

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Aumento de constructabilidad en sistemas de abastecimiento de agua potable mediante el uso del BIM, centro poblado de Guellgas distrito de Churubamba – Huánuco - 2021”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Trujillo Ponce, Robinson Julio

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2023

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Hidráulica

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43403000

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0001-6424-6032
3	Gomez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 10:20 horas del día 21 del mes de Octubre del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Johnny Prudencia Jacha Rojas (Presidente)  
Mg. Martín Cesar Valdivieso Echevarría (Secretario)  
Mg. Jhon Elio Gómez Valles (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 2077 - 2022 - D - FI - UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

"Aumento de Constructabilidad en Sistemas de abastecimiento de agua potable mediante el uso del BIM, Centro poblado de Guellgas distrito de Churubamba - Huánuco - 2021"

presentado por el (la) Bachiller Robinson Julio Trujillo Pance, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de Suficiente (Art. 47)

Siendo las 11:22 horas del día 21 del mes de Octubre del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Mg. YELEN, TRUJILLO ARIZA**, Ingeniero asesor del Programa Académico de Ingeniería Civil. Designado mediante RESOLUCIÓN No 795-2020-D-FI-UDH del Bach. Bach. TRUJILLO PONCE ROBINSON, del Trabajo de Investigación, titulada:

“AUMENTO DE CONSTRUCTABILIDAD EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL USO DEL BIM, CENTRO POBLADO DE GUELLGAS DISTRITO DE CHURUBAMBA-HUÁNUCO-2021”

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 16% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 28 de Octubre de 2022

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

Asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

# “AUMENTO DE CONSTRUCTABILIDAD EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL USO DEL BIM, CENTRO POBLADO DEGUELLGAS DISTRITO DE CHURUBAMBA-HUÁNUCO-2021”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>2%</b>	<b>7%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>dspace.ups.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

OPERA  
CÓDIGO DE BARRAS

## **DEDICATORIA**

    Mi tesis la dedico primero, a Dios, seguro de estar en el momento de su gloria como su hijo; para mis padres siendo ellos las personas que más amo; a mi esposa y a mi hijo; que representan ahora en adelante la razón de mi trabajo y esfuerzo para alcanzar las metas en unidad y con amor.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme dado el tiempo para dedicarme al estudio de mi carrera donde en el camino encontré a las personas necesarias para etapa formativa resultando ser importantes en los momentos de mayor demanda de esfuerzo tanto para el estudio y trabajos académicos donde se modela la formación profesional, siendo necesario mencionarlos de una manera muy especial a Dios, mis padres, mi hijo y esposa así también a mis compañeros y docentes que saben cuánto se necesita de ese apoyo que siempre fue recibido por mi parte con todo mi cariño a ellos muchas gracias ahora rogando a Dios el tiempo necesario para corresponder a cada uno de ellos.

Agradezco profundamente a la institución que me cobijo en esta etapa tan importante a mi facultad de Ingeniería de la Universidad de Huánuco; a mi asesora de tesis, Mg. Lisseth Trujillo Ariza, gracias a cada docente quienes con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPITULO I.....	16
PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	17
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	17
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6.1. INFORMACIÓN TEÓRICA.....	19
1.6.2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR.....	20
1.6.3. RECURSOS HUMANOS Y ECONÓMICOS .....	20
CAPITULO II.....	21
MARCO TEORICO .....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	22



2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS .....	24
2.2.1. CRITERIOS PARA DISEÑAR ESTRUCTURAS DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN ZONA RURAL.....	24
2.2.2. TIPOLOGÍA DEL ORIGEN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	28
2.2.3. PARTES DE UN SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA PARA LA INGESTA HUMANA .....	29
2.2.4. CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL BIM.....	36
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	41
2.3.1. CONSTRUCTABILIDAD .....	41
S .....	41
2.3.2. COMUNICACIÓN EN TIEMPO REAL.....	41
2.3.3. ELEMENTO BIM .....	42
2.3.4. MODELO BIM .....	42
2.3.5. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	42
2.4. HIPÓTESIS.....	42
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	42
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS .....	42
2.5. VARIABLES.....	43
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	43
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	43
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	43
CAPITULO III.....	44
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	44
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	44
3.1.1. ENFOQUE .....	44
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	44
3.1.3. DISEÑO .....	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
3.2.1. POBLACIÓN .....	44
3.2.2. MUESTRA.....	45

