE DE TABLERO GENERAL Y BATERIAS					
	(001)07.01.05.02						
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000			Costo unitario directo por : und	1,283.95

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	4.0000	25.20	100.80
0147010004	PEON	hh	0.20	0.8000	18.07	14.46
115.26						
Materiales						
0202610017	PARANTES PERFIL TIPO C DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/8" DE F° G°	und		2.0000	254.23	508.46
0212090050	CAJA PORTA BATERIAS DE 0.35X0.50X0.2 M. TIPO INTERPERIE A PRUBEA DE LLUVIA	und		1.0000	402.54	402.54
0212090051	TABLERO DE 0.45X0.25X0.15 M. TIPO INTERPERIE A PRUBEA DE LLUVIA	und		1.0000	254.23	254.23
1,165.23						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	115.26	3.46
3.46						

Partida	07.01.04.03	SUMINISTRO E INST. DE INVERSOR					
	(001)07.01.04.03						
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000			Costo unitario directo por : und	4,441.97

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	2.0000	25.20	50.40
0147010004	PEON	hh	0.20	0.4000	18.07	7.23
57.63						
Materiales						
0212310079	INVERSOR 3000 W - 24 V	und		1.0000	4,382.61	4,382.61
4,382.61						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	57.63	1.73
1.73						

Partida	07.01.04.04	SUMINISTRO E INST. DE BATERIAS					
	(001)07.01.04.04						
Rendimiento	und/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000			Costo unitario directo por : und	2,575.29

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.8000	25.20	20.16
0147010004	PEON	hh	0.20	0.1600	18.07	2.89
23.05						
Materiales						
0212310080	BATERIA 316 AH - 12V	und		1.0000	2,551.55	2,551.55
2,551.55						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.05	0.69
0.69						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida	07.01.04.01	SUMINISTRO E INST. DE PANEL SOLAR					Costo unitario directo por : und	1,220.76
(001)07.01.04.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	8.0000	25.20	201.60		
0147010004	PEON	hh	0.20	1.6000	18.07	28.91		
230.51								
Materiales								
0212310077	MODULO FOTOVOLTAICO 445 W - 24 V	und		1.0000	983.33	983.33		
983.33								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	230.51	6.92		
6.92								
<hr/>								
Partida	06.02.01.01	SUMINISTRO E INST. DE MOTOBOMBA DE P= 4HP					Costo unitario directo por : und	5,169.63
(001)06.02.01.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	8.0000	25.20	201.60		
0147010004	PEON	hh	0.20	1.6000	18.07	28.91		
230.51								
Materiales								
0212310076	MOTOBOMBA DE 4 HP	und		1.0000	4,932.20	4,932.20		
4,932.20								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	230.51	6.92		
6.92								
<hr/>								
Partida	07.02.01.01	SUMINISTRO E INST. DE ELECTROBOMBA DE P= 4HP					Costo unitario directo por : und	4,322.17
(001)07.02.01.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	8.0000	25.20	201.60		
0147010004	PEON	hh	0.20	1.6000	18.07	28.91		
230.51								
Materiales								
0212310075	ELECTROBOMBA 4 HP	und		1.0000	4,084.74	4,084.74		
4,084.74								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	230.51	6.92		
6.92								
<hr/>								
Partida	03.09.01	CASETA METALICA SEGUN DISEÑO					Costo unitario directo por : und	896.14
(001)03.09.01	Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	8.0000	25.20	201.60		
0147010004	PEON	hh	0.50	4.0000	18.07	72.28		
273.88								
Materiales								
0243130096	CASETA METALICA DE CLORACION SEGUN DISEÑO	und		1.0000	614.04	614.04		
614.04								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	273.88	8.22		
8.22								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida **06.01.08.01** **SOPORTES DE INVERNADERO CIRCULAR**
(001)06.01.08.01
Rendimiento **und/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : und **37.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.4000	25.20	10.08
0147010004	PEON	hh	0.20	0.0800	18.07	1.45
11.53						
Materiales						
0202510110	SOPORTE PARA INVERNADERO CIRCULAR	und		1.0000	25.42	25.42
25.42						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.53	0.35
0.35						

Partida **06.01.08.02** **SOPORTES DE GASOMETRO**
(001)06.01.08.02
Rendimiento **und/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : und **39.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.4000	25.20	10.08
0147010004	PEON	hh	0.20	0.0800	18.07	1.45
11.53						
Materiales						
0202510111	SOPORTE PARA GASOMETRO SEGUN DISEÑO	und		1.0000	27.12	27.12
27.12						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.53	0.35
0.35						

Partida **07.01.05.01** **SOPORTE DE PANEL SOLAR**
(001)07.01.05.01
Rendimiento **und/DIA** MO. **2.0000** EQ. **2.0000** Costo unitario directo por : und **754.31**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	4.0000	25.20	100.80
0147010004	PEON	hh	0.20	0.8000	18.07	14.46
115.26						
Materiales						
0202510112	SOPORTE PARA PANEL SOLAR H=3M SEGUN DISEÑO	und		1.0000	635.59	635.59
635.59						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	115.26	3.46
3.46						

Partida **05.02.03** **SUMINISTRO E INST. DE LAVADERO DE CONCRETO PREFABRICADO**
(001)05.02.03
Rendimiento **und/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **224.60**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.10	0.1000	25.20	2.52
0147010004	PEON	hh	1.00	1.0000	18.07	18.07
20.59						
Materiales						
0221030012	LAVADERO DE CONCRETO PREFABRICADA SEGUN DISEÑO INC. ACCESORIOS	und		1.0000	203.39	203.39
203.39						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.59	0.62
0.62						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCMBUSTIBLE"

Fecha presupuesto 18/09/2022

Partida 05.03.04 CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.30X0.60 H=0.30M INCLUYE TAPA DE CONCRETO ARMADO
 (001)05.03.04
 Rendimiento und/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : und **78.36**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.20	0.1600	25.20	4.03
0147010004	PEON	hh	1.00	0.8000	18.07	14.46
18.49						
Materiales						
0221030014	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE 0.30X0.60 H=0.30M INCLUYE TAPA	und		1.0000	59.32	59.32
59.32						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.49	0.55
0.55						

Partida 05.04.08 CAJA DE CONCRETO PREFABRICADO DE 0.60X0.60 H=0.60M INCLUYE TAPA DE CONCRETO ARMADO
 (001)05.04.08
 Rendimiento und/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : und **124.35**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.20	0.3200	25.20	8.06
0147010004	PEON	hh	1.00	1.6000	18.07	28.91
36.97						
Materiales						
0221030010	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE 0.30X0.60 H=0.60M INCLUYE TAPA	und		1.0000	86.27	86.27
86.27						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	36.97	1.11
1.11						

Partida 02.02.03 CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS.
 (001)02.02.03 04.01.02.03
 Rendimiento m/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m **6.57**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.20	0.0160	25.20	0.40
0147010004	PEON	hh	1.00	0.0800	18.07	1.45
1.85						
Materiales						
0205010036	ARENA GRUESA SUCIA	m3		0.0500	84.74	4.24
4.24						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.85	0.06
0349030073	COMPACTADORA TIPO PISON VIBRATORIO	hm	0.25	0.0200	21.19	0.42
0.48						

Partida 02.02.01 EXCAVACION MANUAL DE ZANJA DE 0.50X0.80 M. EN MATERIAL SUELTO
 (001)02.02.01 04.01.02.01
 Rendimiento m/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m **10.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.00	0.5333	18.07	9.64
9.64						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	9.64	0.48
0.48						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

1304003 TESIS: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

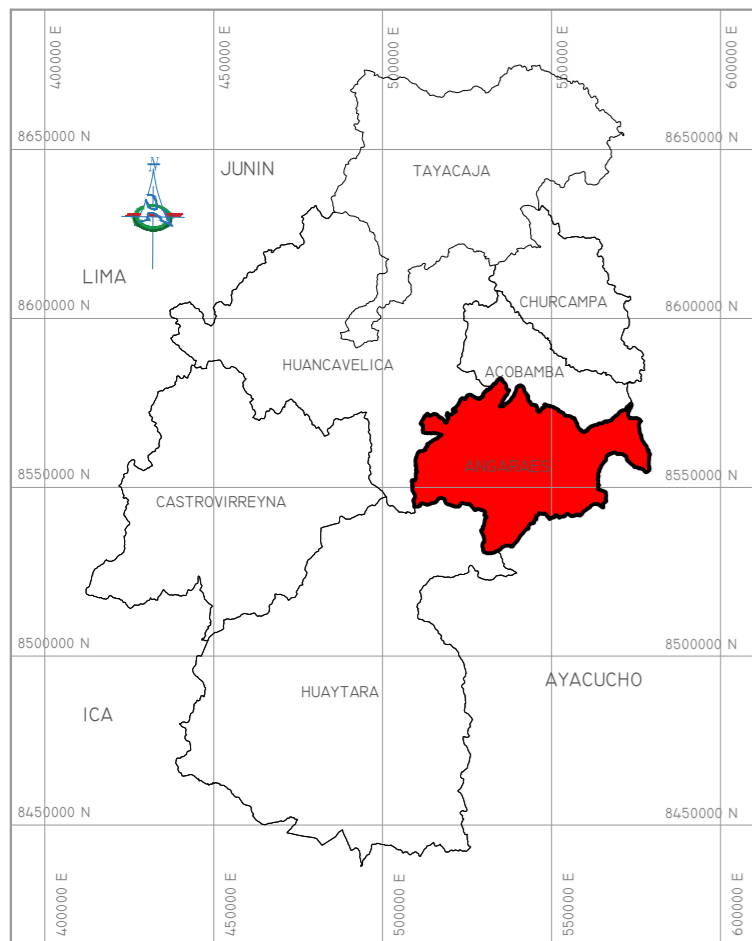
Fecha presupuesto

18/09/2022

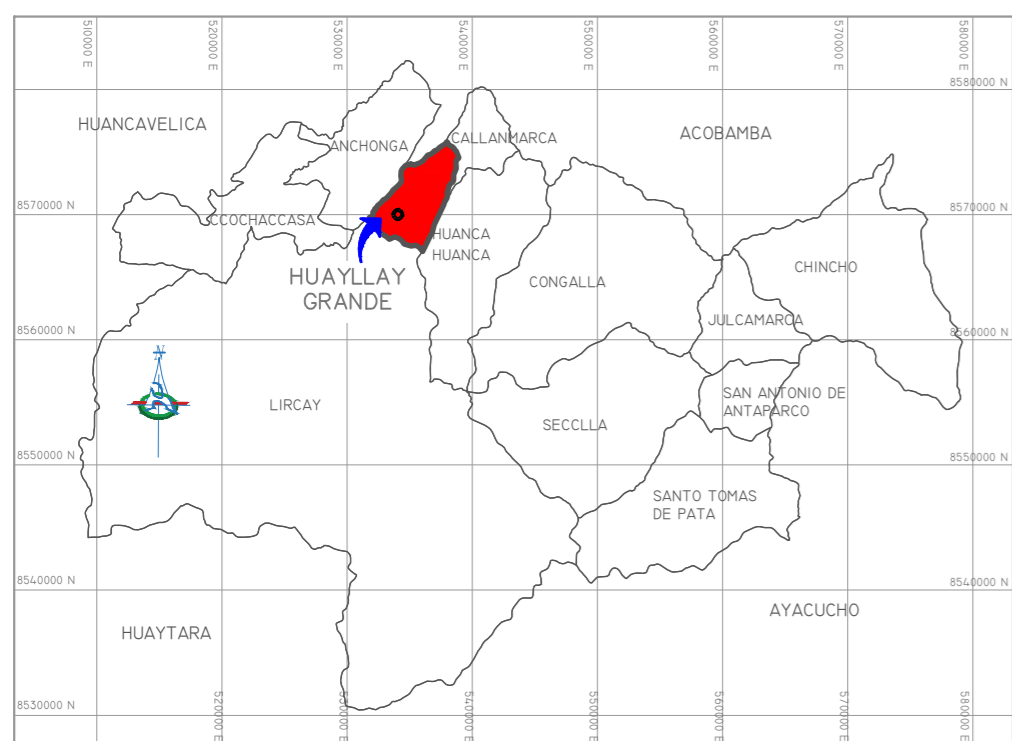
Partida	02.04.01	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS EN RED DE IMPULSIÓN						
(001)02.04.01								
Rendimiento	jgo/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000				Costo unitario directo por : jgo	167.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	5.00	4.0000	25.20	100.80		
0147010004	PEON	hh	2.00	1.6000	18.07	28.91		
129.71								
Materiales								
0272150113	ACCESORIOS DIVERSOS PARA RED DE IMPULSIÓN	GLB		1.0000	33.89	33.89		
33.89								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	129.71	3.89		
3.89								
<hr/>								
Partida	04.01.04.01	SUMINISTRO E INST. DE ACCESORIOS EN RED DE DISTRIBUCIÓN						
(001)04.01.04.01								
Rendimiento	jgo/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				Costo unitario directo por : jgo	260.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	4.0000	25.20	100.80		
0147010004	PEON	hh	0.20	1.6000	18.07	28.91		
129.71								
Materiales								
0272150101	ACCESORIOS DIVERSOS PARA RED DE DISTRIBUCION	GLB		1.0000	127.11	127.11		
127.11								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	129.71	3.89		
3.89								
<hr/>								
Partida	05.05.07	SUMINISTRO E INST. DE TUBERIAS Y ACCESORIOS EN EVACUACIÓN Y ZANJA DE PERCOLACIÓN						
(001)05.05.07								
Rendimiento	jgo/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				Costo unitario directo por : jgo	422.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	0.50	4.0000	25.20	100.80		
0147010004	PEON	hh	1.00	8.0000	18.07	144.56		
245.36								
Materiales								
0272150115	ACCESORIOS DIVERSOS PARA INST. DE AGUA, DESAGÜE Y VENTILACION EN UBS.	GLB		1.0000	169.49	169.49		
169.49								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	245.36	7.36		
7.36								
<hr/>								
Partida	06.01.09.01	SUMINISTRO E INST. DE TUB., VALV. Y ACCES. EN BIODIGESTOR						
(001)06.01.09.01								
Rendimiento	jgo/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000				Costo unitario directo por : jgo	189.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	25.20	40.32		
0147010004	PEON	hh	1.00	1.6000	18.07	28.91		
69.23								
Materiales								
0272150117	ACCESORIOS DIVERSOS PARA BIODIGESTOR	GLB		1.0000	118.64	118.64		
118.64								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	69.23	2.08		
2.08								



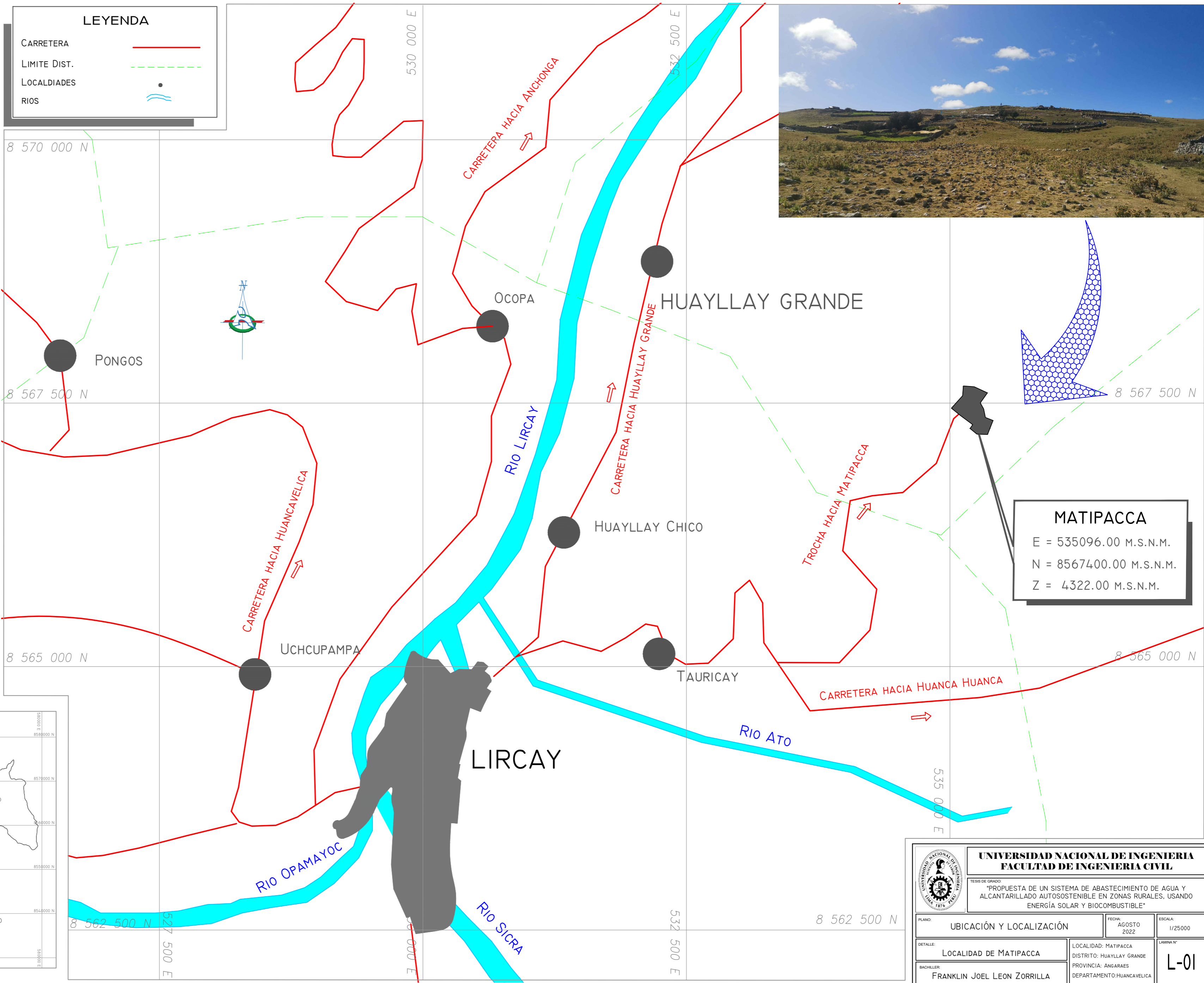
LOCALIZACIÓN DE HUANCAVELICA EN EL PERÚ



LOCALIZACIÓN DE ANGARAES EN HUANCAVELICA



LOCALIZACIÓN DEL DISTRITO DE HUAYLLAY GRANDE



MATIPACCA
 E = 535096.00 M.S.N.M.
 N = 8567400.00 M.S.N.M.
 Z = 4322.00 M.S.N.M.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
<small>TESIS DE GRADO</small> "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"		
<small>PLANO:</small> UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	<small>FECHA:</small> AGOSTO 2022	<small>ESCALA:</small> 1/25000
<small>DETALLE:</small> LOCALIDAD DE MATIPACCA	<small>LOCALIDAD:</small> MATIPACCA <small>DISTRITO:</small> HUAYLLAY GRANDE <small>PROVINCIA:</small> ANGARAES <small>DEPARTAMENTO:</small> HUANCAVELICA	<small>LÁMINA N°:</small> L-01
<small>BACHILLER:</small> FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA		

CUADRO DE CALICATA			
C-1	E= 535040.367	N = 8567355.243	Z = 4314.330
C-2	E= 535124.844	N = 8567291.345	Z = 4327.133

CUADRO DE BMS			
BM-1	E= 535858.282	N = 8564284.345	Z = 4320.844
BM-2	E= 536030.220	N = 8564414.160	Z = 4350.835
BM-3	E= 535733.858	N = 8564477.339	Z = 4306.693

HABITANTES DE MATIPACCA		
LOTE	JEFE DE HOGAR	N° HAB.
01	UNOCC SUHUINCHA, SILVERIO	03
02	YAURI SIHUINCHA, ALEJANDRO	03
03	UNOCC QUISPE, TEODORO	03
04	YAURI YAURI, MARTIN	03
05	RIVERA PARIONA, JULIO	03
06	YURI HUARCAYA, DOMITELA	03
07	HUARCAYA MALLCO, TEOFILO	03
08	PARIONA RIVERA, DOMINGO	03

MANATIAL WAQAY ÑAWI
 E = 535186.422 M.S.N.M.
 N = 8567120.163 M.S.N.M.
 Z = 4317.838 M.S.N.M.



LEYENDA	
	UBICACIÓN DE CALICATA
	BMS MARCADO
	CURVAS DE NIVEL PRIMARIO (2M)
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIO (10M)
	VIVIENDAS
	NUMERACIÓN DE VIVIENDAS
	CORRAL DE ANIMALES

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
	<small>TÍTULO DE GRADO:</small> "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"	
<small>PLANO:</small> TOPOGRÁFICO	<small>FECHA:</small> AGOSTO 2022	<small>ESCALA:</small> 1/1500
<small>DETALLE:</small> LOCALIDAD DE MATIPACCA	<small>LOCALIDAD:</small> MATIPACCA <small>DISTRITO:</small> HUAYLLAY GRANDE <small>PROVINCIA:</small> ANGARAES <small>DEPARTAMENTO:</small> HUANCAYELICA	<small>LÁMINA N°:</small> L-02
<small>BACHILLER:</small> FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA		



UBS - AH
(08 UND.)