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ....	45
.....	45
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	45
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	45
CAPITULO IV.....	46
RESULTADOS.....	46
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	46
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS..	71
CAPITULO V.....	73
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	73
5.1. PRESENTAR LA CONTRATACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	73
CONCLUSIONES .....	75
RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77
ANEXOS.....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tiempo de los componentes sanitarios.....	25
Tabla 2 Cantidad de agua considerando la tipología tecnológica y el lugar (l/hab/d).....	27
Tabla 3 Según el nivel de enseñanza .....	27
Tabla 4 Variables de estudio .....	43
Tabla 5 Leyenda de los componentes del manantial de ladera .....	47
Tabla 6 Tabla de planificación de tuberías .....	55
Tabla 7 Resultado de Metrados de Armadura en Excel.....	64
Tabla 8 Resultado de Metrados de Concreto de Manantial en Muros .....	69
Tabla 9 Resultado de Metrados de Concreto de Manantial en Cimentación	70
Tabla 10 Resultado de Metrados de Acero de Manantial .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Naciente de agua en terreno inclinado .....	30
Figura 2 Conducto que lleva el recurso hídrico de la estructura de recolección a la estructura de almacenamiento .....	32
Figura 3 Estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero .....	34
Figura 4 Estructura de almacenamiento típico.....	35
Figura 5 Pirámide conceptual del BIM .....	39
Figura 6 Nivel de Desarrollo.....	41
Figura 7 Vista en planta de la captación de manantial de ladera.....	46
Figura 8 Vista en corte de la captación de manantial de ladera .....	47
Figura 9 Vista en planta de reservorio de capacidad de 25 m3 .....	48
Figura 10 Vista en corte de reservorio con capacidad de 25 m3 .....	49
Figura 11 Modelado en BIM, Vista en elevación Sur .....	50
Figura 12 Modelado en BIM, Vista en elevación Oeste .....	51
Figura 13 Modelado en BIM, Vista en elevación Norte.....	51
Figura 14 Modelado en BIM, Vista en elevación Este.....	52
Figura 15 Modelado en BIM, Vista Isométrica .....	52
Figura 16 Modelado en BIM, Vista del acceso al Reservorio.....	53
Figura 17 Detalle de la armadura de acero en la cúpula del reservorio.....	53
Figura 18 Detalle de la caseta de cloración .....	54
Figura 19 Vincular los modelos de estructuras y de fontanería .....	54
Figura 20 Modelado completo de tuberías.....	55
Figura 21 Modelado de acero diferenciando en vista en corte .....	56
Figura 22 Modelado de acero diferenciando los diámetros por colores.....	56
Figura 23 Detalle en planta del acero de refuerzo de la cimentación del muro del reservorio .....	57
Figura 24 Detalle en corte del acero de refuerzo de la cimentación del muro del reservorio .....	57
Figura 25 Modelado completo del acero de refuerzo de la cimentación.....	58
Figura 26 Detalle de armadura de la cúpula del Reservorio de capacidad de 25 m3.....	59
Figura 27 Detalle de armadura del Reservorio en Cortes.....	59

Figura 28 Modelado de acero .....	60
Figura 29 Modelado de acero en Cimentación, Muros y Cúpula .....	61
Figura 30 Metrado de la Cimentación del Reservorio .....	61
Figura 31 Metrado de muros.....	62
Figura 32 Metrado de Armaduras de reservorio .....	62
Figura 33 Exportación del Metrado de acero de Reservorio .....	63
Figura 34 Detalle de los empalmes y ganchos del acero.....	63
Figura 35 Modelado de la captación .....	64
Figura 36 Modelado de la captación con detalles para la documentación...	65
Figura 37 Modelado de las tuberías de la captación.....	65
Figura 38 Modelado de la distribución de aceros de la captación.....	66
Figura 39 Modelado completo de la isometría del manantial en 3D .....	67
Figura 40 Planta de la cámara seca no muestra el detalle del sumidero.....	67
Figura 41 Corte de la cámara seca no muestra el detalle del sumidero .....	68
Figura 42 Considerando el detalle del sumidero.....	68
Figura 43 Detalle de Acero en vista en planta .....	69

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación: “Aumento de constructabilidad para el aprovisionamiento de agua para consumo humano mediante el uso del BIM, centro poblado de Guellgash distrito de Churubamba”, busca aumentar la calidad en la construcción de infraestructura de saneamiento para el aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural donde no es la cantidad de trabajo el objetivo principal si más bien la correcta funcionabilidad de sus componentes.