RED DE DISTRIBUCIÓN
LONGITUD DE 539.46 ML.

RESERVORIO PROYECTADA
2,00 M³
E = 5352271.122 M.S.N.M.
N = 8567303.393 M.S.N.M.
Z = 4350.000 M.S.N.M.

LÍNEA DE IMPULSIÓN PVC C-10
DE Ø 1" LONGITUD DE 205 ML.

CAPTACIÓN PROYECTADA
E = 535186.422 M.S.N.M.
N = 8567120.163 M.S.N.M.
Z = 4317.838 M.S.N.M.

PROYECTO FOTOVOLTAICO
TALLERES
GENERAL

ALTERNATIVA 02
PLANTA FOTOVOLTAICA
E = 535183.970 M.S.N.M.
N = 8567125.576 M.S.N.M.
Z = 4317.325 M.S.N.M.

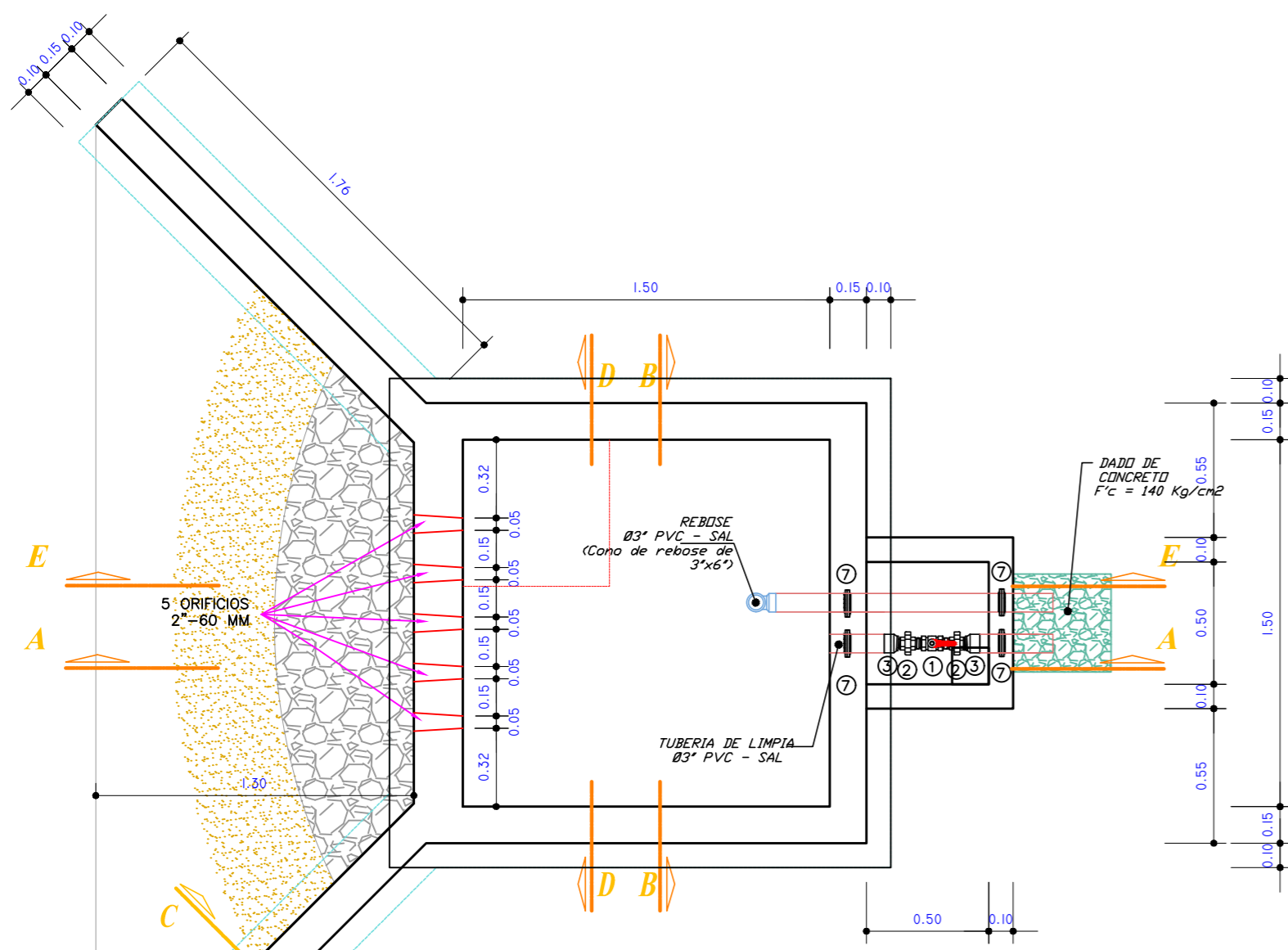
ALTERNATIVA 01
PLANTA DE BIOCOMBUSTIBLE
E = 535178.613 M.S.N.M.
N = 8567116.060 M.S.N.M.
Z = 4317.113 M.S.N.M.



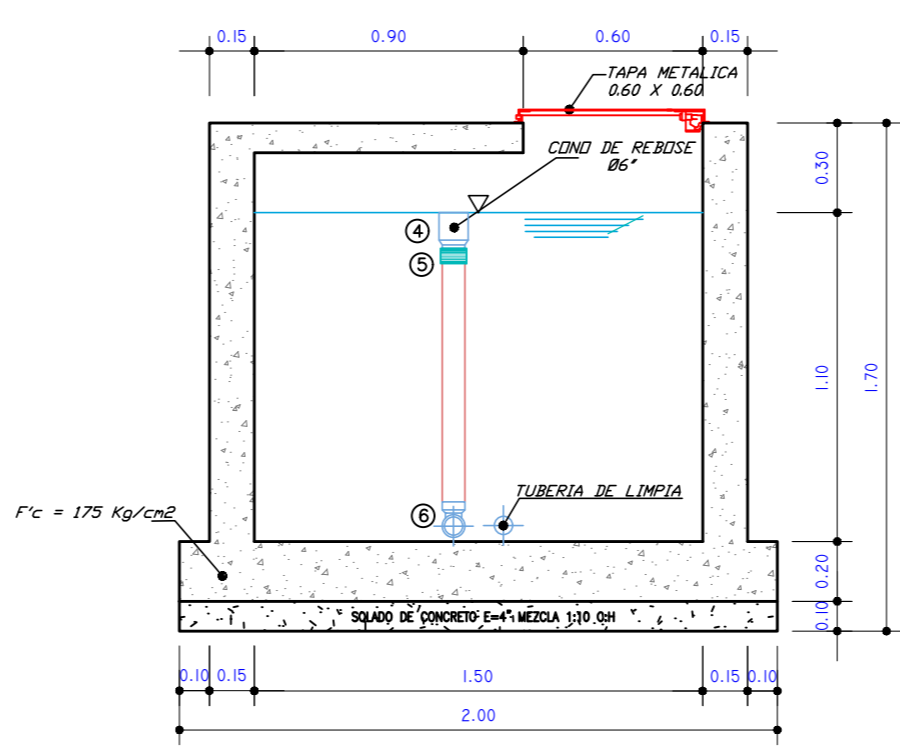
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

TÍTULO DE GRADO:
"PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y
ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO
ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

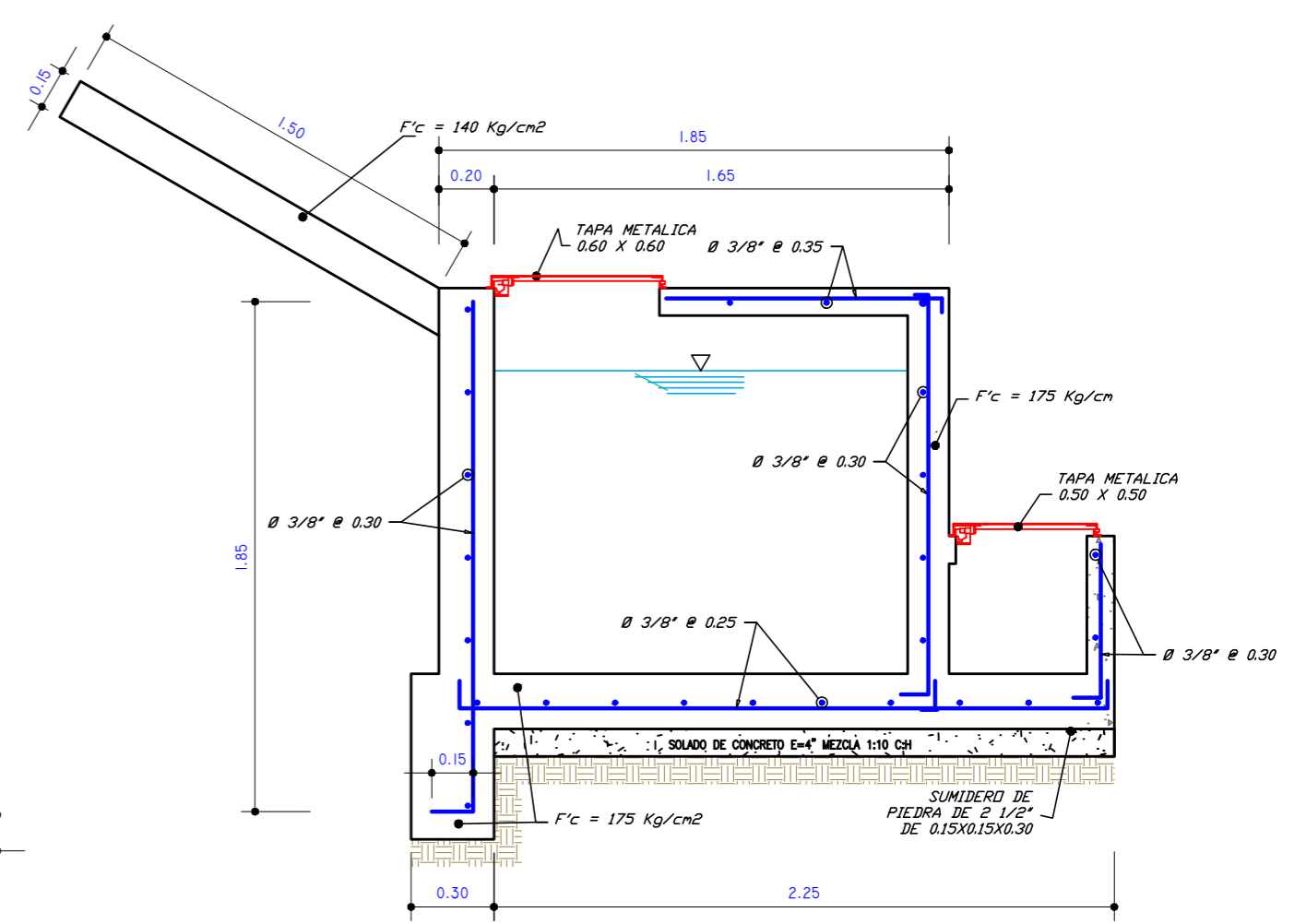
PLANO: PLANTEAMIENTO GENERAL	FECHA: AGOSTO 2022	ESCALA: INDICADA
COMPONENTE: AGUA POTABLE - SANITARIO	LOCALIDAD: MATIPACCA DISTRITO: HUAYLLAY GRANDE PROVINCIA: ANGARAES DEPARTAMENTO: HUANCAYELICA	LÁMINA N°: L-03
BACHELIER: FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA		