En el problema de investigación se advirtió que se requiere la comunicación e integración de los mandantes o gobiernos locales, diseñadores, constructores, proveedores, usuarios, juntas de administración de servicios para lograr nuestro objetivo principal que es aumentar la constructabilidad que se debe entenderse como la integración del conocimiento formal científico como lo sería el diseño hidráulico para el aprovisionamiento de agua para consumo humano con la experiencia que también es conocimiento de los demás involucrados como los constructores, proveedores, usuarios y operadores de servicio.

La investigación siguió los diseños estandarizados para el aprovisionamiento de agua para consumo humano utilizando la metodología BIM en el diseño para evitar la pérdida de información del diseño hidráulico durante la etapa de construcción debido a que son concebidas en 3D y son representadas en planos 2D, para luego ser construidas en la realidad 3D, además de no integrar la información de los involucrados necesarios para una mejor gestión de proyectos de este tipo, siendo necesario el aumento de su constructabilidad.

El marco teórico está dado por el reglamento aprobado por ministerio de vivienda construcción y saneamiento para el aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural, siguiendo la ruta del plan BIM Perú. Se concluyó que el aumento de la constructabilidad para infraestructuras de este tipo necesita de una metodología colaborativa y dinámica con visualizaciones en 3D para lograr los objetivos impuestos.

De los resultados obtenemos: La simulación 4D nos permite experimentar el proceso de construcción mucho antes de que comience.

La obtención de los Metrados es automática con cualquier software BIM.

**Palabras claves:** constructabilidad, aprovisionamiento, agua para consumo humano, sistema de cloración por goteo, modelo BIM.

## **ABSTRACT**

In the present research work: "Increase of constructability for the supply of water for human consumption through the use of BIM, town center of Guellgash district of Churubamba", seeks to increase the quality in the construction of sanitation infrastructure for the supply of water. for human consumption in rural areas where the amount of work is not the main objective, but rather the correct functionality of its components.

In the research problem, it was noted that the communication and integration of the constituents or local governments, designers, builders, suppliers, users, service administration boards is required to achieve our main objective, which is to increase the constructability that should be understood as the integration of formal scientific knowledge such as the hydraulic design for the supply of water for human consumption with the experience that is also knowledge of the other stakeholders such as builders, suppliers, users and service operators.

The research followed the standardized designs for the supply of water for human consumption using the BIM methodology in the design to avoid the loss of hydraulic design information during the construction stage because they are conceived in 3D and are represented in 2D plans, to then be built in 3D reality, in addition to not integrating the information of those involved necessary for better management of projects of this type, making it necessary to increase their constructability.

The theoretical framework is given by the regulation approved by MVCS for the provision of water for human consumption in rural areas, following the route of the BIM Peru plan. It was concluded that the increase in constructability for infrastructures of this type requires a collaborative and dynamic methodology with 3D visualizations to achieve the objectives imposed.

From the results we get: 4D simulation allows us to experience the construction process long before it begins.



Obtaining the meters is automatic with any BIM software.

**Keywords:** constructability, supply, water for human consumption, drip chlorination system, BIM model.

# INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata sobre la comprensión suficiente en detalles que permita visualizar las estructuras de saneamiento para el aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural siguiendo la metodología BIM.

Se modelará la información de estructuras hidráulicas para el aprovisionamiento de agua para consumo humano y ser usado como un modelo virtual de lo que se va a construir y así poder comunicar a los involucrados del proyecto, para facilitar su comprensión ya que el modelo BIM permitirá darle revisiones de constructabilidad mediante la visualización 3D y la información no gráfica contenido en el modelo.

El capítulo I: Comprende el problema de cómo aplicar la metodología BIM para aumentar la constructabilidad de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural es el objetivo principal de esta investigación.

El capítulo II: La presente tesis muestra su justificación, porque busca ser una referencia técnica de cómo seguir los lineamientos del BIM en la gestión de proyectos de saneamiento rural, específicamente en estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural.

El capítulo III: El trabajo desarrollado por la tesis consiste en utilizar herramientas dinámicas que siguen los lineamientos del BIM para diseñar estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural.

El capítulo IV: El desarrollo de la tesis lo que busco es el evitar la pérdida de información en proyectos de este tipo ya que el principal obstáculo de estos proyectos no es la cantidad de trabajo ni la tipología de los mismos si más bien plasmar en la realidad lo que se concibió con los detalles necesarios y suficientes para garantizar su calidad y funcionalidad de los mismos.

El capítulo V: Corresponde a la discusión de resultados; conclusiones finales del estudio, que surgirá a partir de las conclusiones, además se tiene las recomendaciones pertinentes; por último, se concluye con las referencias bibliográficas de acuerdo a la revisión de la literatura y los anexos convenientes de la investigación.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La estandarización de diseños hidráulicos para estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano es una medida que se utiliza para asegurar la calidad en: procedimientos constructivos, cantidades de obra, programación, producción de los materiales y la comunicación entre los diferentes involucrados en proyectos de este tipo, como involucrados nos referimos a los mandantes o gobiernos locales, diseñadores, constructores, proveedores, usuarios, juntas de administración de servicios.

Aunque se tengan diseños estandarizados para estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano el problema es la pérdida de información del diseño hidráulico durante la etapa de construcción debido a que son concebidas en 3D y son representadas en planos 2D, para luego ser construidas en la realidad 3D, además de no integrar la información de los involucrados necesarios para una mejor gestión de proyectos de este tipo, siendo necesario el aumento de su constructabilidad.

Debe entenderse como constructabilidad a la integración del conocimiento formal científico como lo sería el diseño hidráulico de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano con la experiencia que también es conocimiento de los demás involucrados como los constructores, proveedores, usuarios y operadores de servicio para lograr todos los objetivos propuestos con proyectos de este tipo.

Siendo necesario el uso de una metodología que mejore la constructabilidad y garantice que la información del diseño hidráulico no se pierda durante la construcción y que integre la información de los involucrados como diseñadores, constructores, proveedores, usuarios y operadores

mediante la visualización del diseño más óptimo y correcto de lo que realmente se va a construir.

Es necesario el uso del BIM en proyectos donde el proceso constructivo a detalle sea tal cual se hará en obra y el más óptimo. Así como las estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano del centro poblado de Guellgash del distrito de Churubamba - Huánuco: con captación de ladera (manantial), líneas de conducción, contenedores donde la presión vuelve a cero (tipo 6), accesorio para regular el de aire y de eliminación de excedente de agua si hubiera, reservorio con sistema de cloración por goteo, contenedores donde la presión vuelve a cero (tipo 7), etc. Cumpliendo la normatividad para el uso del BIM.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo aumentar la constructabilidad de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, siguiendo los lineamientos del BIM en la fase de diseño detallado en zona rural como es Guellgash distrito de Churubamba-Huánuco-2021?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cómo modelar a nivel de detalle estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como, captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, para que su programación sea más eficiente, siguiendo la secuencia constructiva que tendrá en obra?

¿Cómo gestionar el modelo BIM de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano, como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, para generar las cantidades de trabajo a realizar?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Generar el modelo BIM de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, para aumentar su constructabilidad en la fase de diseño detallado en zona rural como Guellgash distrito de Churubamba-Huánuco-2021.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Desarrollar el modelo BIM detallado de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo y obtener una programación sea más eficiente, siguiendo la secuencia constructiva que tendrá en obra.

Gestionar el modelo BIM de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo para obtener las cantidades de trabajos a realizar.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Los diseños estandarización para estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo en zonas rurales lo proporciona el ministerio de vivienda construcción y saneamiento, siendo necesario el modelado de la información de esos diseños siguiendo los lineamientos del BIM para evitar la pérdida de información.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Modelar la información de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con

sistema de cloración por goteo antes de su construcción, permitirá una mejor comunicación entre los involucrados: mandantes o gobiernos locales, diseñadores, constructores, proveedores, usuarios y operadores de servicio, evitando así re trabajos sobrecostos y ampliaciones de plazo en la etapa de construcción.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