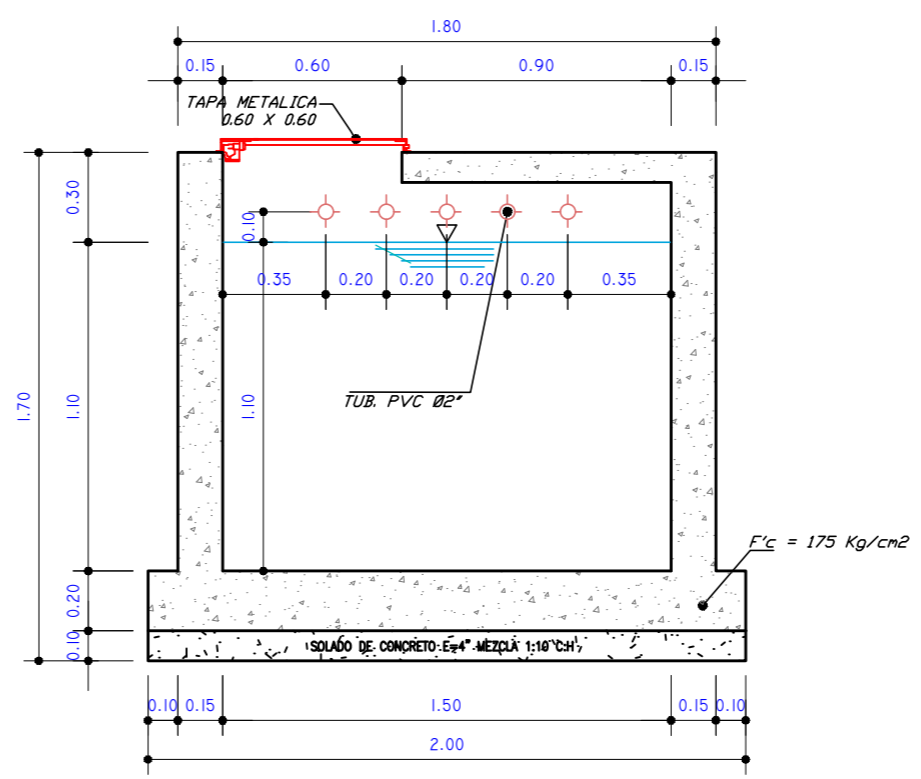
PLANTA DE CAPTACIÓN
ESC : 1/25



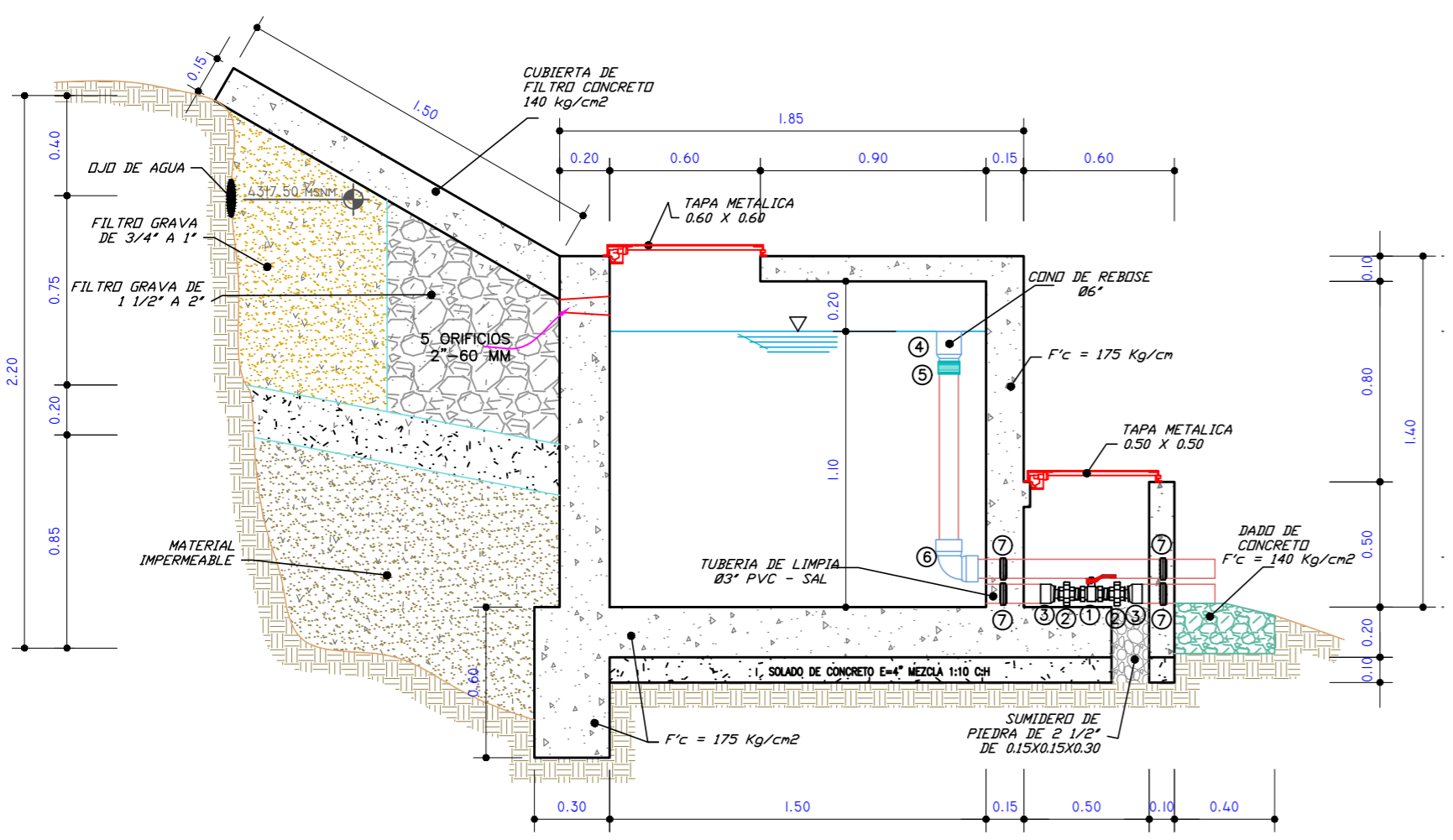
CORTE B - B
ESC : 1/25



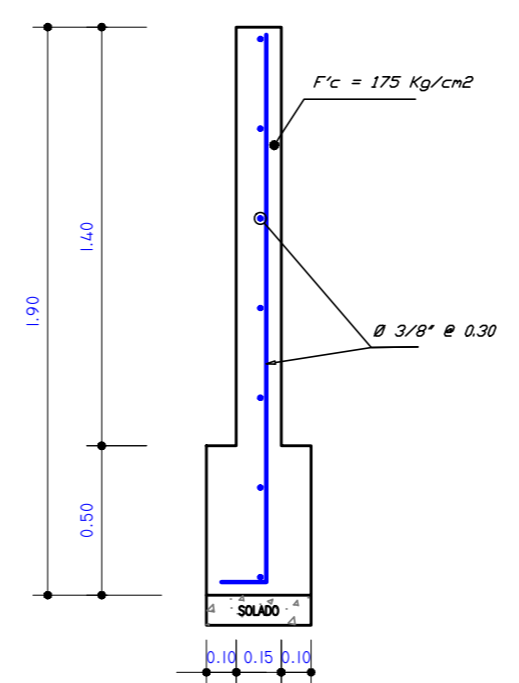
CORTE E - E
ESC : 1/25



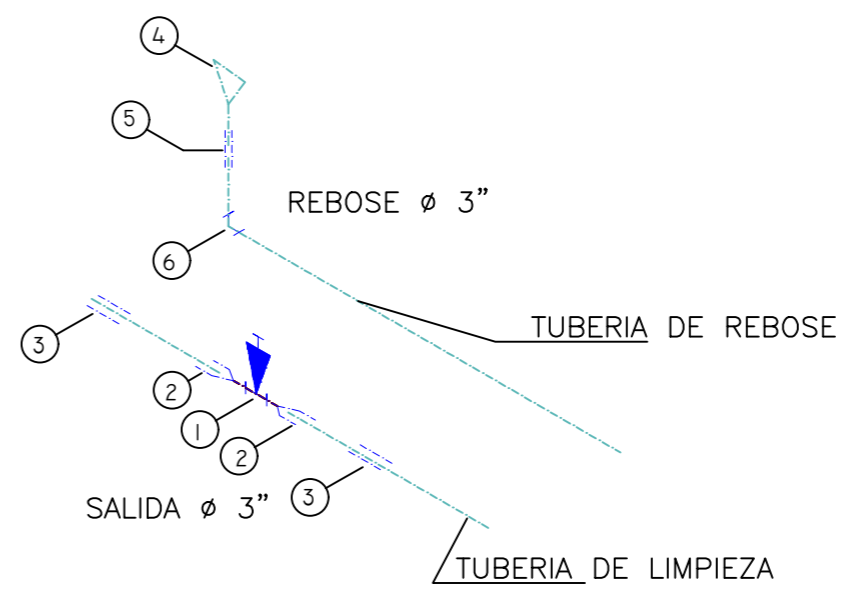
CORTE D - D
ESC : 1/25



CORTE A - A
ESC : 1/25



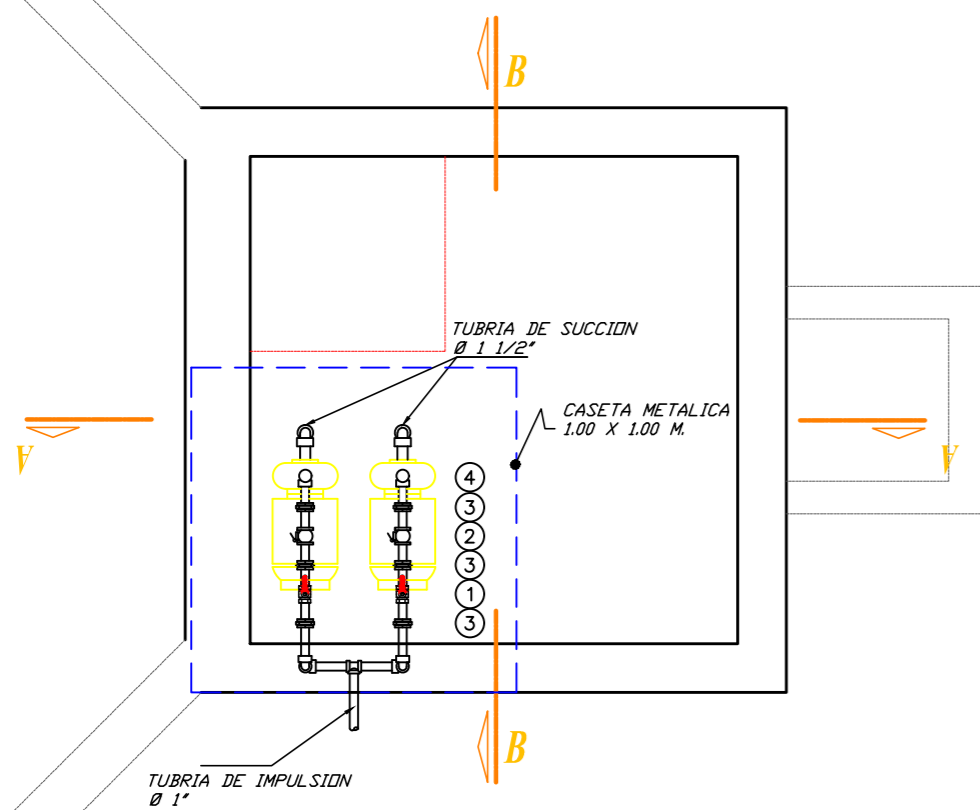
CORTE C - C
ESC : 1/25



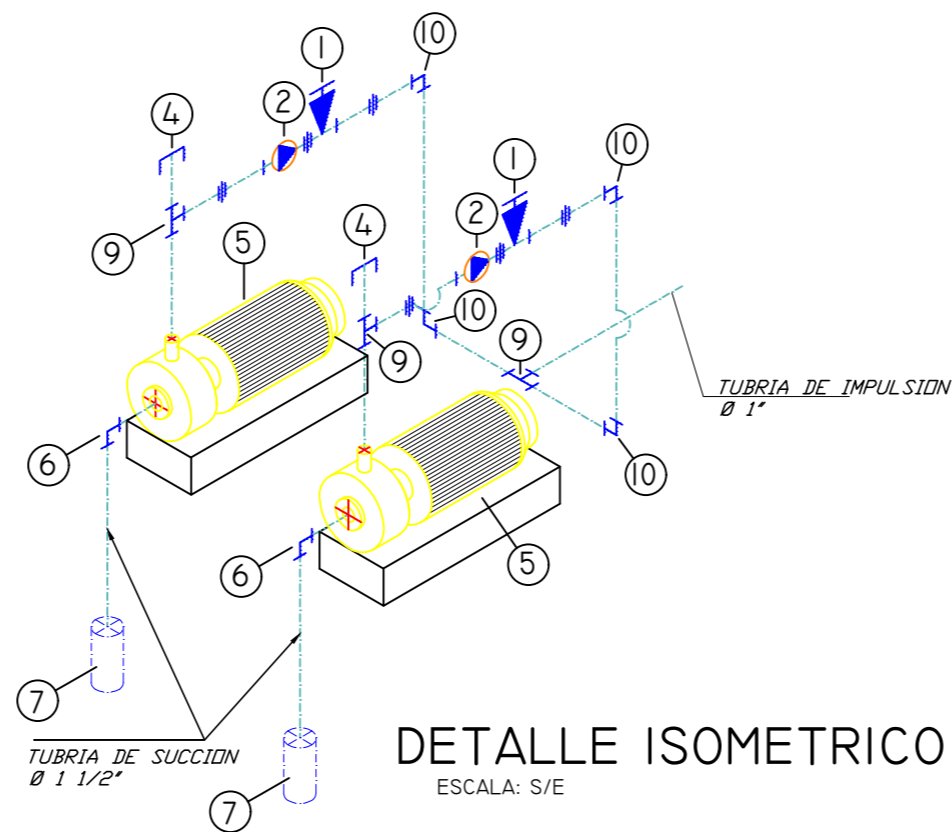
ESQUEMA ISOMETRICO
ESCALA: S/E

LEYENDA		
Nº	DESCRIPCION	CANT.
1	VALVULA DE CIERRE Ø 3\"/>	01
2	UNION UNIVERSAL Ø 3\"/>	02
3	ADAPTADOR PVC SAP Ø 3\"/>	02
4	CONO DE REBOSE Ø3\"/>	01
5	UNION SIMPLE Ø 3\"/>	01
6	CODO Ø 3\"/>	01
7	BRIDA ROMPEAGUA Ø 3\"/>	04

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
TÍTULO DE GRADO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"		
PLANO:	CAPTACIÓN	FECHA:
COMPONENTE:	SISTEMA DE AGUA POTABLE	AGOSTO 2022
BACHILLER:	FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA	ESCALA:
		INDICADA
	LOCALIDAD: MATIPACCA DISTRITO: HUAYLLAY GRANDE PROVINCIA: ANGARAES DEPARTAMENTO: HUANCAYELICA	LÁMINA Nº:
		L-04

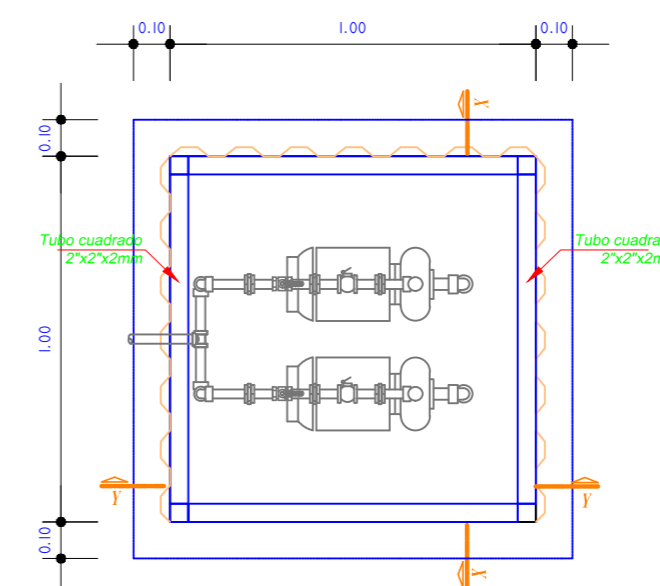


PLANTA DE SISTEMA DE BOMBEO
ESC : 1/25

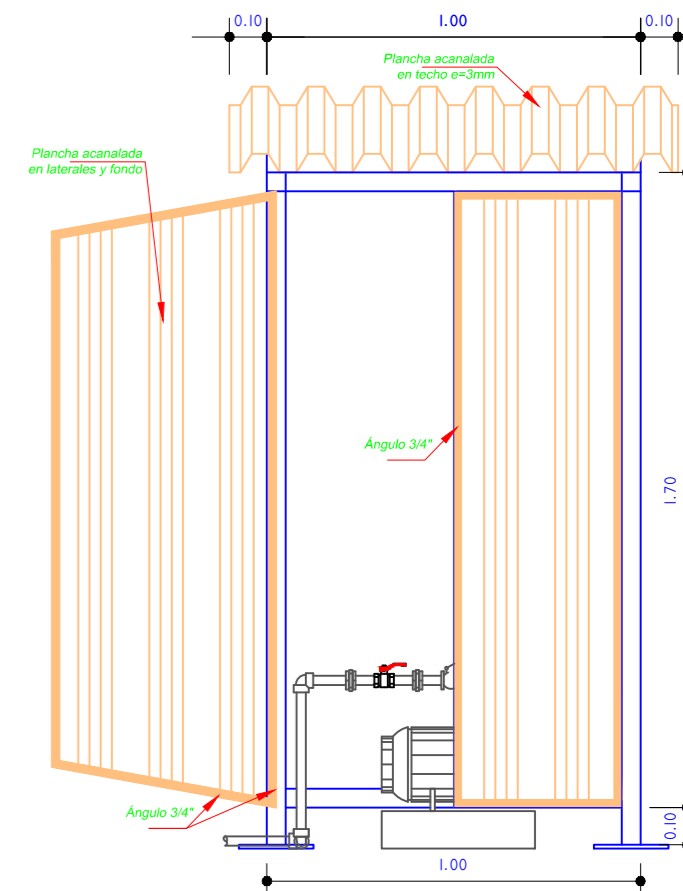


DETALLE ISOMETRICO
ESCALA: S/E

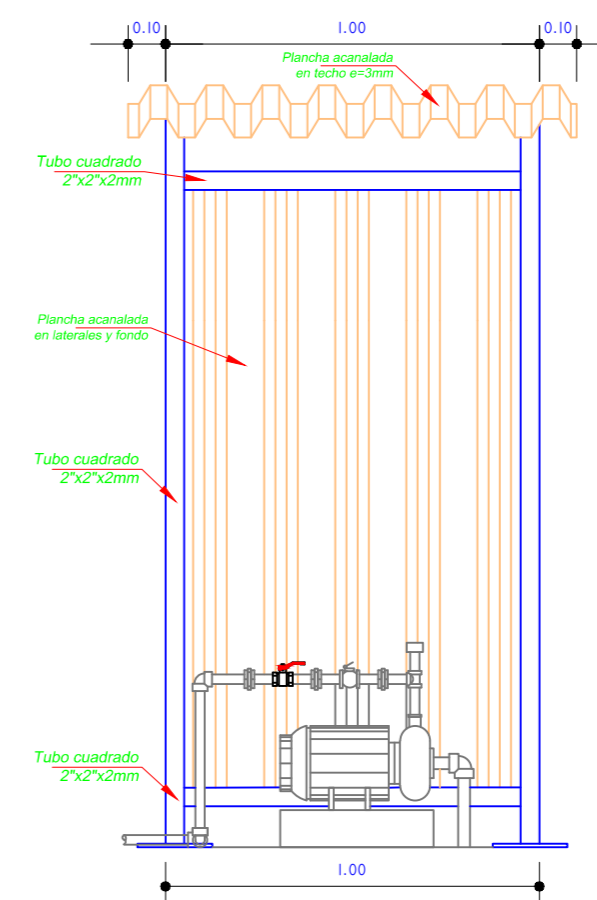
LEYENDA		
Nº	DESCRIPCION	CANT.
1	VALVULA DE COMPUERTA Ø 1"	02
2	VALVULA CHECK Ø 1"	02
3	UNION UNIVERSAL Ø 1"	06
4	TAPON DE CEBADO Ø 1"	02
5	ELECTROBOMBA	02
6	CODO Ø 1 1/2"	02
7	VALVULA DE PIE + CANASTILLA DE SUCCION Ø 1 1/2"	02
8	BRIDA ROMPEAGUA Ø 1 1/2"	02
9	TEE Ø 1"	03
10	CODO Ø 1"	04



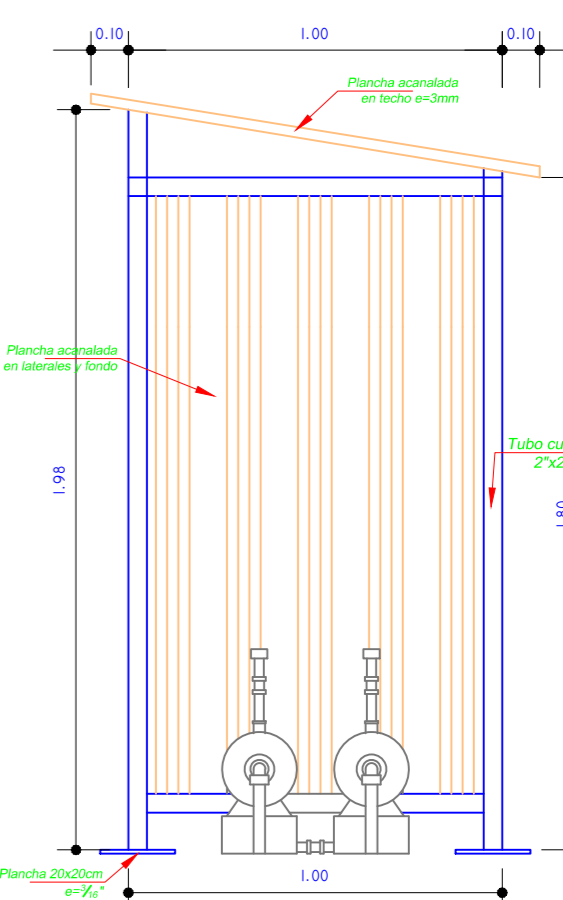
PLANTA DE CASETA DE PROTECCION
ESC : 1/20