El modelo BIM de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo permitirá a los usuarios a través de su JASS (Junta de Administración de Servicios de Saneamiento) y al responsable técnico del gobierno local ATM (Atención Técnico Municipal) un modelo virtual para visualizar su correcto uso, garantizando su Operación y Mantenimiento en el tiempo de vida útil.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

La mayor limitante será los antecedentes puntuales en modelado de información de diseños hidráulicos de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano siguiendo los lineamientos del BIM.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo es accesible a completarse porque la información y elementos a usar son:

### **1.6.1. INFORMACIÓN TEÓRICA**

Correspondiente al brindado por el MVCS para el desarrollo de estudios definitivos de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en su reglamento teniendo contenidos estandarizados, requiriendo su desarrollo siguiendo los lineamientos del BIM.

### **1.6.2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR**

La localidad de Guellgash geopolíticamente se ubica en la provincia de Huánuco - Distrito de Churubamba, en la localidad de Guellgash. Referencia plaza de armas con 3200.69 m.s.n.m. Siendo sus coordenadas: 366459.87E; 8922088.87N, con código UBIGEO 100104.

### **1.6.3. RECURSOS HUMANOS Y ECONÓMICOS**

El recurso humano contara con el tesista mediante su capacitación en el uso de software de modelado virtual que utilicen tecnología BIM, así como los gastos producidos.



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

**Antonio y Liévano (2017)** en su tesis Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto; presentada a la Universidad católica de Colombia, Bogotá; tiene como objetivo implementar las pautas necesarias siguiendo los lineamientos del BIM que pueda seguir una empresa dedicada al sector de la construcción siguiendo pasos normalizados usando tecnologías dinámicas para gestionar un proyecto además de analizar la forma en que se desarrolla un proyecto actualmente y poder medir las ventajas de seguir los lineamientos del BIM cuando se desarrolla un proyecto.

Este antecedente propone pasos para seguir los lineamientos del BIM para gestionar un proyecto desde el inicio como es su concepción hasta la operación y mantenimiento de la misma servirán para seguir una secuencia ordenada que seguirá la presente tesis.

**Blanco (2017)** en su tesis Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM; presentada a la Universidad católica de Colombia, Bogotá; tiene como objetivo implantar las ventajas de gestionar la forma de concebir y construir y aunque no avanza con el mismo ritmo que las otras industrias como el de las comunicaciones de la información estas se pueden incorporar a la metodología BIM necesaria para competir en un mundo digitalizado y mantenerse en una industria de tanto valor como la industria de la construcción.

Este antecedente muestra la importancia de incorporar a una metodología las ventajas de las tecnologías de la información y comunicación para gestionar de una manera más eficiente obras como

lo son las estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano que busca la presente tesis.

**Trejo (2018)** en su tesis Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción; presentada a la Universidad de Chile, Santiago; Describe como la planificación y control en proyectos de ingeniería son importantes para el éxito de la misma en su ejecución, un ruta de trabajo permite conseguir los objetivos y tener un adecuado control permite realizar las partidas de la forma más óptima estos temas son abordados desde el punto de vista de un administrador de proyectos siguiendo una metodología dinámica como el BIM.

Este antecedente muestra la importancia de incorporar la metodología en temas que son recurrentes en la administración de proyectos de ingeniería como, captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo cuya gestión busca la presente tesis.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

**Pasapera (2018)** en su tesis Diseño hidráulico del sistema de agua potable del caserío de Ranchería ex Cooperativa Carlos Mariátegui distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque-Lambayeque-noviembre 2018; presentada a la Universidad católica los Ángeles de Chimbote; tiene como objetivo es diseñar estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural siguiendo los lineamientos del reglamento aprobado por el MVCS considerando el área a beneficiar los estudios del emplazamiento donde se realizara.

Este antecedente proporciona los diseños de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural siguiendo el manual del MVCS necesario para la presente tesis.

**Eyzaguirre (2015)** en su tesis Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4d durante la etapa de planificación; presentada a la Universidad Pontificia Universidad Católica, Lima. tiene como objetivo analizar el sobre valor obtenido por una programación gestionada en BIM que muestran la secuencia constructiva en un entorno tridimensional y además valores que se obtiene del modelo BIM para planificar como volúmenes de trabajo para una sectorización del trabajo necesarios para el tareo diario, semanal y así disponer de mejor manera un adecuado seguimiento de la calidad y seguridad en obra todo esto se puede lograr porque se puede simular la construcción real.