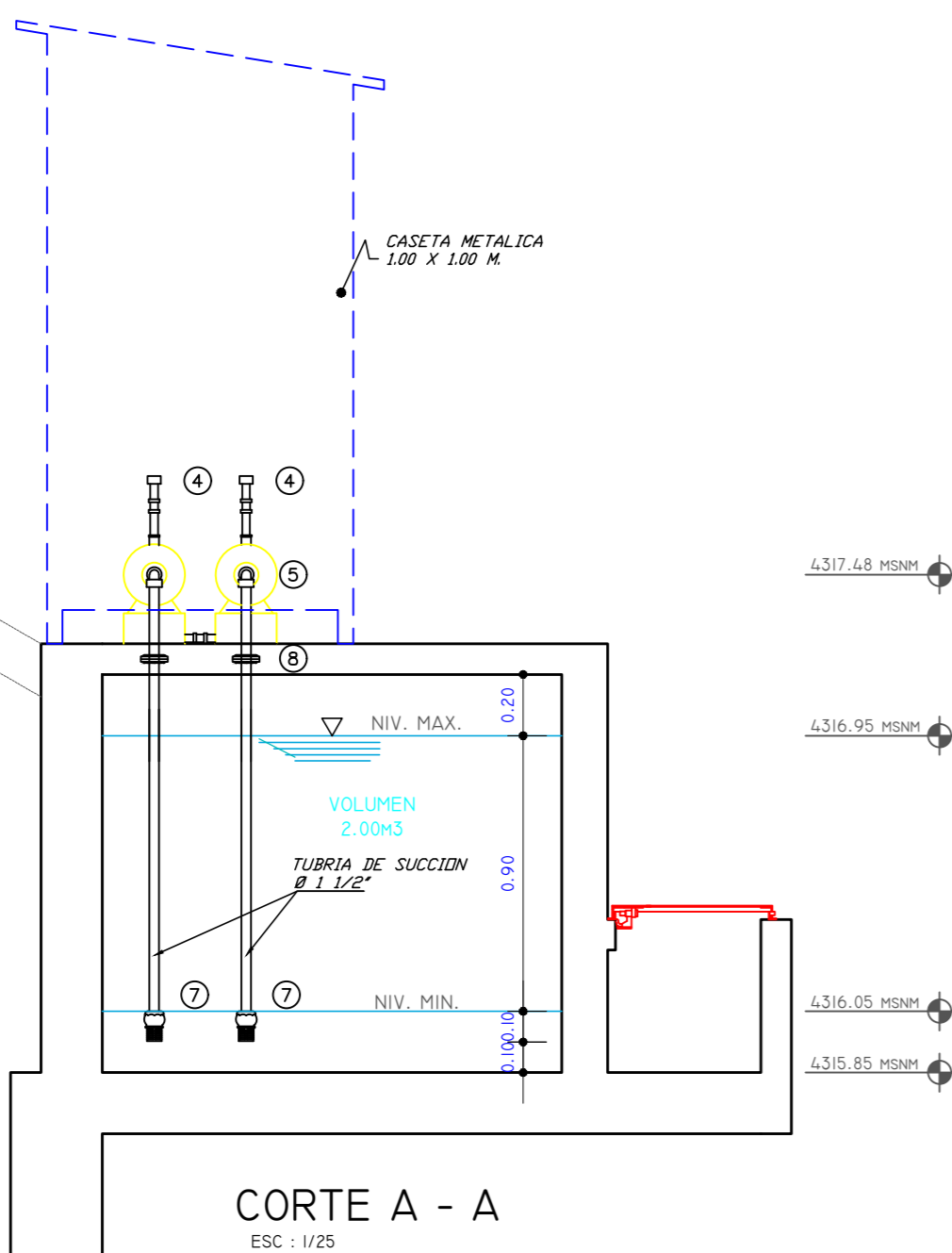
VISTA FRONTAL
ESC : 1/20



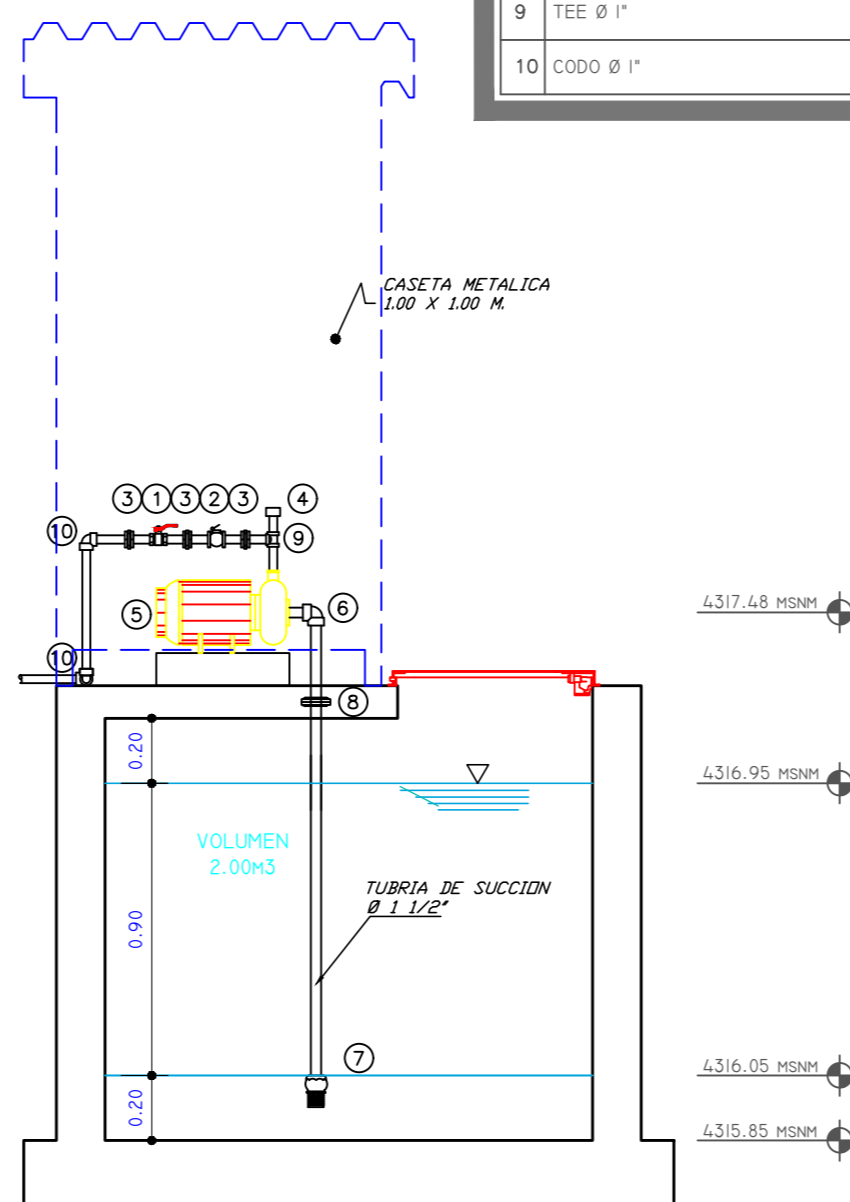
CORTE X-X
ESC : 1/20



CORTE Y-Y
ESC : 1/20

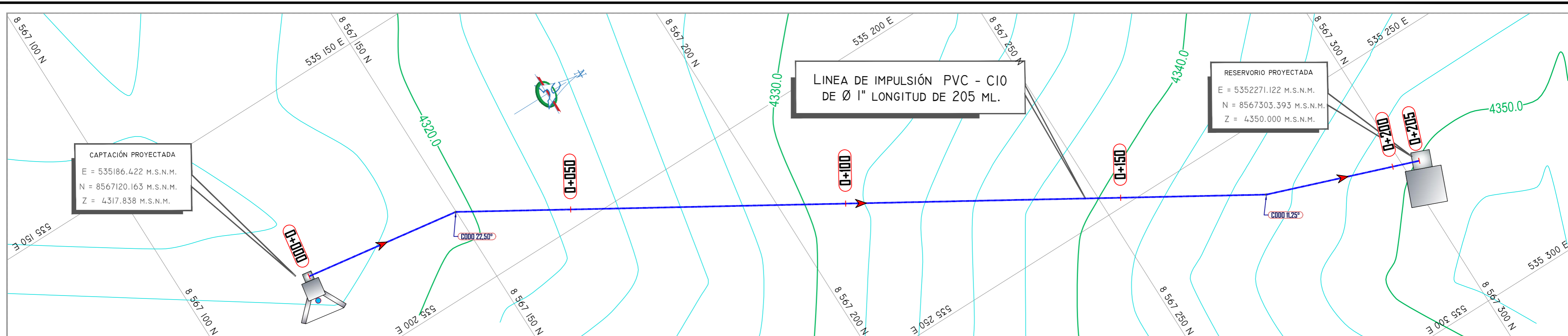


CORTE A - A
ESC : 1/25

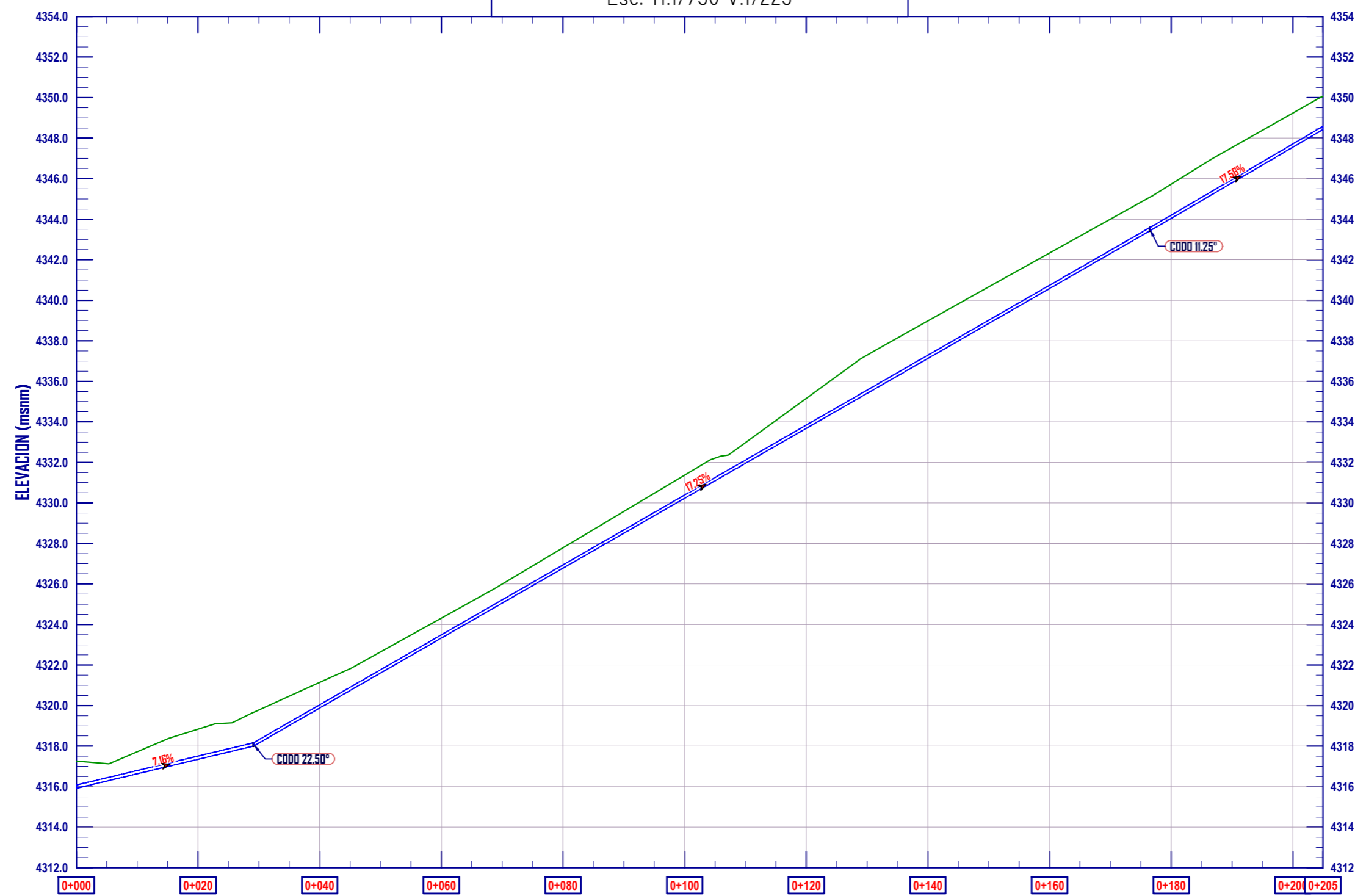


CORTE B - B
ESC : 1/25

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	TESIS DE GRADO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGIA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"		
PLANO:	ESTACION DE BOMBEO	FECHA:	AGOSTO 2022
COMPONENTE:	SISTEMA DE AGUA POTABLE	LOCALIDAD:	MATIPACCA
BACHELIER:	FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA	DISTRITO:	HUAYLLAY GRANDE
		PROVINCIA:	ANGARAES
		DEPARTAMENTO:	HUANCAYELICA
		ESCALA:	INDICADA
		LAMINA N°:	L-05

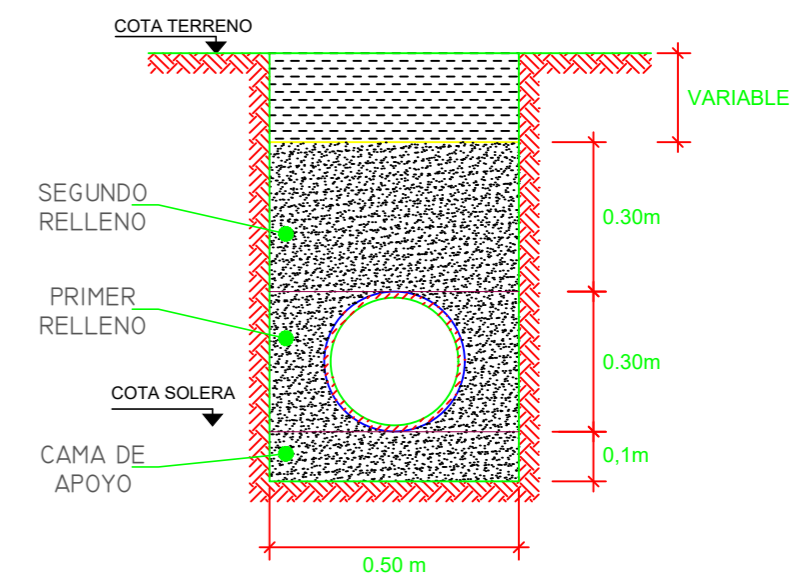


PERFIL LONGITUDINAL - RED DE ADUCCIÓN
 Esc. H:1/750 V:1/225



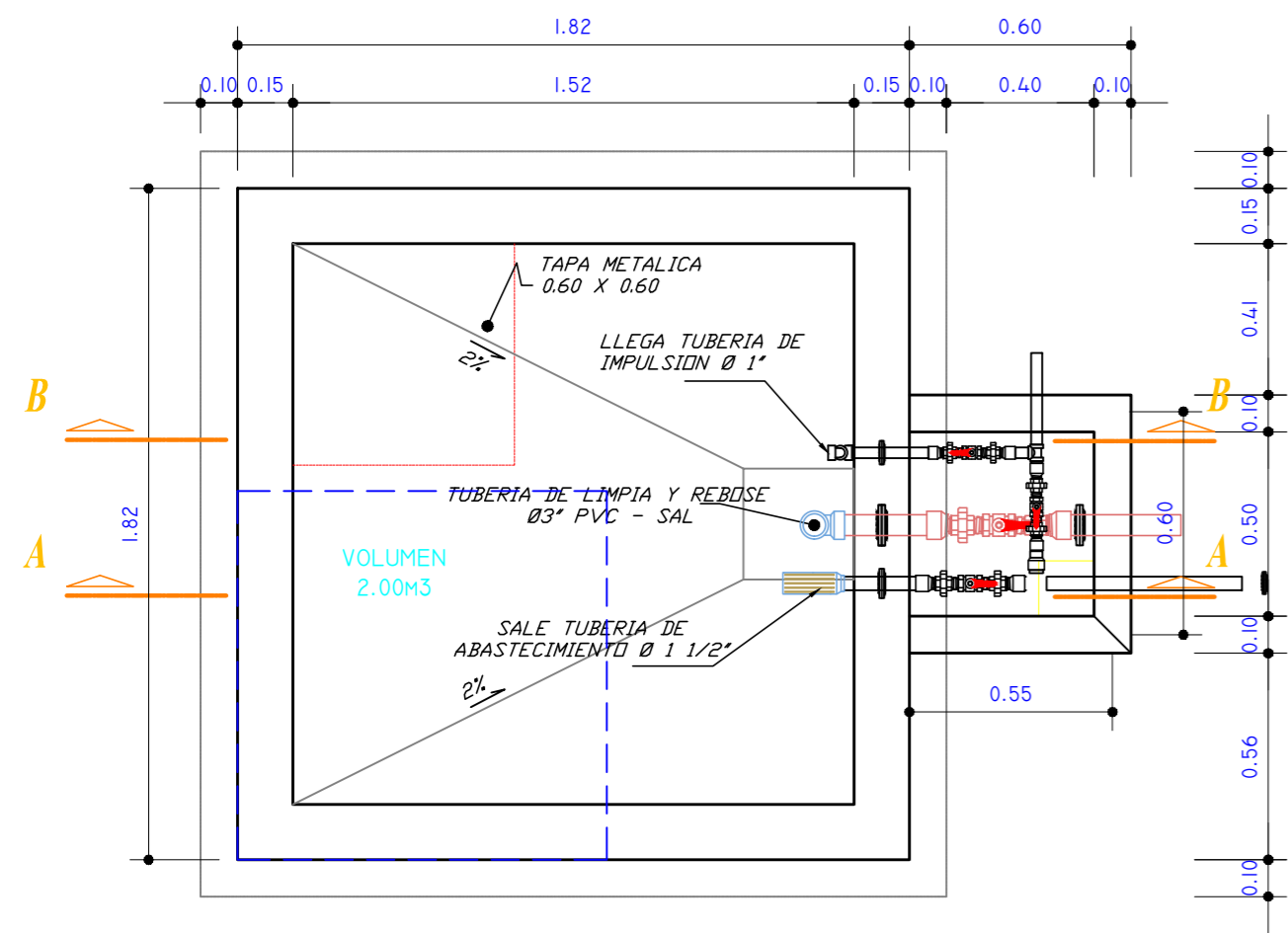
COTA TERRENO	4317.27	4318.84	4321.14	4324.31	4327.78	4331.37	4335.16	4338.99	4342.34	4345.73	4349.24	4350.07
COTA RASANTE	4315.92	4317.35	4319.88	4323.33	4326.78	4330.22	4333.67	4337.12	4340.57	4344.03	4347.55	4349.41
ALTURA CORTE	1.35	1.49	1.27	0.99	1.01	1.14	1.48	1.86	1.76	1.70	1.69	1.65
PENDIENTE TUB	S=7.16% en 29.19m			S=17.25% en 149.54m						S=17.56% en 28.90m		

PLANTA - RED DE IMPULSIÓN
 ESC: 1/500

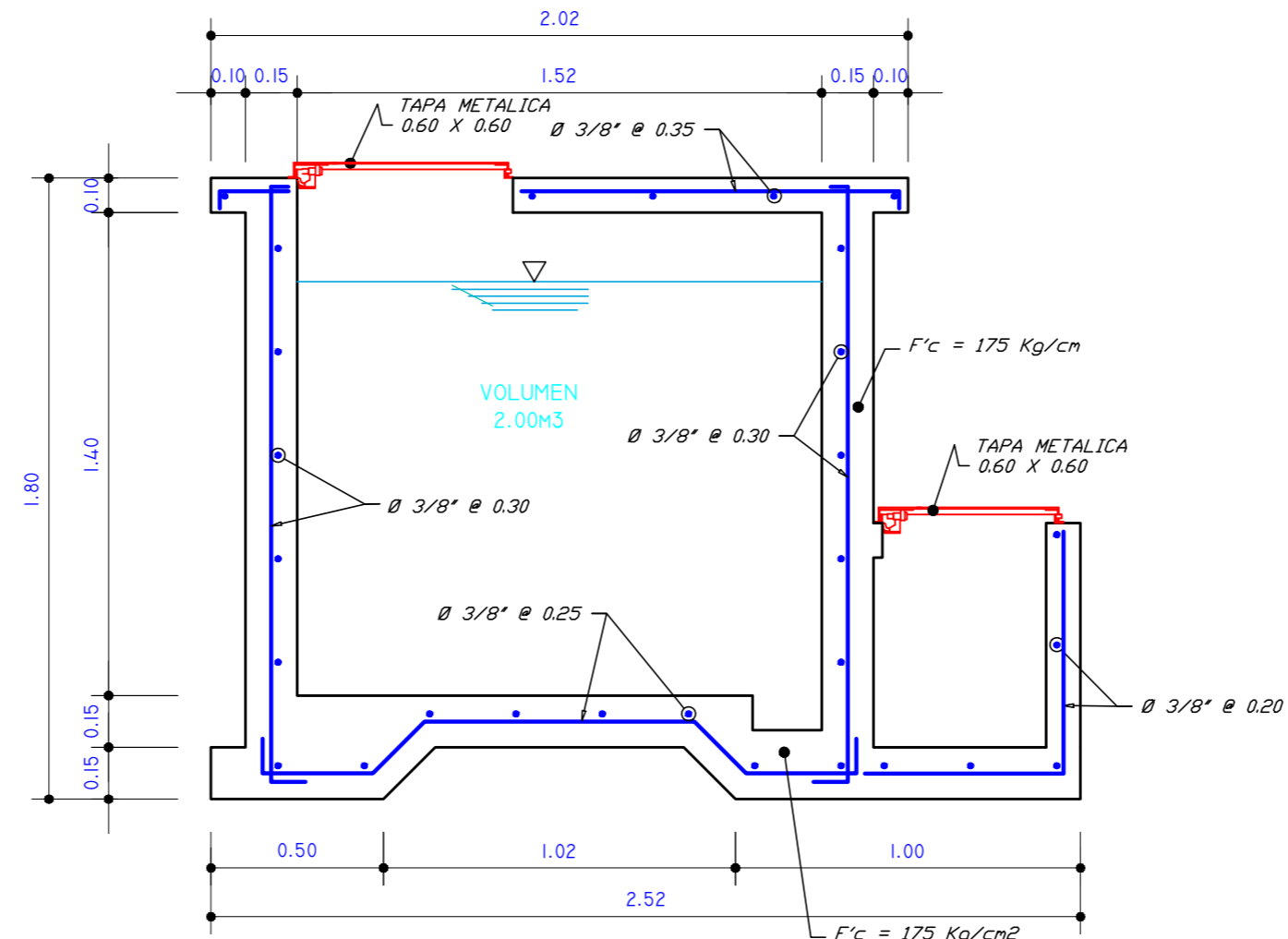


SECCION TIPICA DE TUBERIAS
 ESC: 1/15

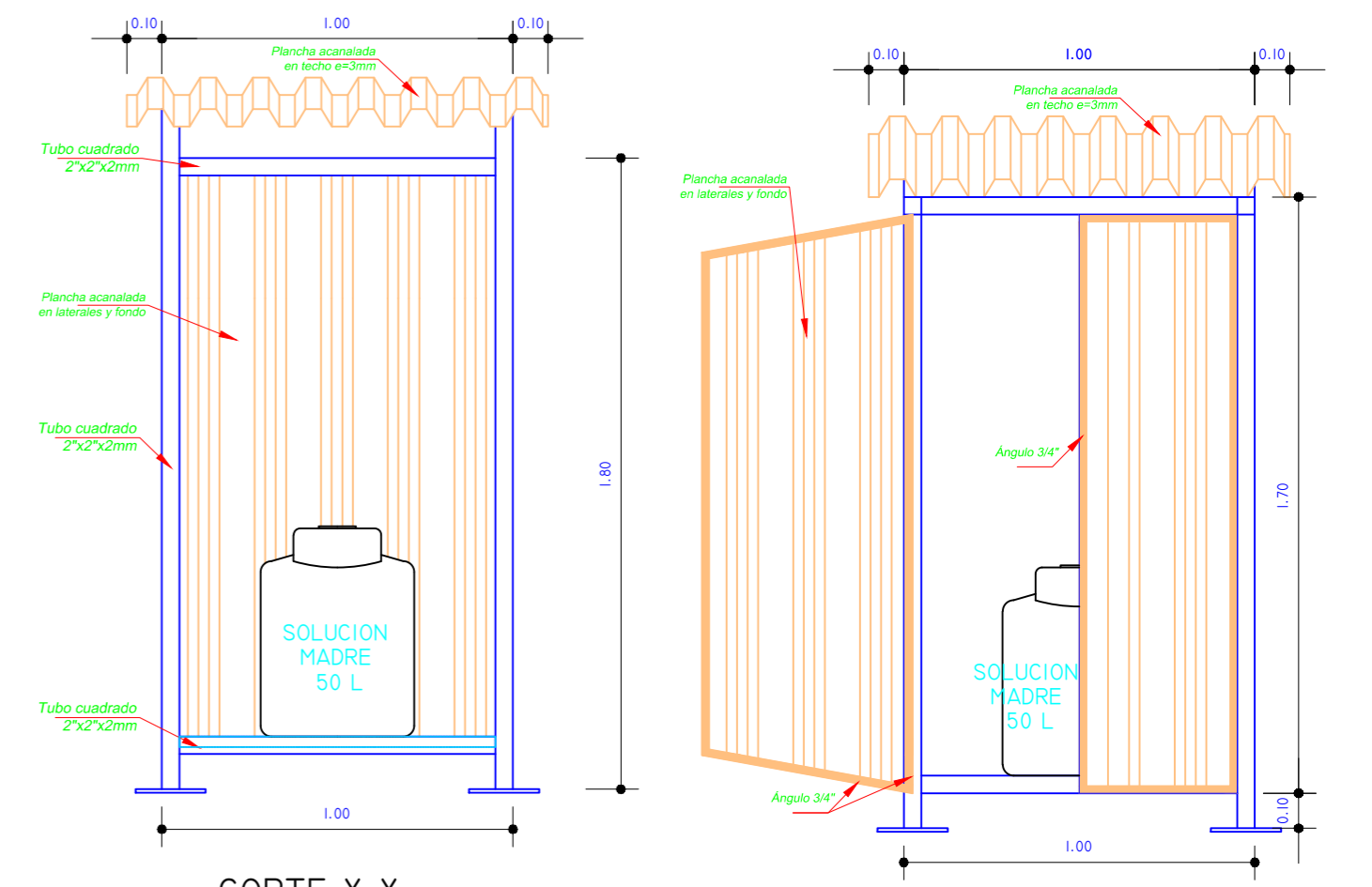
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	TÍTULO DE GRADO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"		
PLANO:	LÍNEA DE IMPULSIÓN	FECHA:	AGOSTO 2022
COMPONENTE:	SISTEMA DE AGUA POTABLE	LOCALIDAD:	MATIPACCA
BACHELIER:	FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA	DISTRITO:	HUAYLLAY GRANDE
		PROVINCIA:	ANGARAES
		DEPARTAMENTO:	HUANCAYELICA
		ESCALA:	INDICADA
		LÁMINA N°:	L-06