Este antecedente proporciona las distintas actividades, procesos y técnicas necesario para la obtención de la programación y metrados que son los objetivos de este trabajo de investigación.

**Hilares (2018)** en su tesis Saneamiento básico rural y la sostenibilidad en los pobladores de la comunidad de Mrcahuasi, Abancay, 2017; presentada a la Universidad Cesar Vallejo, Lima. tiene como objetivo analizar la relación directa entre el servicio de saneamiento rural y la sostenibilidad del servicio dado que a mayor servicio de agua para consumo humano entonces mayor será la oportunidad en salubridad de la población beneficiaria siendo estas en menor exposición en enfermedades relacionadas con el saneamiento y favoreciendo así el desarrollo nutricional sobre todo de la población más vulnerable como los niños.

Este antecedente proporciona la relación directa de las estructuras de aprovisionamiento de agua para el consumo humano y la sostenibilidad del servicio que son los objetivos de este trabajo de investigación.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

En el medio local se cuenta con esta línea investigativa, aunque no necesariamente del mismo tema en cuestión como es en temas de saneamiento rural.

**Basilio (2018)** en su tesis Modelado inteligente de edificaciones y Last Planner para la planificación de la obra del complejo deportivo de Paucarbamba; presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco. Tiene como objetivo identificar las ventajas de estas dos metodologías como la BIM y la metodología del ultimo programador para lo que es la planificación y control de obra en dicho trabajo la característica importante era la cantidad de trabajo ya que se trata de un estadio donde los volúmenes de trabajo en la partida de concreto armado son bastante considerables y aunque la presente tesis no cuenta con una característica similar en los volúmenes abordados es importante precisar que una metodología puede funcionar en lo grande considerando la cantidad de trabajo también lo puede hacer en lo pequeño ya que lo que se necesita o busca la presente tesis es una metodología que se pueda anticipar a las posibles fallas y errores que puedan comprometer una planificación en la programación que haga que el proyecto aumente el gasto de sus recursos sin que estos sean necesarios ya todo lo que se pueda prevenir o anticipar es considerado como parte de lo que era necesario considerar al principio de la construcción de un proyecto como el sistema de agua potable en zona rural.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. CRITERIOS PARA DISEÑAR ESTRUCTURAS DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN ZONA RURAL**

**Tiempo para el cual el sistema funcione satisfactoriamente:**  
Este tiempo se obtiene teniendo en cuenta:

Periodo de vida de los equipos y estructuras.

Riesgo de falla de los componentes sanitarios.

Aumento demográfico.

Costo de operación y mantenimiento.

Este tiempo se medirá desde el comienzo de acopio de la información ya mencionada y la aprobación del mismo. El mayor tiempo para el cual el sistema sanitario funcione satisfactoriamente son los que se muestran:

**Tabla 1**

*Tiempo de los componentes sanitarios*

<b>COMPONENTE</b>	<b>TIEMPO EN AÑOS</b>
Recurso hídrico	20 años
Estructura de captación	20 años
Fuente subterránea	20 años
PTAP	20 años
Estructura de almacenamiento	20 años
Red de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
Infraestructura de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	10 años
UBS (con sistema hidráulico)	10 años
UBS (pozo seco)	5 años

*Fuente:* Reglamento aprobado por el MVCS para zonas rurales

**Tiempo en el cual la cantidad de beneficiarios aún puede servirse satisfactoriamente:**

Se usará la siguiente expresión matemática

$$P_d = P_i * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Donde:

P<sub>i</sub> : Número de beneficiarios inicial

P<sub>d</sub> : Número de beneficiarios para la que es diseñada

r : Valor en porcentaje con la cual aumenta o disminuye la población durante un año.

t : Tiempo para el cual el sistema funcione satisfactoriamente en años

**Se debe considerar lo siguiente:**

El valor en porcentaje con la cual aumenta o disminuye la población durante un año este comprendido entre censos correspondientes al lugar de estudio.

De no contar con esa información que corresponda al lugar de estudio se puede optar por considerar el valor de los habitantes que tenga compartan similares atributos o de lo contrario el valor de la jurisdicción inmediata superior.

Si el valor en porcentaje solo disminuye la población durante un año, tiene que tomarse una población final congruente a la población inicial, por otro lado, se podría solicitar opinión a la institución correspondiente INEI

También para el estudio demográfico se debe realizar el empadronamiento de cada familia beneficiaria en el lugar donde se realiza este estudio refrendado por sus autoridades.

**Dotación:** Es la cantidad en litros por persona por día necesaria para servir sus requerimientos por cada miembro de una familia en una unidad familiar, la determinación de esta dotación estará sujeto al uso de una tipología tecnológica para la evacuación de las aguas servidas determinada y aprobada según lineamientos del reglamento aprobado por el MVCS dispuesto su capítulo cuarto del reglamento para saneamiento en zona rural, estas cantidades de agua según la tipología tecnológica para la evacuación de las aguas servidas y el lugar donde se lleva a cabo se da en la siguiente tabla.

**Tabla 2***Cantidad de agua considerando la tipología tecnológica y el lugar (l/hab/d)*

REGIÓN	CANTIDAD DE AGUA DEACUERDO A LA TIPOLOGIA TECNOLÓGICA (l/hab/d)	
	NO CUENTA CON SISTEMA HIDRAULICO	CUENTA CON SISTEMA HIDRAULICO
<b>COSTA</b>	60	90
<b>SIERRA</b>	50	80
<b>SELVA</b>	70	100

*Fuente:* Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

Esta cantidad en colegios de ámbito rural puede tomarse de la siguiente tabla:

**Tabla 3***Según el nivel de enseñanza*

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

*Fuente:* Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

**Cantidad de agua para unidades familiares cuando la fuente de abastecimiento es la lluvia:** Tomaremos la cantidad de 30 l/hab.d. Esta cantidad es exclusiva para la ingesta personal y relacionada con el gasto para la **alimentación**, siendo necesario considerar un gasto para higiene también y para cualquier caso la tipología tecnológica para la evacuación de las aguas servidas debe ser sin sistema hidráulico.

### Diferencias en el consumo

Mayor gasto por día (Q<sub>md</sub>): Consideraremos el 1,3 del gasto diario del promedio de un año, Q<sub>p</sub> es el gasto diario promedio en un año:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

Q<sub>p</sub> : gasto diario del promedio de un año en l/s

Qmd : Mayor gasto por día en l/s

Dot : Es la cantidad en litros por persona por día necesaria para servir sus requerimientos por cada miembro de una familia en l/hab. d

Pd : Número de beneficiarios para la que es diseñada

Consumo máximo horario (Qmh): Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Qp de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$
$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Donde:

Qp : Caudal promedio diario anual en l/s

Qmh : Mayor gasto por hora en l/s

Dot : Es la cantidad en litros por persona por día necesaria para servir sus requerimientos por cada miembro de una familia en l/hab. d

Pd : Número de beneficiarios para la que es diseñada

## **2.2.2. TIPOLOGÍA DEL ORIGEN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA**

Factores para elegir el origen: El origen para abastecer de agua será considerando los factores siguientes:

Valor del agua en la ingesta de personas.

Volumen necesario según la cantidad requerida.

Mínimo presupuesto para la construcción del sistema.

Abierto acceso del origen del abastecimiento.

Rentabilidad del origen del abastecimiento: El sistema tiene que examinar la rentabilidad del origen del abastecimiento, constatando el volumen que llevara la fuente del abastecimiento sea superior o por lo



menos el mismo al mayor gasto diario. Para el caso opuesto se hallará otros orígenes del abastecimiento que completen el abastecimiento.

Centros para bombeado de agua: Cuando el origen del abastecimiento y el emplazamiento de los habitantes, no tienen la misma altitud pueden necesitar centros para el bombeo de agua, para llevarla al PTAP. De ser necesario se prescindirá de este centro de bombeo porque significa aumento en el presupuesto que tendrá el mantenimiento y operación de resultar indispensable su inclusión se debe de incluir.

Valor del origen del abastecimiento: Cuando el sistema requiera una PTAP, el agua del origen del abastecimiento debe evaluar su valor para ingesta por parte de las personas, su capacidad de la PTAP en transformarla apta para la ingesta por parte de la población beneficiaria debe tener el valor requerido en la norma para valores de agua en la ingesta por parte de las personas (DIGESA-MINSA) y sus variantes.