PLANTA DE RESERVORIO
ESC : 1/20

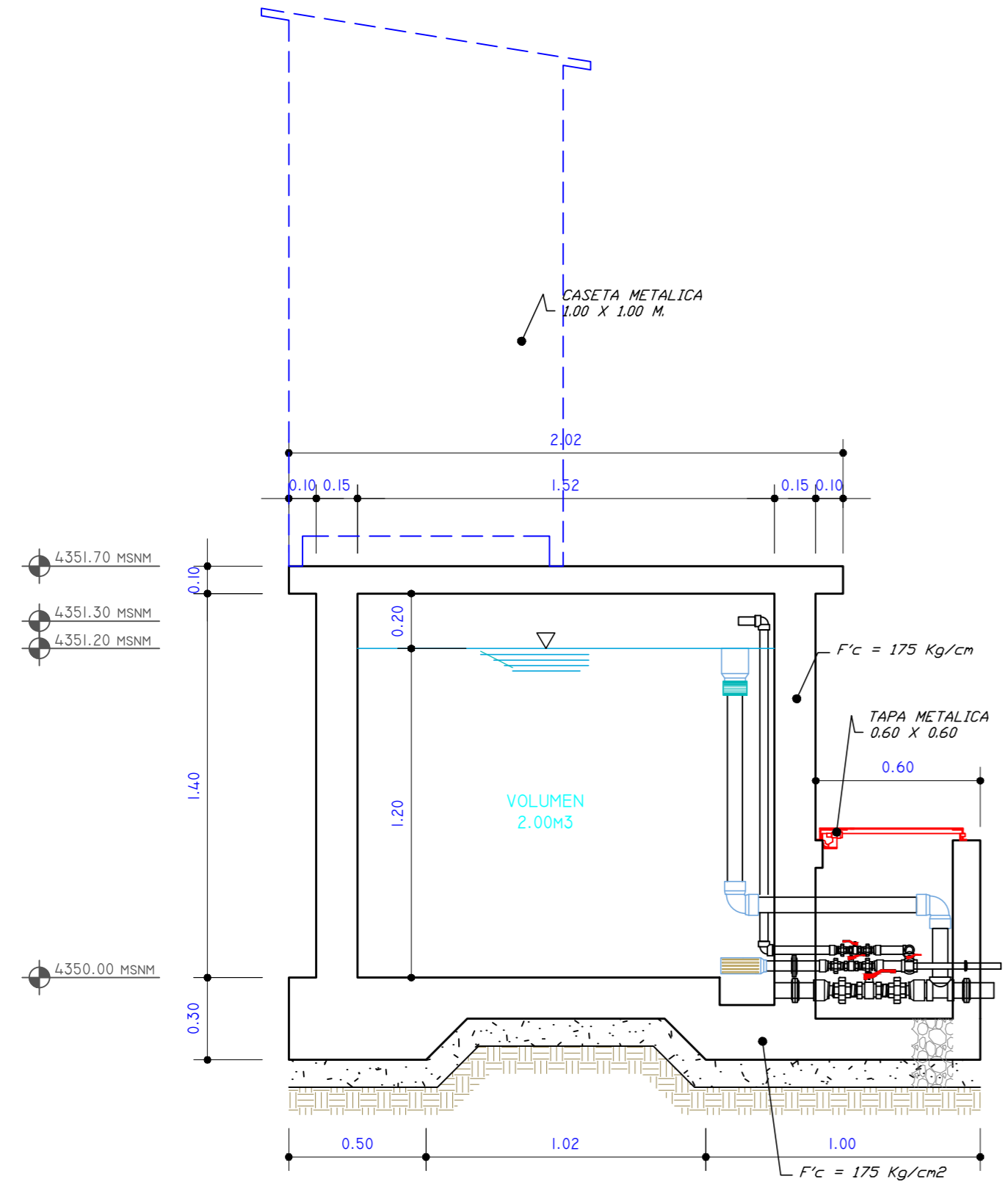


CORTE B - B
ESC : 1/20

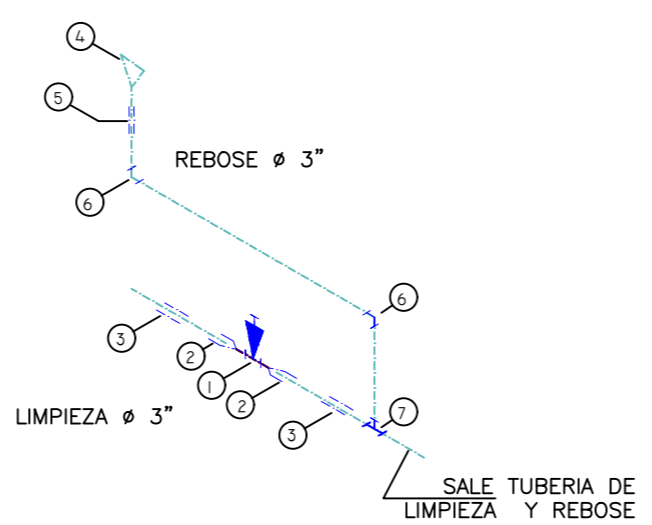


CORTE X-X
ESC : 1/20

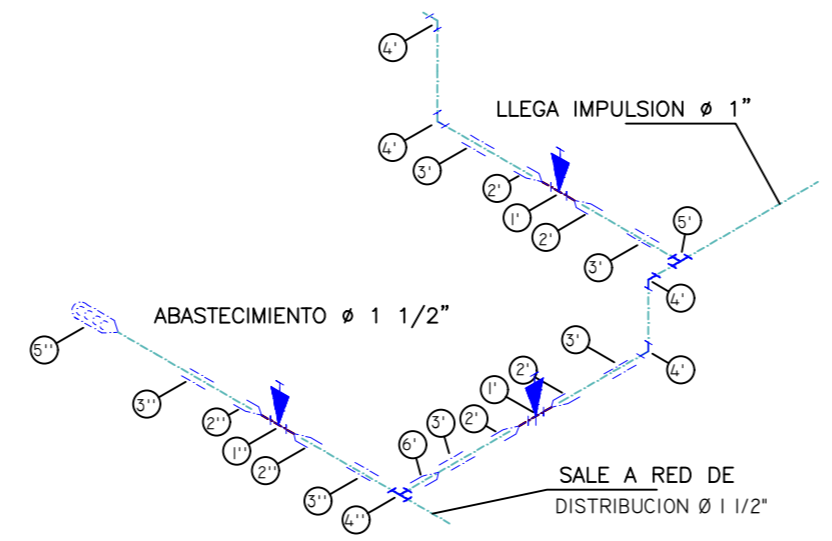
VISTA FRONTAL
ESC : 1/20



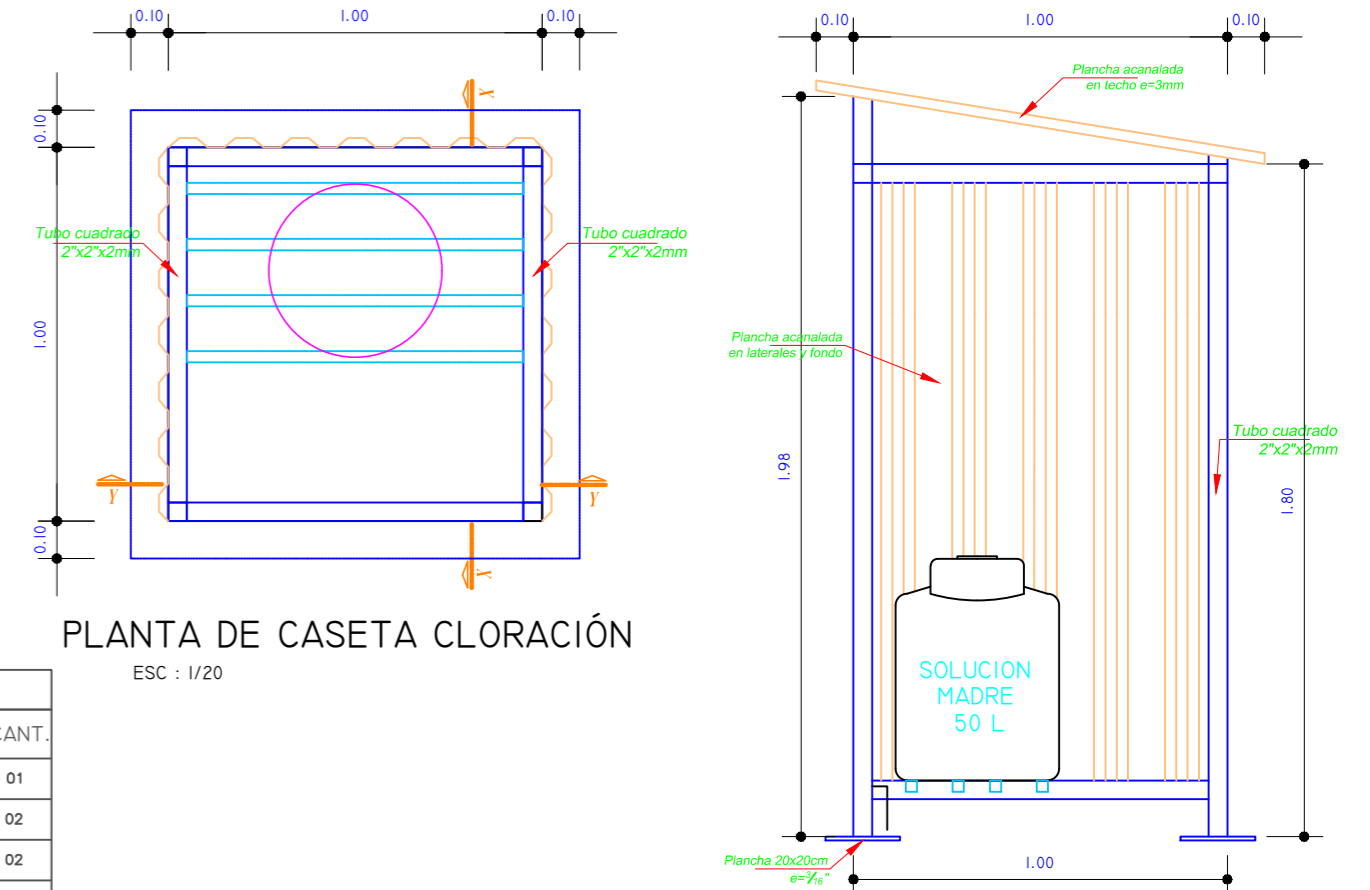
CORTE A - A
ESC : 1/20



ISOMETRICO LIMPIEZA Y REBOSE
ESCALA: S/E



ISOMETRICO LLEGADA Y SALIDA DE AGUA
ESCALA: S/E

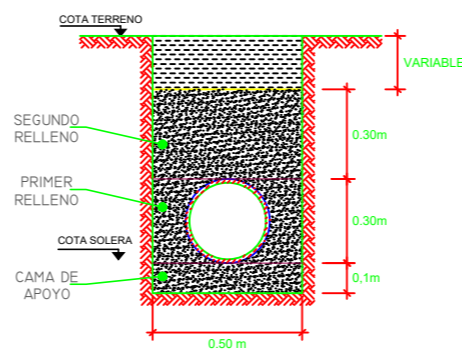
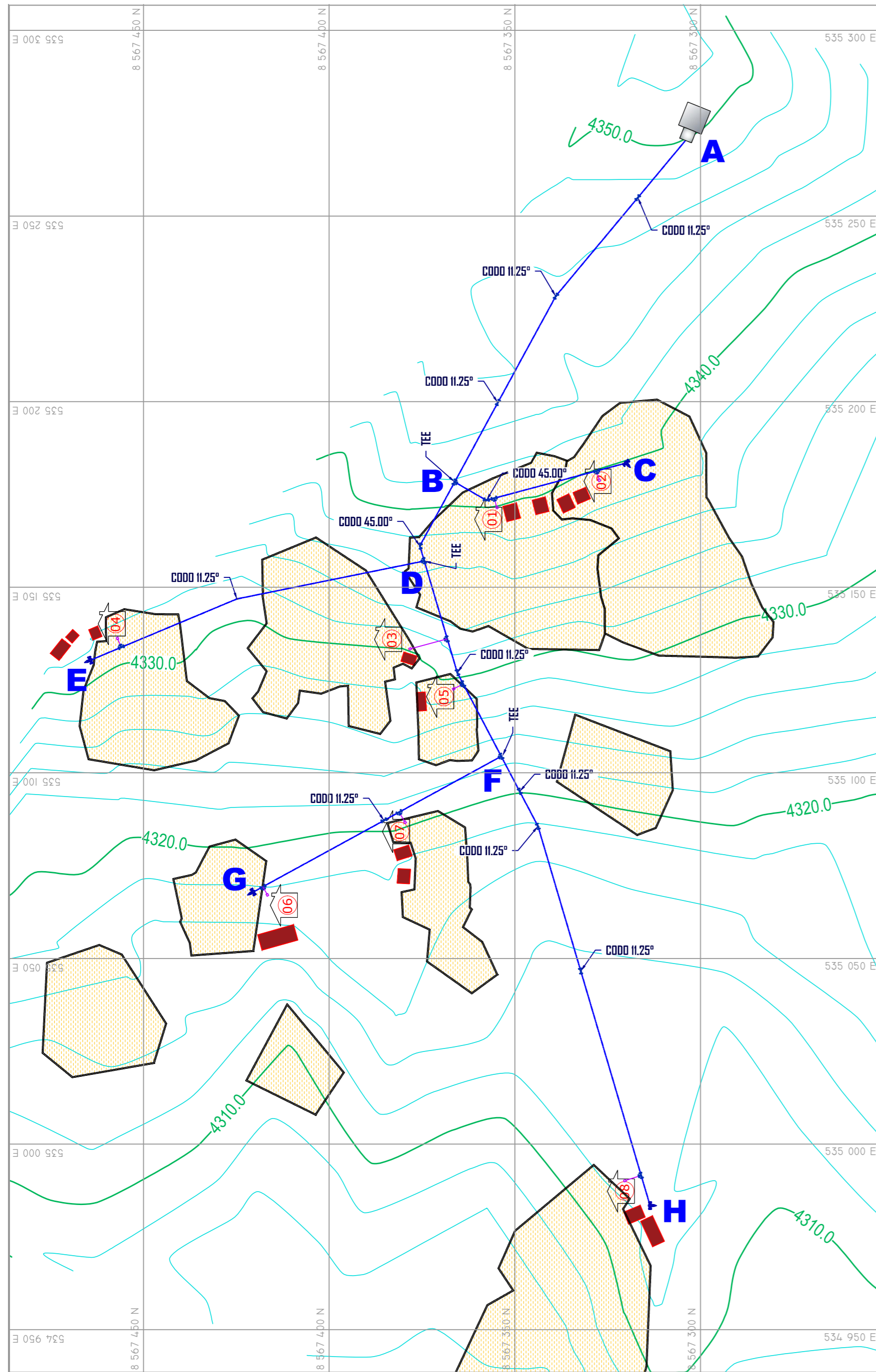


PLANTA DE CASETA CLORACIÓN
ESC : 1/20

CORTE Y-Y
ESC : 1/20

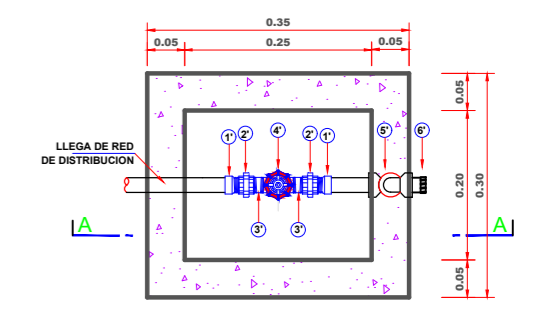
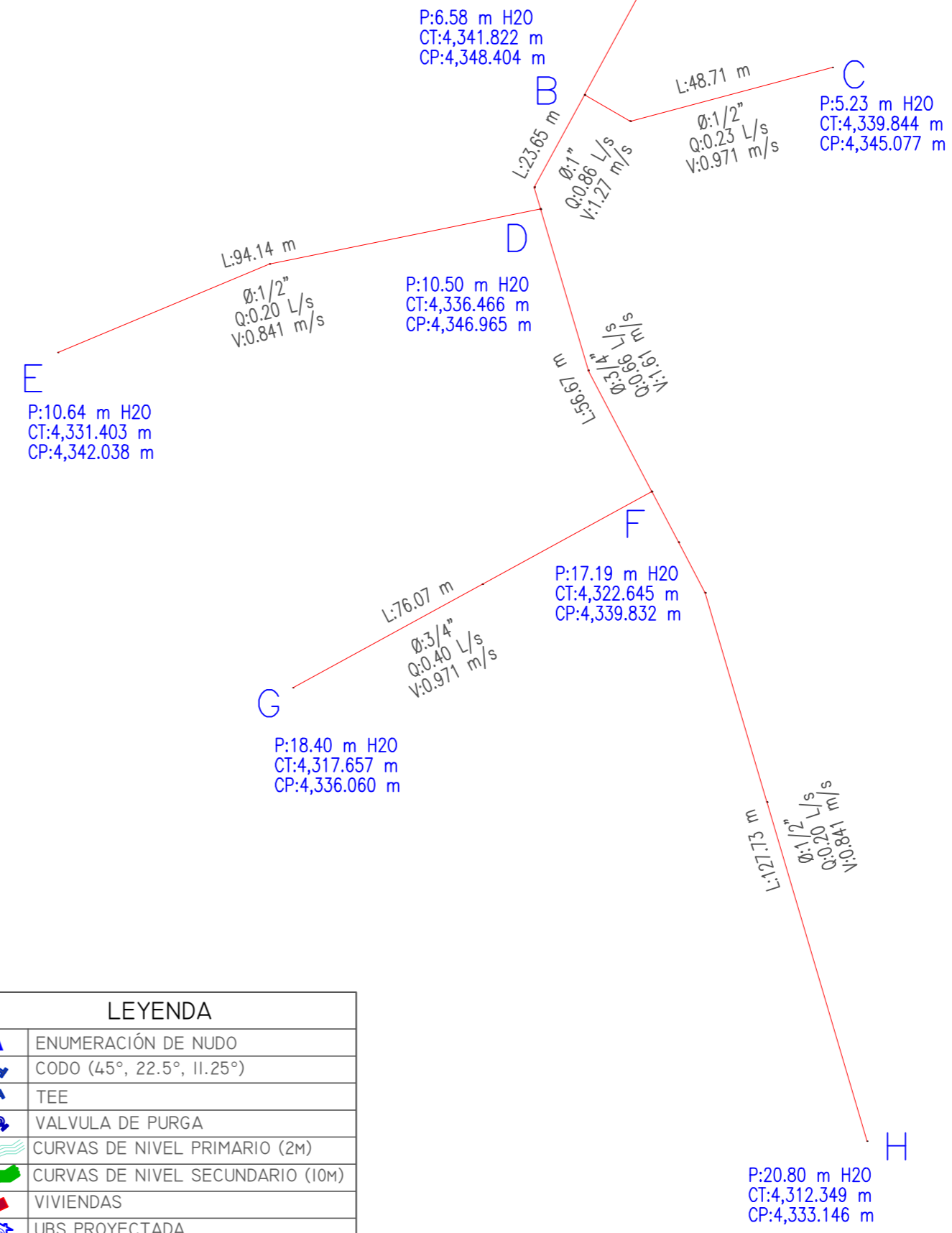
LEYENDA		
Nº	DESCRIPCION	CANT.
1	VALVULA DE COMPUERTA Ø 3" PARA LIMPIEZA	01
2	UNION UNIVERSAL Ø 3" ROSCA EXTERNA Y CAMPANA	02
3	ADAPTADOR PVC SAP Ø 3"	02
4	CONO DE REBOSE Ø3" X 6"	01
5	UNION SIMPLE Ø 3"	01
6	CODO Ø 3" 90°	02
7	TEE Ø 3"	01
8	BRIDA ROMPEAGUA Ø 3"	03
1"	VALVULA DE COMPUERTA Ø 1" DE LLEGADA DE IMPULSION	02
2"	UNION UNIVERSAL Ø 1" ROSCA EXTERNA Y CAMPANA	04
3"	ADAPTADOR PVC SAP Ø 1"	04
4"	CODO DE 90° Ø 1"	03
5"	TEE Ø 3"	01
6"	REDUCCION DE Ø 1 1/2" A Ø 1"	01
7"	BRIDA ROMPEAGUA Ø 1"	02
1"	VALVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/2" PARA ABASTECIMIENTO	01
2"	UNION UNIVERSAL Ø 1 1/2" ROSCA EXTERNA Y CAMPANA	02
3"	ADAPTADOR PVC SAP Ø 1 1/2"	02
4"	TEE Ø 1 1/2"	01
5"	CANASTILLA DE BRONCE Ø 3"	01
6"	BRIDA ROMPEAGUA Ø 1 1/2"	02

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
TÍTULO DE GRADO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE*"		
PLANO:	RESERVORIO	FECHA:
COMPONENTE:	SISTEMA DE AGUA POTABLE	AGOSTO 2022
BACHILLER:	FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA	ESCALA:
		INDICADA
LOCALIDAD:	MATIPACCA	LÁMINA Nº:
DISTRITO:	HUAYLLAY GRANDE	L-07
PROVINCIA:	ANGARAES	
DEPARTAMENTO:	HUANCAYELICA	

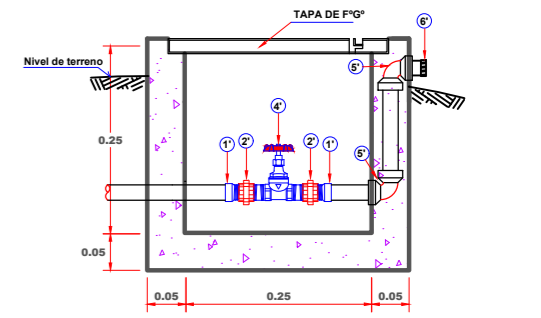


SECCION TIPICA DE TUBERIAS
ESC: 1/25

LEYENDA	
A	ENUMERACIÓN DE NUDO
B, C, D, E, F, G, H	CODO (45°, 22.5°, 11.25°)
TEE	TEE
VALVULA DE PURGA	VALVULA DE PURGA
CURVAS DE NIVEL PRIMARIO (2M)	CURVAS DE NIVEL PRIMARIO (2M)
CURVAS DE NIVEL SECUNDARIO (10M)	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIO (10M)
VIVIENDAS	VIVIENDAS
UBS PROYECTADA	UBS PROYECTADA
CORRAL DE ANIMALES	CORRAL DE ANIMALES

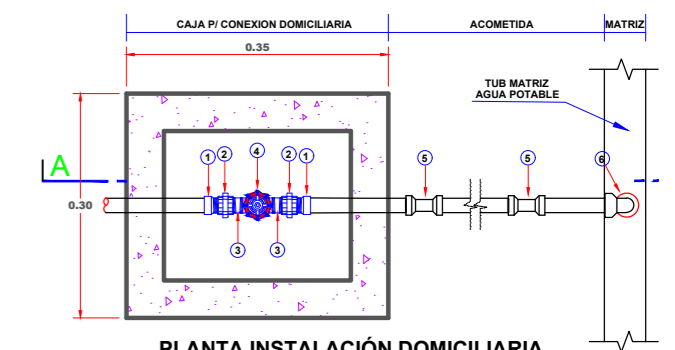


PLANTA DE VALVULA DE PURGA
ESC: 1:10

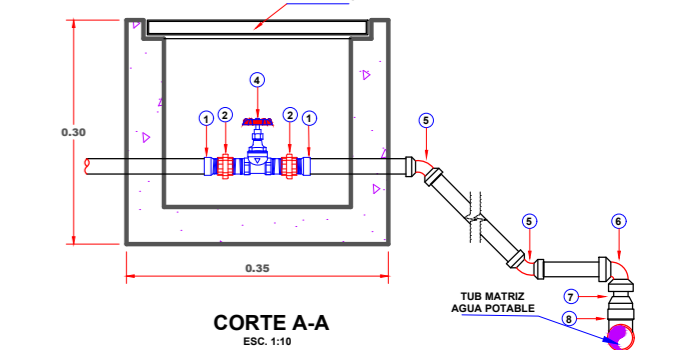


CORTE A-A
ESC: 1:10

LEYENDA		
Nº	ACCESORIOS EN VALV. DE PURGA	CANT.
1	ADAPTADOR PVC SAP Ø 1/2"	02
2	UNION UNIVERSAL Ø 1/2" ROSCA EXTERNA Y CAMPANA	02
3	NIPLE DE 1" Ø 1/2"	02
4	VALVULA DE CIERRE Ø 3" PARA LIMPIEZA	01
5	CODO Ø 1/2" 90°	02
6	TAPON PERFORADO DE Ø 1/2"	01
7	CAJA DE CONCRETO DE Ø 35x35x30.30 P/PURGA.	01
8	TAPA DE 1" Ø	01



PLANTA INSTALACIÓN DOMICILIARIA
ESC: 1:10



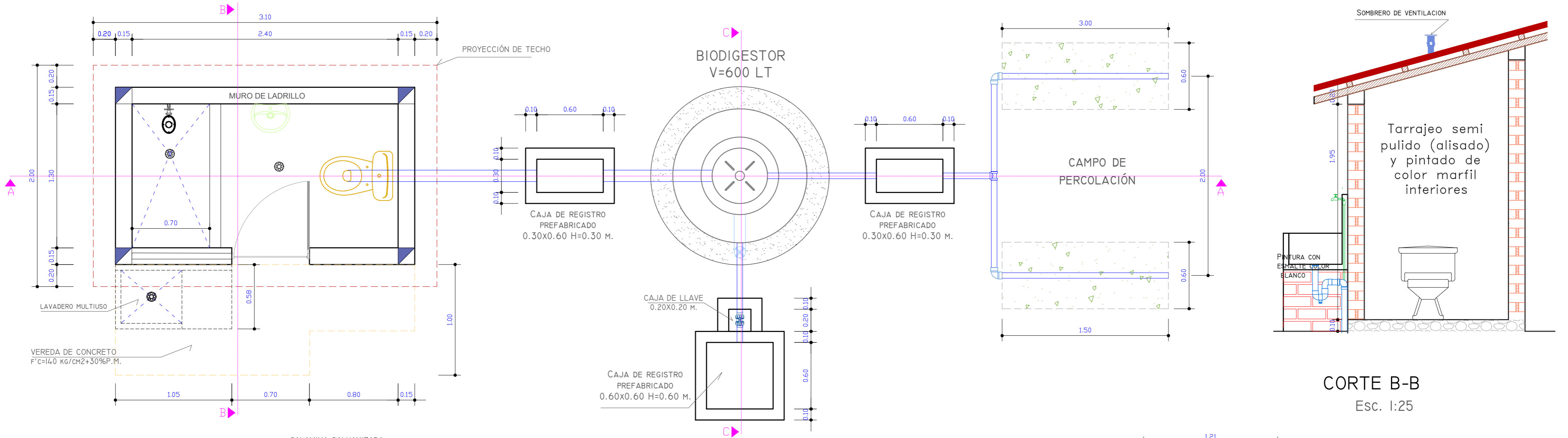
CORTE A-A
ESC: 1:10

LEYENDA		
Nº	ACCESORIOS EN CONX. DOMICILIARIA	CANT.
1	ADAPTADOR PVC SAP Ø 1/2"	02
2	UNION UNIVERSAL Ø 1/2" ROSCA EXTERNA Y CAMPANA	02
3	NIPLE DE 1" Ø 1/2"	02
4	VALVULA DE CIERRE Ø 3" PARA LIMPIEZA	01
5	CODO Ø 1/2" 90°	02
6	CODO Ø 1/2" 45°	01
7	REDUCCIÓN DE DISTRIBUCIÓN A Ø 1/2"	01
8	TEE DEL DIAMETRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	01
9	CAJA DE CONCRETO DE Ø 35x35x30.30 P/PURGA.	01
10	TAPA DE 1" Ø	01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

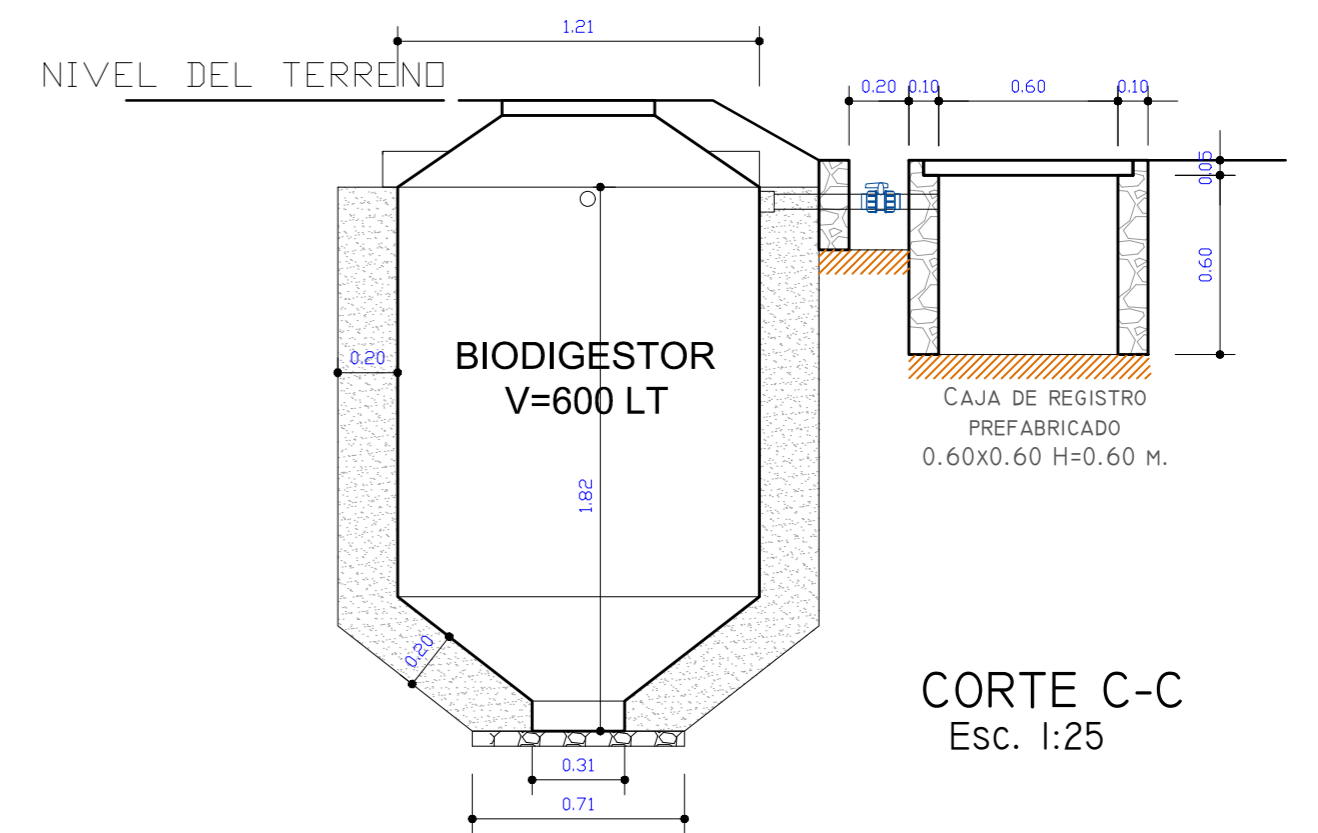
TÍTULO DE GRADO:
"PROPOSTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y
ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO
ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

PLANO: RED DE DISTRIBUCIÓN	FECHA: AGOSTO 2022	ESCALA: INDICADA
COMPONENTE: SISTEMA DE AGUA POTABLE	LOCALIDAD: MATIPACCA DISTRITO: HUAYLLAY GRANDE PROVINCIA: ANGARAES DEPARTAMENTO: HUANCAYELICA	LÁMINA Nº: L-08
BACHILLER: FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA		

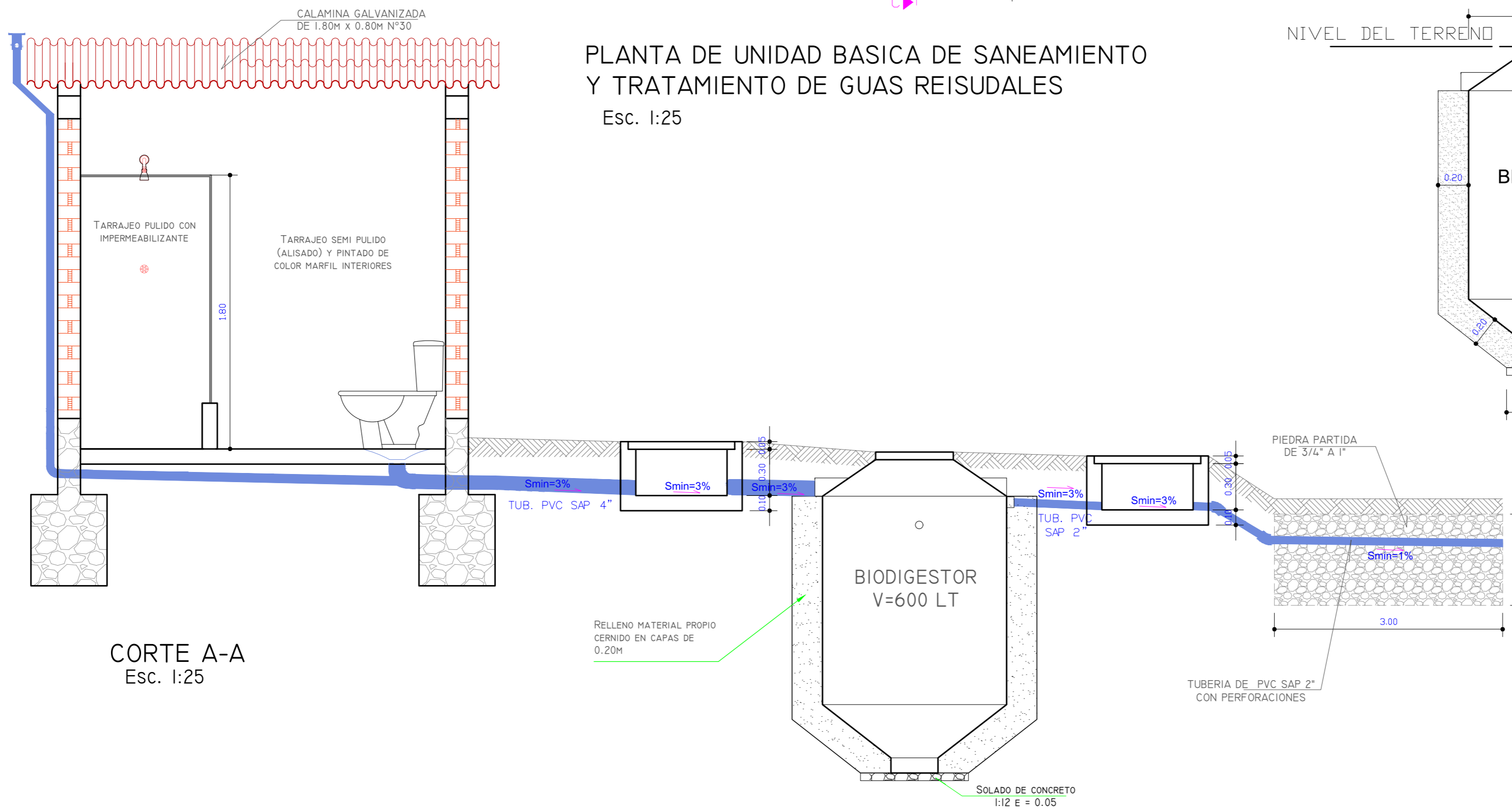


CORTE B-B
Esc. 1:25


PLANTA DE UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE GUAS REISUDALES
Esc. 1:25

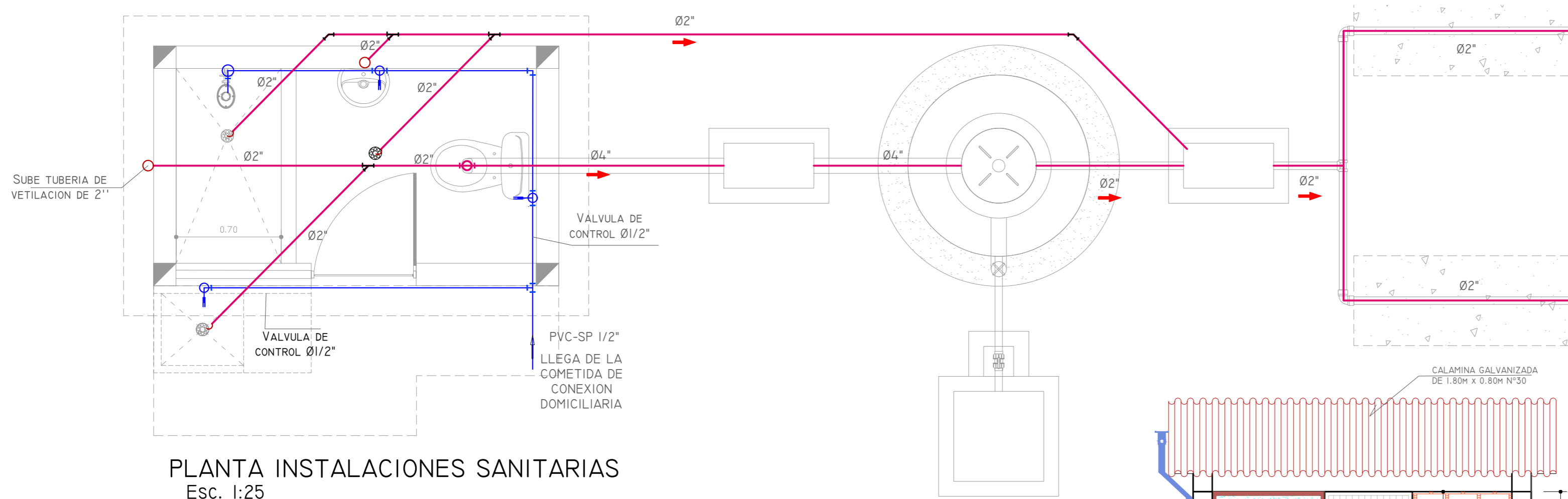


CORTE C-C
Esc. 1:25

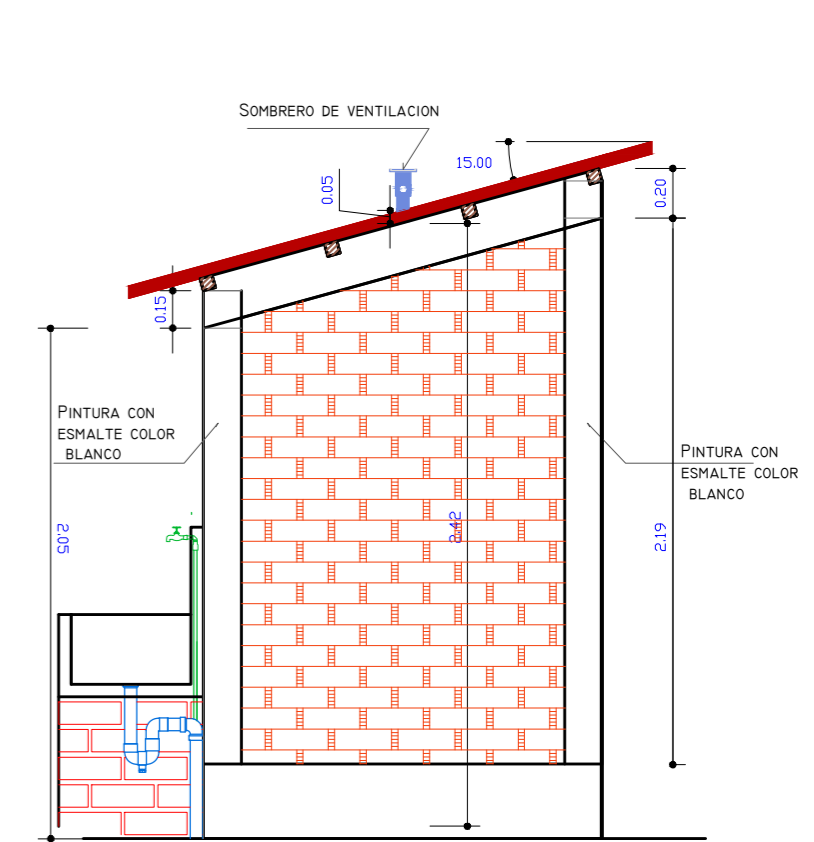


CORTE A-A
Esc. 1:25

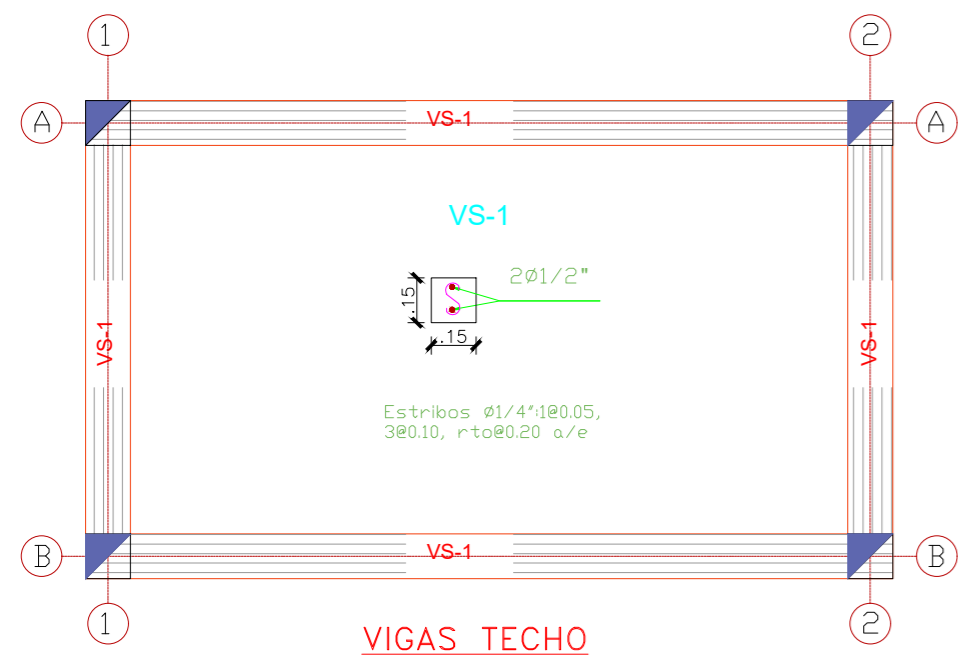
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
TÍTULO DE GRADO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE*"		
PLANO:	UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO	FECHA:
COMPONENTE:	SANEAMIENTO BÁSICO	AGOSTO 2022
BACHILLER:	FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA	ESCALA:
		INDICADA
	LOCALIDAD: MATIPACCA DISTRITO: HUAYLLAY GRANDE PROVINCIA: ANGARAE DEPARTAMENTO: HUANCAYELICA	LÁMINA N°:
		L-09



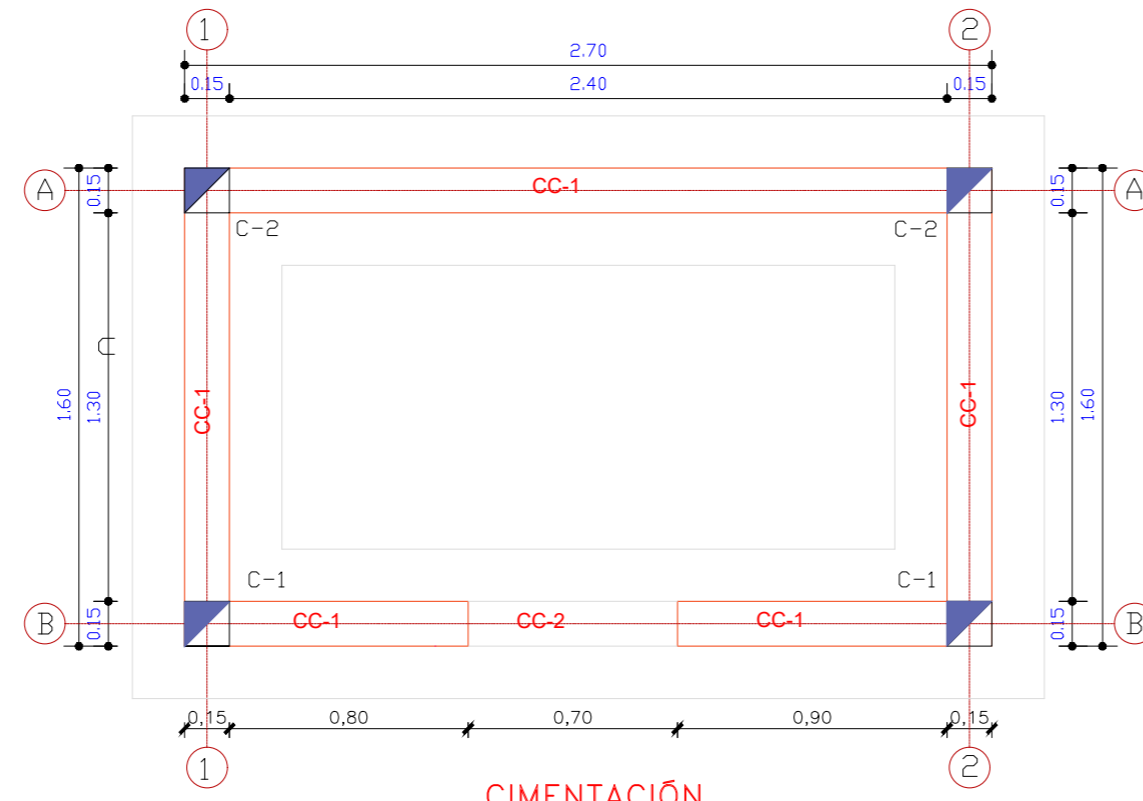
PLANTA INSTALACIONES SANITARIAS
Esc. 1:25



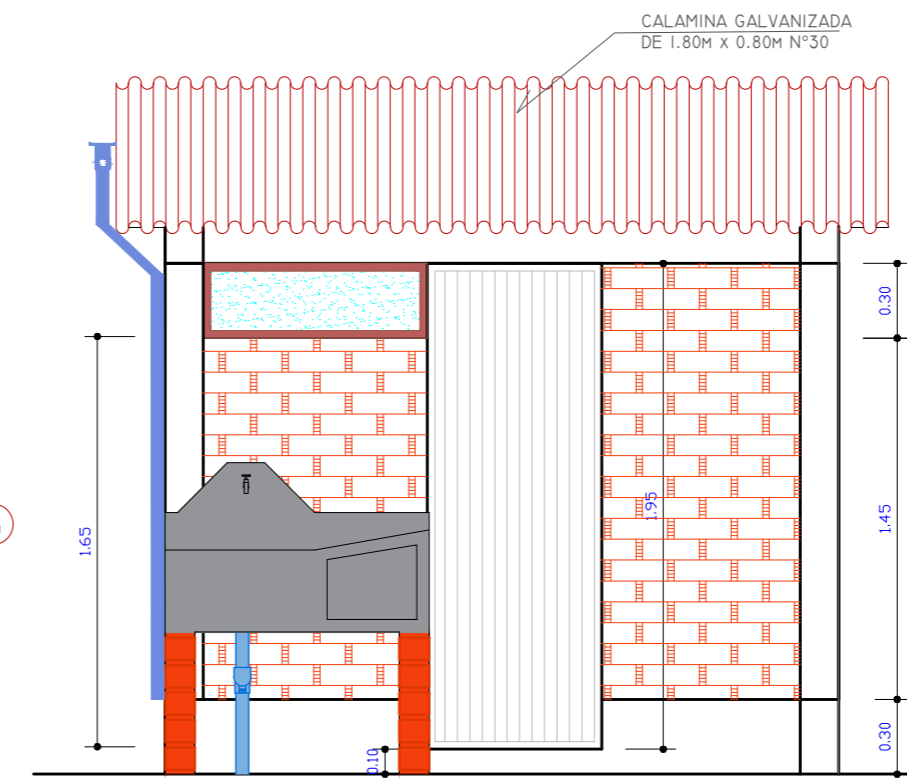
ELEVACIÓN LATERAL
Esc. 1:25



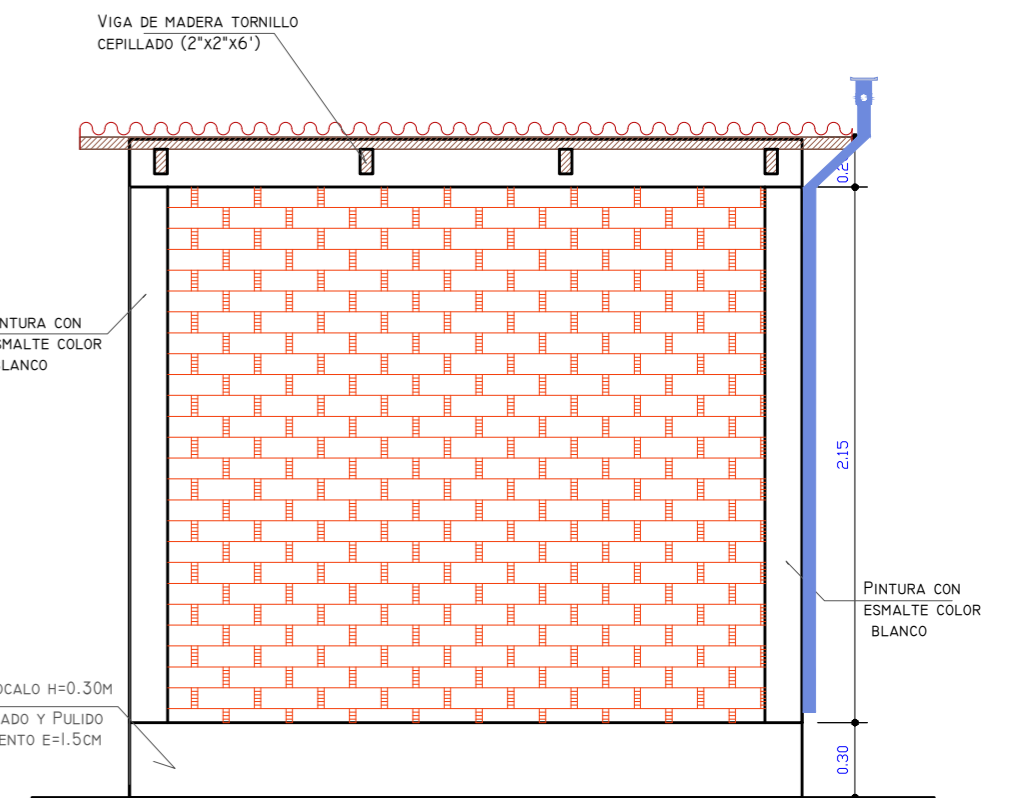
VIGAS TECHO
Esc. 1:25



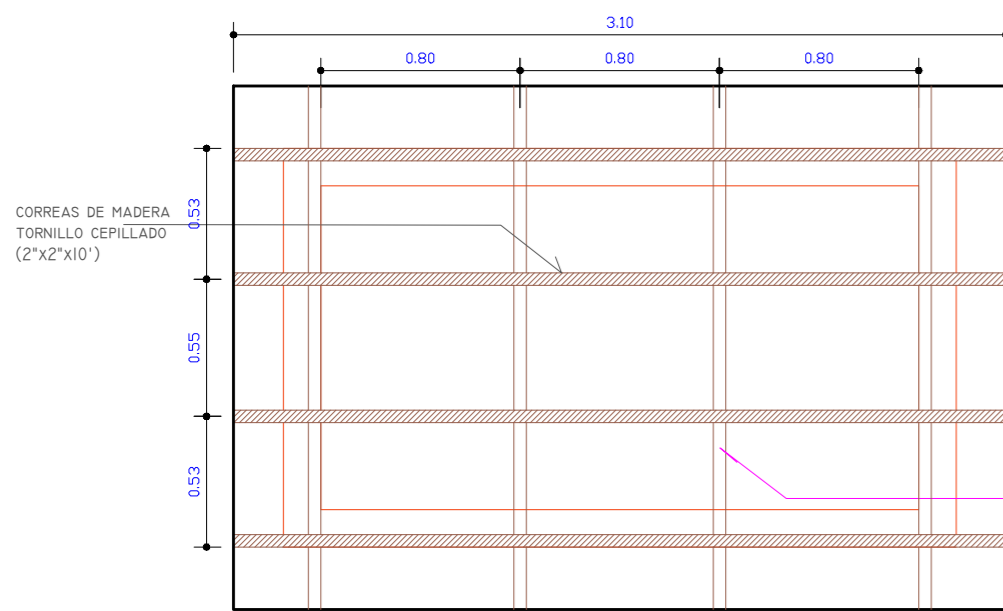
CIMENTACIÓN
Esc. 1:25



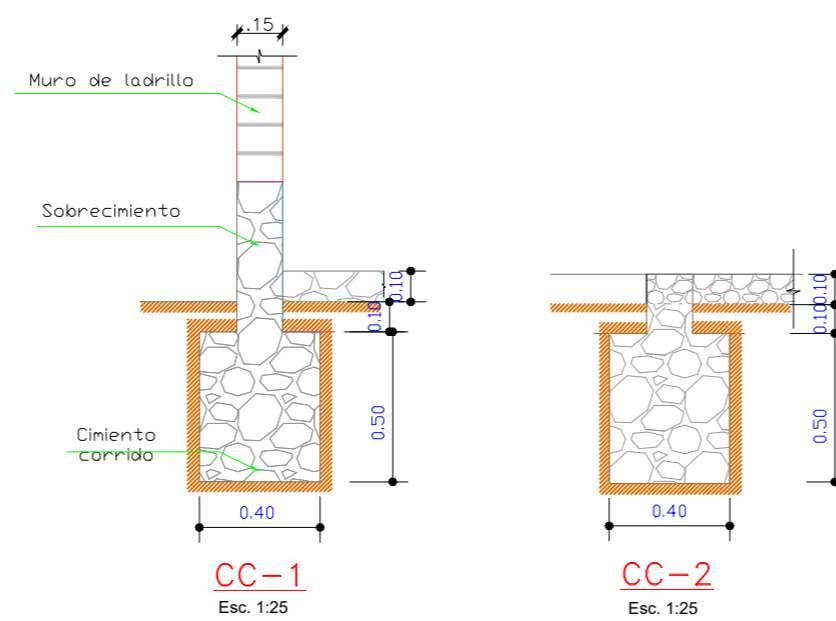
ELEVACIÓN FRONTAL
Esc. 1:25



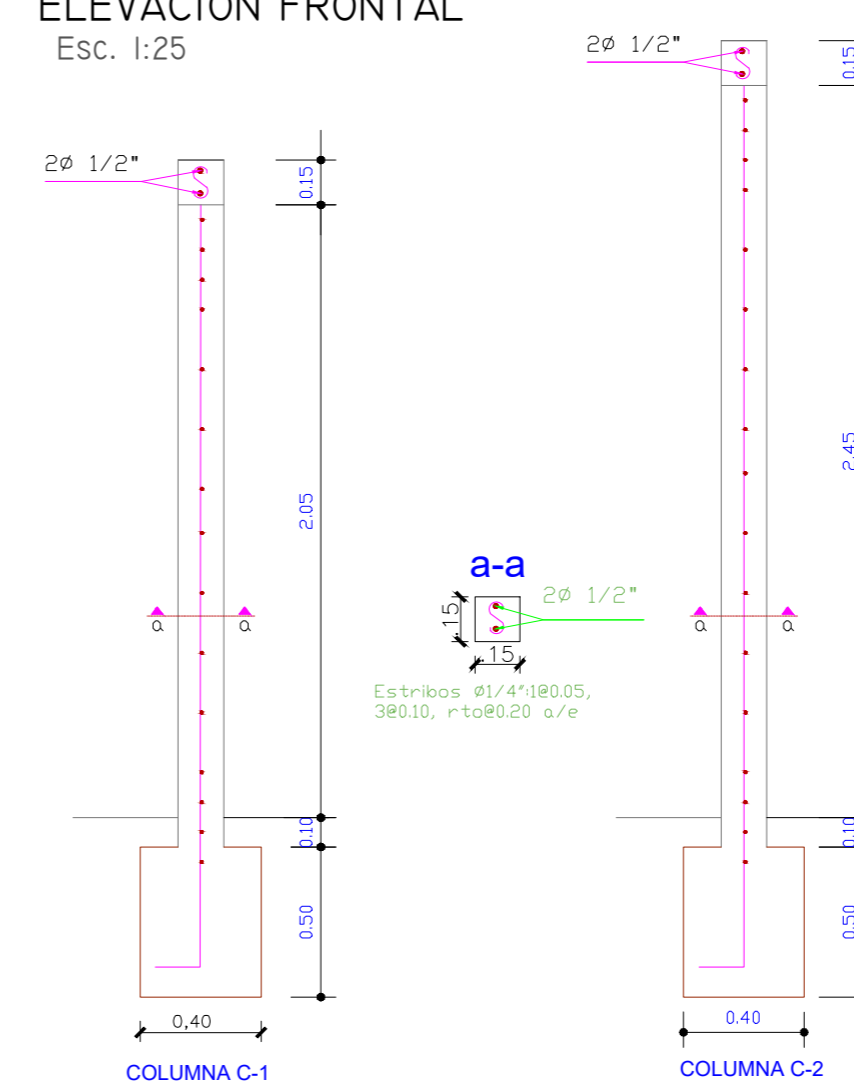
ELEVACIÓN POSTERIOR
Esc. 1:25



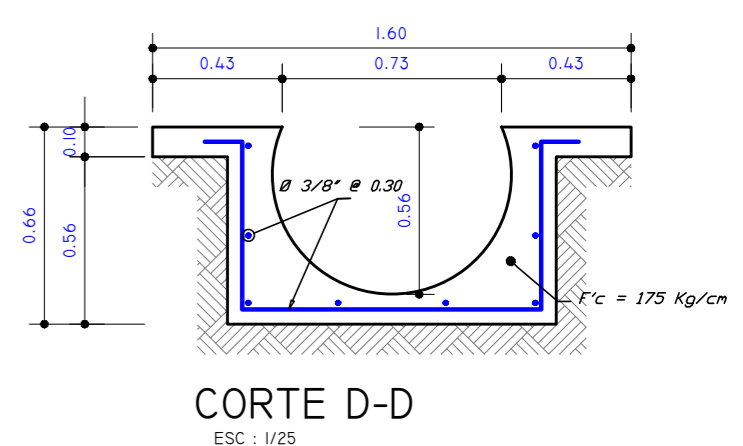
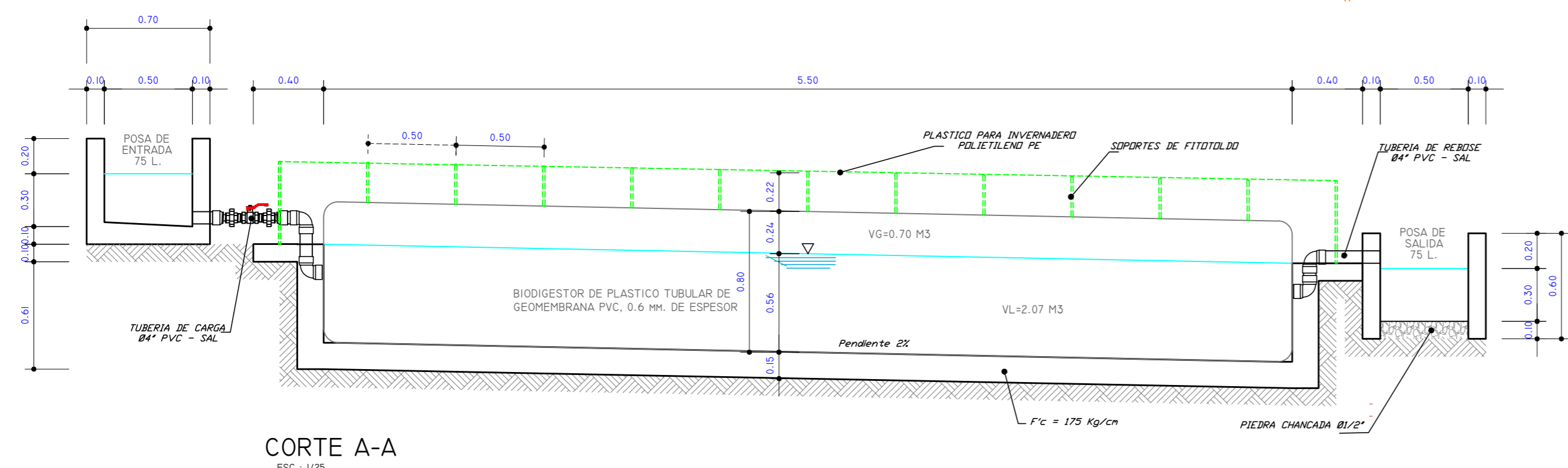
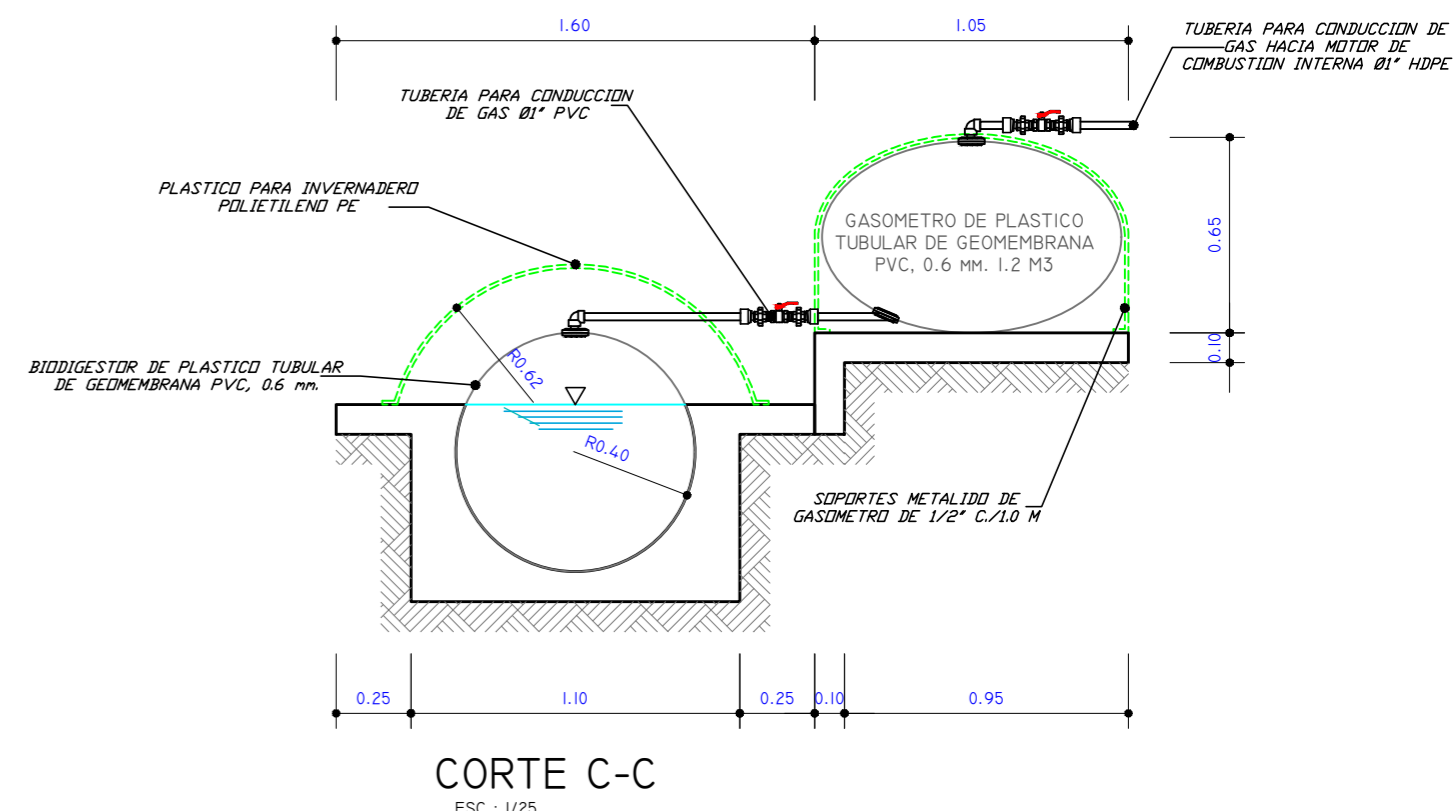
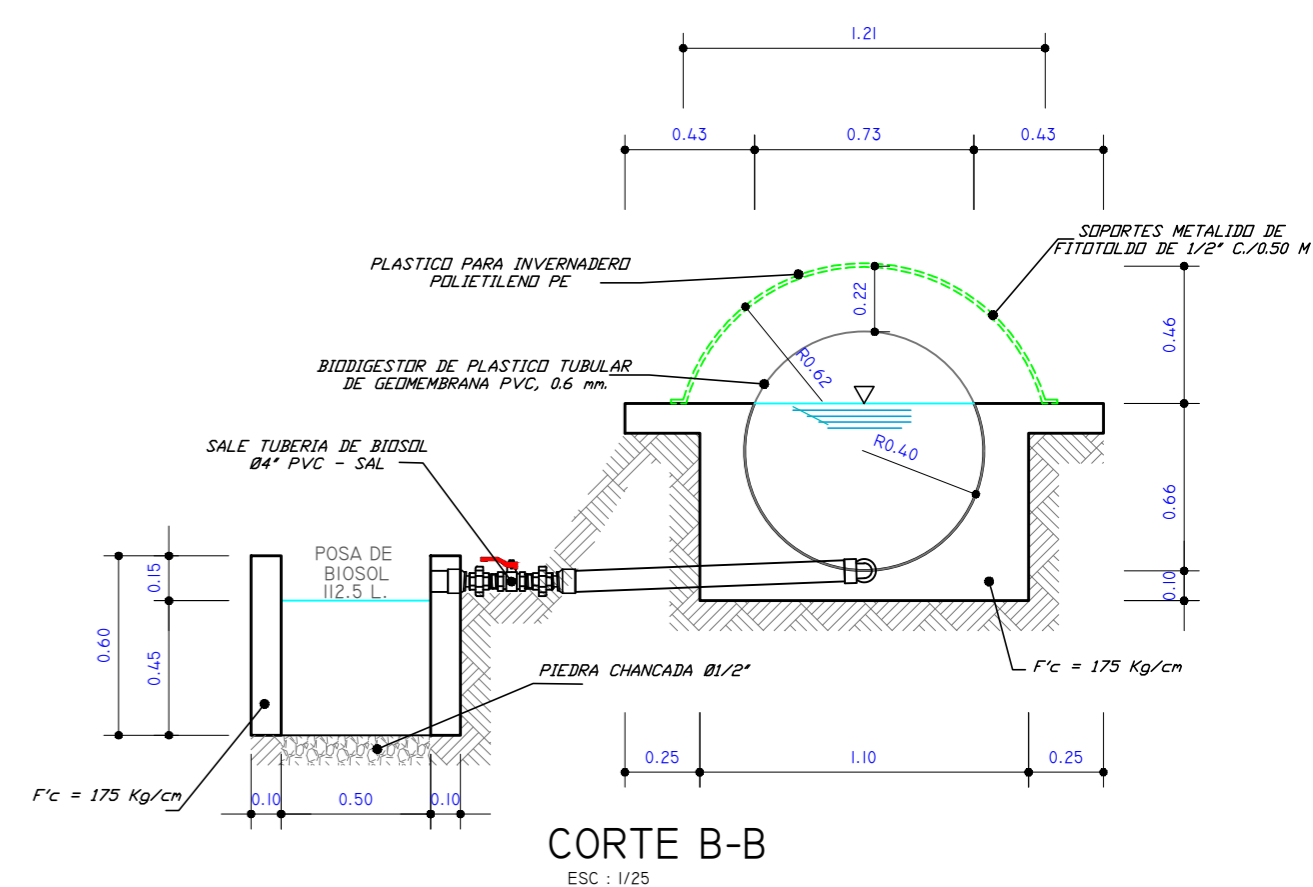
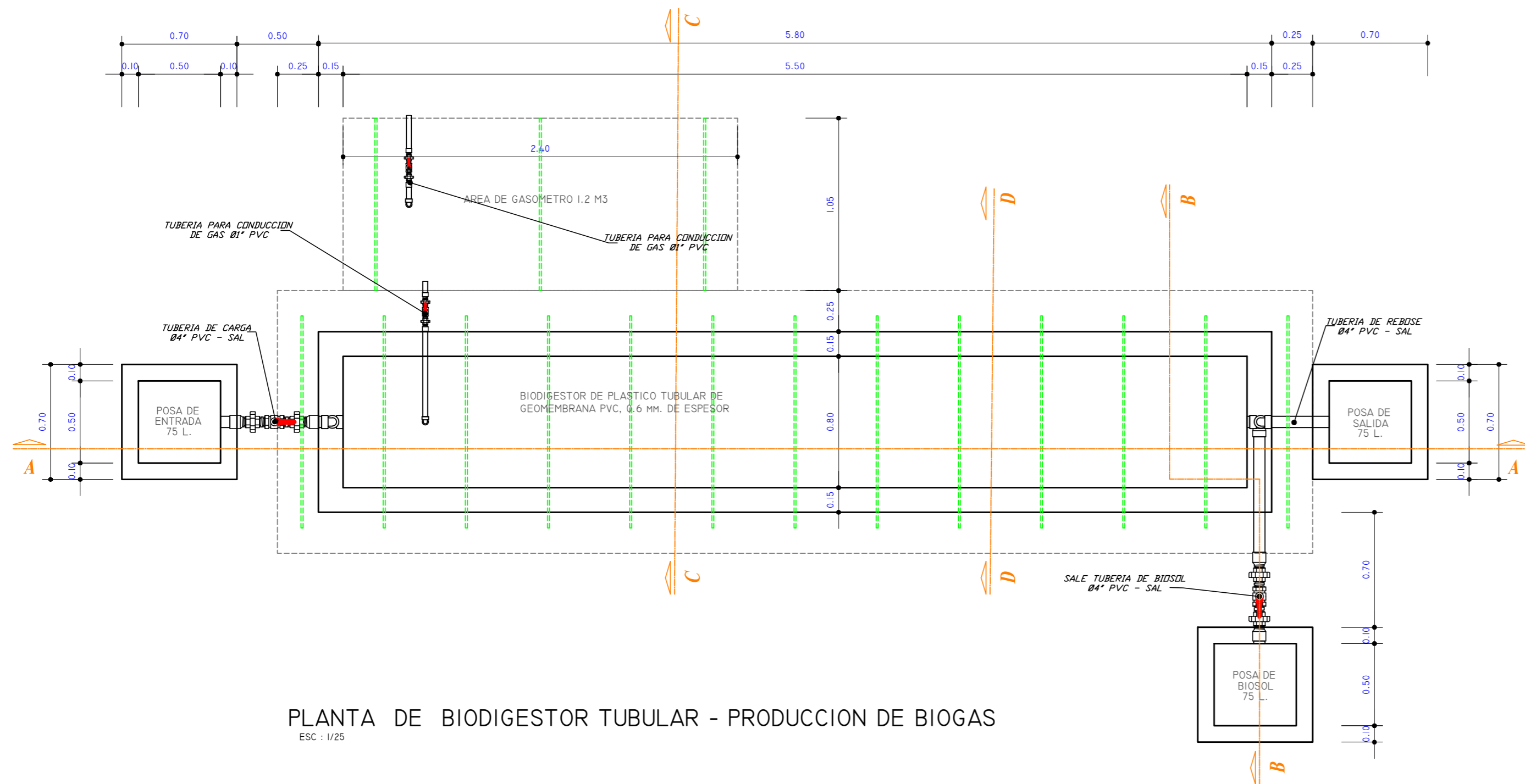
ENTRAMADO TECHO DE CALAMINA GALVANIZADA
Esc. 1:25



DETALLES CIMIENTOS
Esc. 1:25




 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
TÍTULO DE GRADO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE*"		
PLANO:	DETALLES DE UBS	FECHA:
COMPONENTE:	SANEAMIENTO BÁSICO	AGOSTO 2022
BACHILLER:	FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA	ESCALA:
LOCALIDAD:	MATIPACCA	INDICADA
DISTRITO:	HUAYLLAY GRANDE	LÁMINA N°:
PROVINCIA:	ANGARAES	L-10
DEPARTAMENTO:	HUANCAYELICA	



LEYENDA		
Nº	ACCESORIOS DE BIODIGESTOR	CANT.
1	VALVULA DE COMPUERTA Ø 4"	02
2	UNION UNIVERSAL Ø 4" ROSCA EXTERNA Y CAMPANA	04
3	ADAPTADOR PVC SAP Ø 4"	04
4	CODO Ø 4" 90°	05

LEYENDA		
Nº	ACCESORIOS DE GASOMETRO	CANT.
1	VALVULA DE COMPUERTA Ø 1"	02
2	UNION UNIVERSAL Ø 1" ROSCA EXTERNA Y CAMPANA	04
3	ADAPTADOR PVC SAP Ø 1"	04
4	CODO Ø 1" 90°	03
5	VALVULA DE SOBREPRESION Ø 1"	01
6	FILTRO DE H2S Ø 1"	01
7	TRAMPA DE AGUA Ø 1"	01

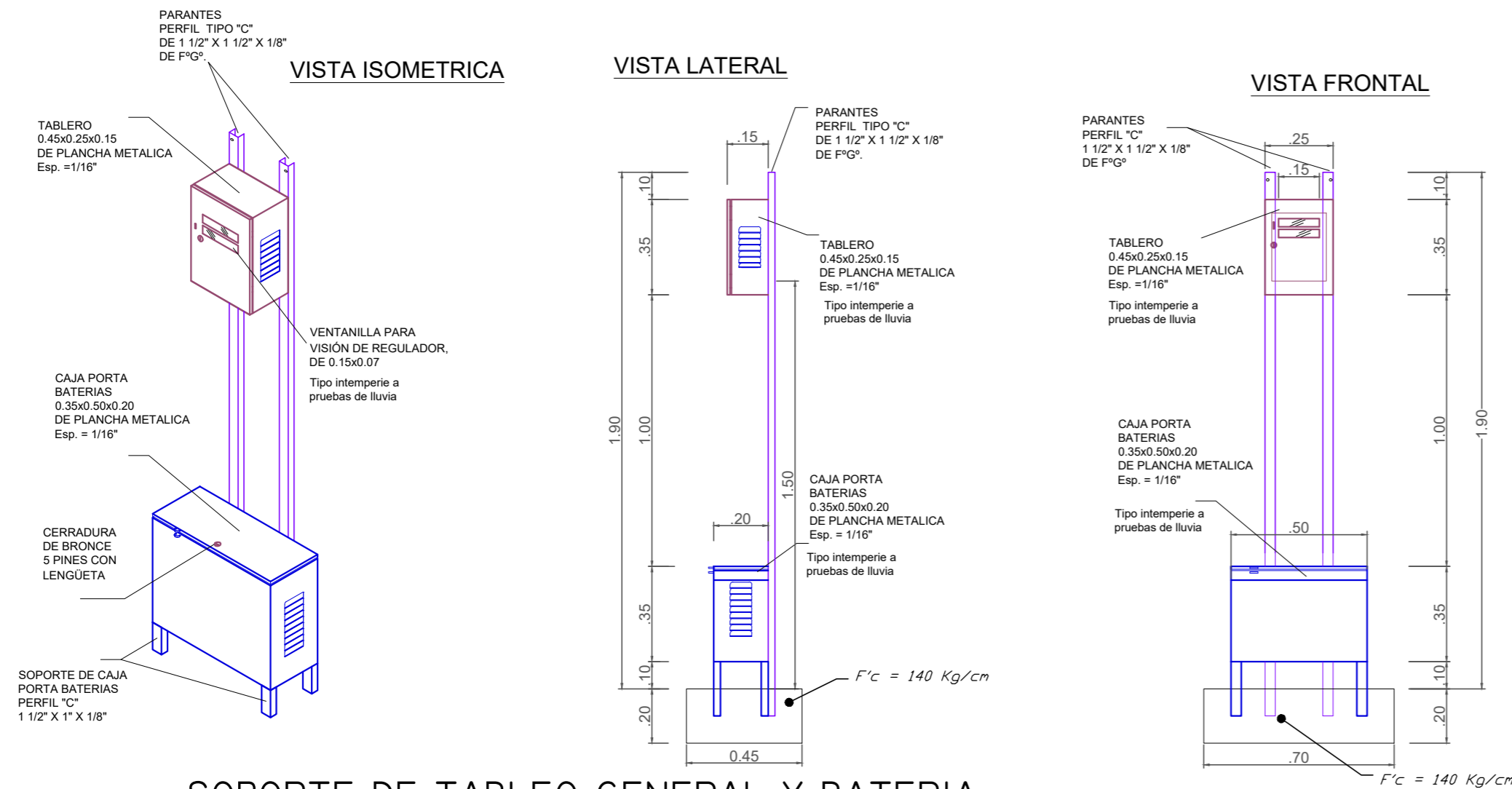


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS DE GRADO:

"PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGÍA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"

PLANO: PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BÍOGAS	FECHA: AGOSTO 2022	ESCALA: INDICADA
COMPONENTE: SISTEMA DE BIOGAS	LOCALIDAD: MATIPACCA DISTRITO: HUAYLLAY GRANDE PROVINCIA: ANGARAES	LÁMINA Nº: L-II
BACHILLER: FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA	DEPARTAMENTO: HUANCAYULCA	



SOPORTE DE TABLEO GENERAL Y BATERIA
ESC : 1/20

LEYENDA		
N°	DESCRIPCION	CANT.
MS	MODULO FOTOVOLTAICO 455W - 24V	01
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	03
RG	REGULADOR DE CARGA 20A - 24V	01
INV	INVERSOR 24V - 2400VA	01
M	MOTOBOMBA DE 4HP	01
BAT	BATERIAS 316 AH - 12V	02

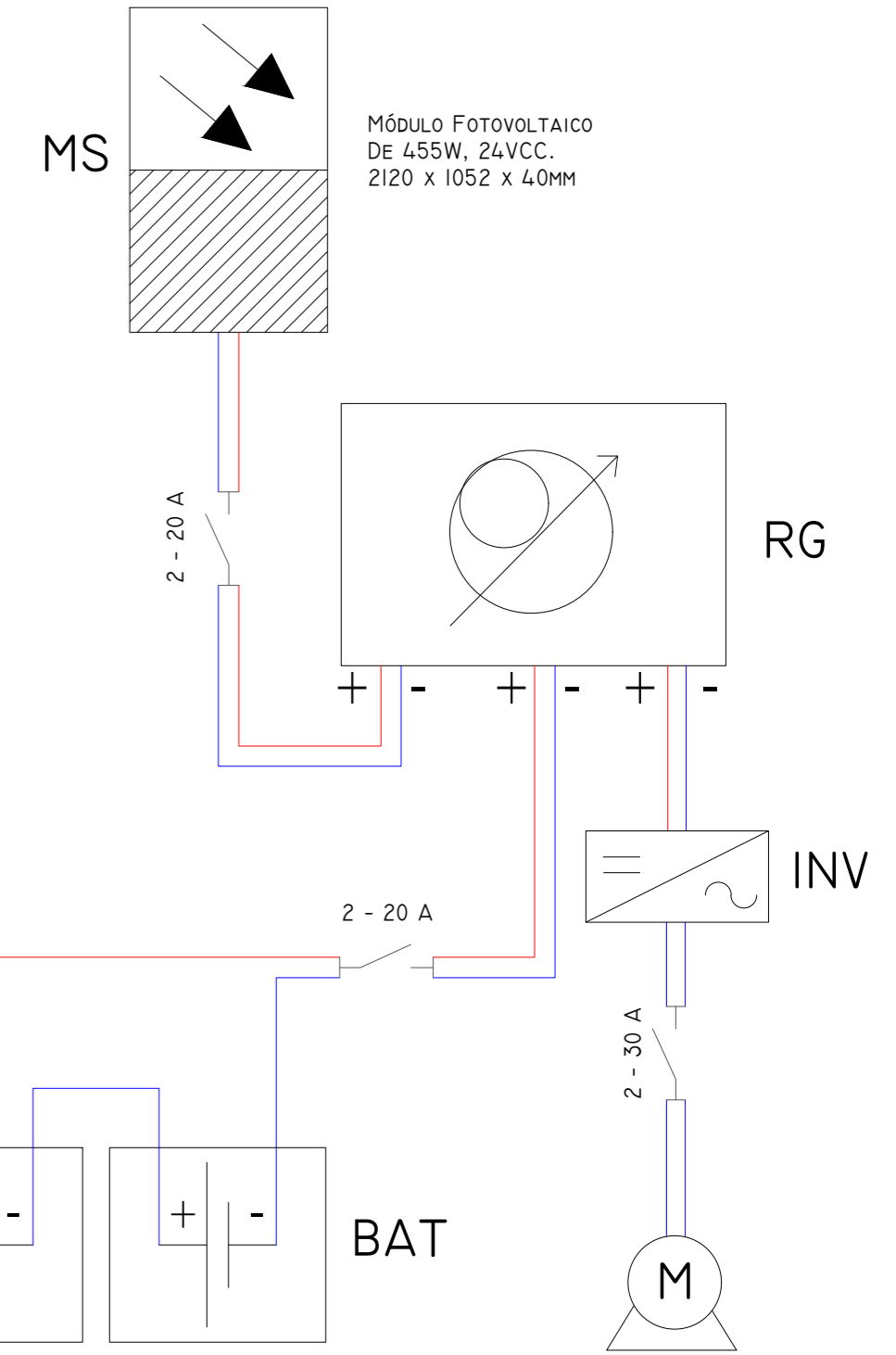
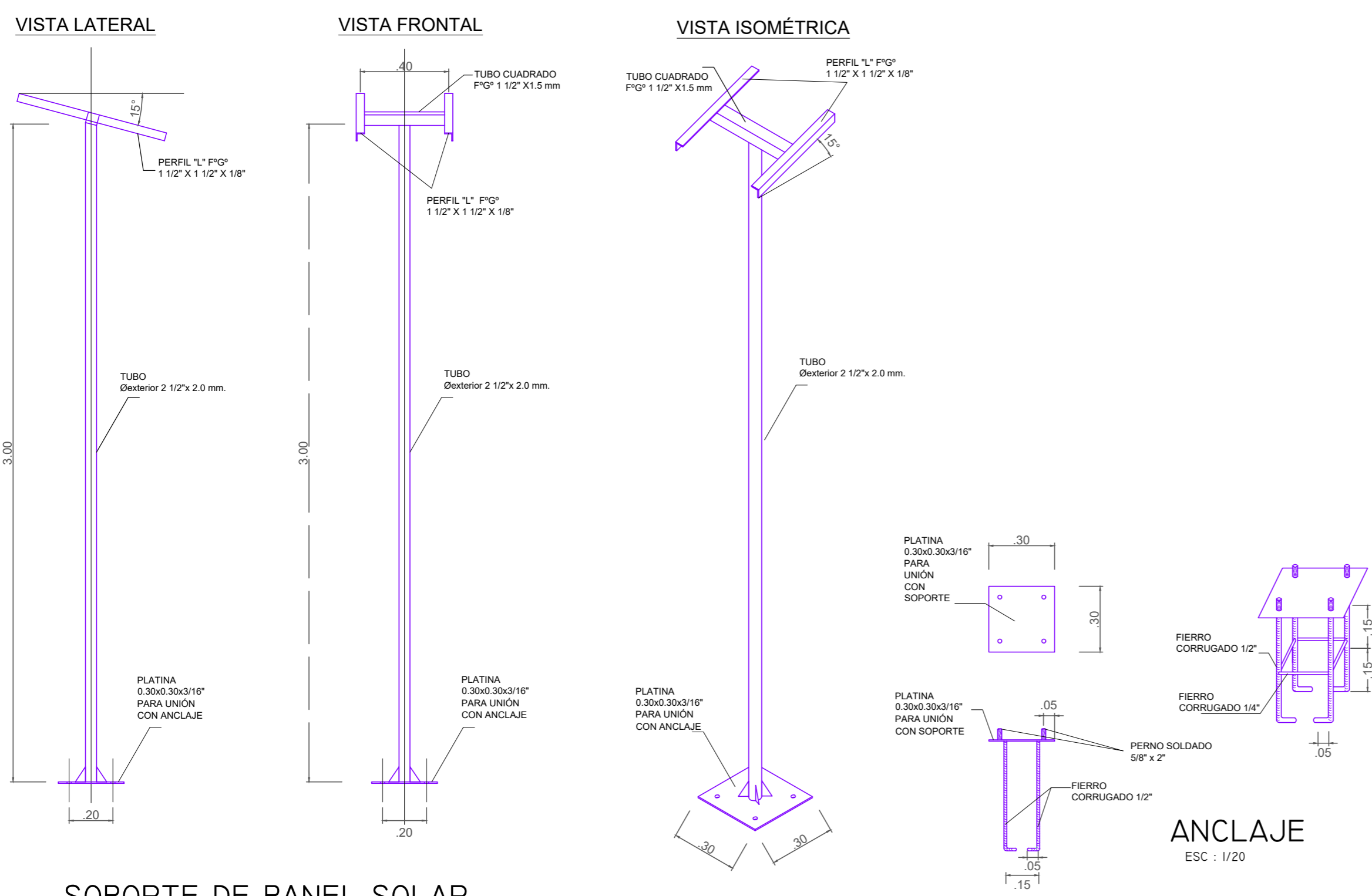


DIAGRAMA DE INSTLACION ELECTRICA



SOPORTE DE PANEL SOLAR
ESC : 1/20

ANCLAJE
ESC : 1/20

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</p>		
<p>TESIS DE GRADO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO AUTOSOSTENIBLE EN ZONAS RURALES, USANDO ENERGIA SOLAR Y BIOCOMBUSTIBLE"</p>		
PLANO:	SISTEMA FOTOVOLTAICO	FECHA: AGOSTO 2022
COMPONENTE:	SISTEMA FOTOVOLTAICO	ESCALA: INDICADA
BACHILLER:	FRANKLIN JOEL LEON ZORRILLA	LAMINA N°: L-12
	LOCALIDAD: MATIPACCA DISTRITO: HUAYLLAY GRANDE PROVINCIA: ANGARAES DEPARTAMENTO: HUANCAYELICA	