Conllevando a disponer la tipología de los volúmenes de agua, según las medidas establecidas de valor ambiental (ECA-AGUA), siendo los que dictaminan si el volumen de agua puede ser bebido, según el origen del abastecimiento.

Siendo el D.S. N° 002-2008-MINAM y su reglamento limitan los valores para la calidad del agua en el territorio nacional:

Clase A1: cuando necesitan ser desinfectadas para su consumo siendo el origen por lluvia o subterráneos.

Clase A2: cuando su consumo requiere una cura tradicional siendo el origen del abastecimiento superficial.

### **2.2.3. PARTES DE UN SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA PARA LA INGESTA HUMANA**

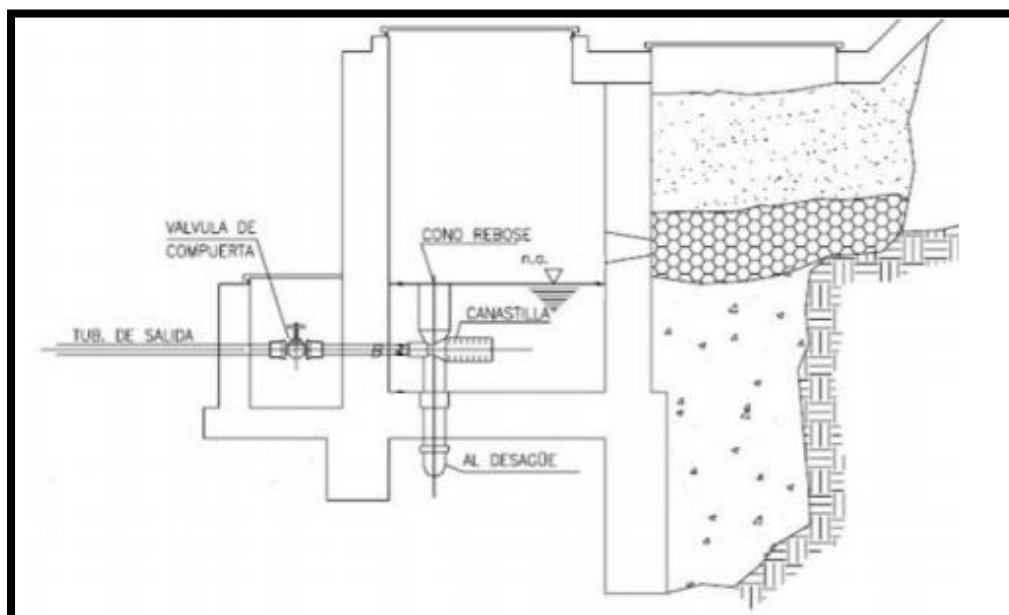
#### **Naciente de agua en terreno inclinado**

Si el confinamiento o sello hidráulico se efectúa al brote de agua puntual o disperso en un terreno con pendiente. Este confinamiento o

sello hidráulico realizado al brote de agua consta de una estructura cerrada en el cual se controla el volumen del recurso hídrico a captar.

**Figura 1**

*Naciente de agua en terreno inclinado*



*Fuente:* Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

Elementos importantes de un colector de agua de Nacientes:

**Estructura de protección**, en colectores de agua en terreno inclinado es primordial no alterar la corriente del recurso hídrico que fluye del brote. Esta estructura de confinamiento o protección se concibe de manera que se circunscriban al o a los puntos de brote de del recurso hídrico para recolectar el agua que demanda el sistema.

**Conductos y accesorios**, son tales que al trabajar conteniendo agua no deben reaccionar químicamente aun con el paso del tiempo. Sus secciones transversales serán escogidos de acuerdo al mayor volumen diario, pudiendo ser diferentes en casos excepcionales con su debida justificación. Para concebir técnicamente elementos recolectores de recursos hídricos se tomará o incluirá llaves de control de flujo, accesorios, conductos de puga, conducto para la eliminación del excedente y cubierta para el control y mantenimiento de los mismos.

Donde comienza el conducto a la red de distribución se proveerá de una canastilla o artículo que permita solo el paso del agua.

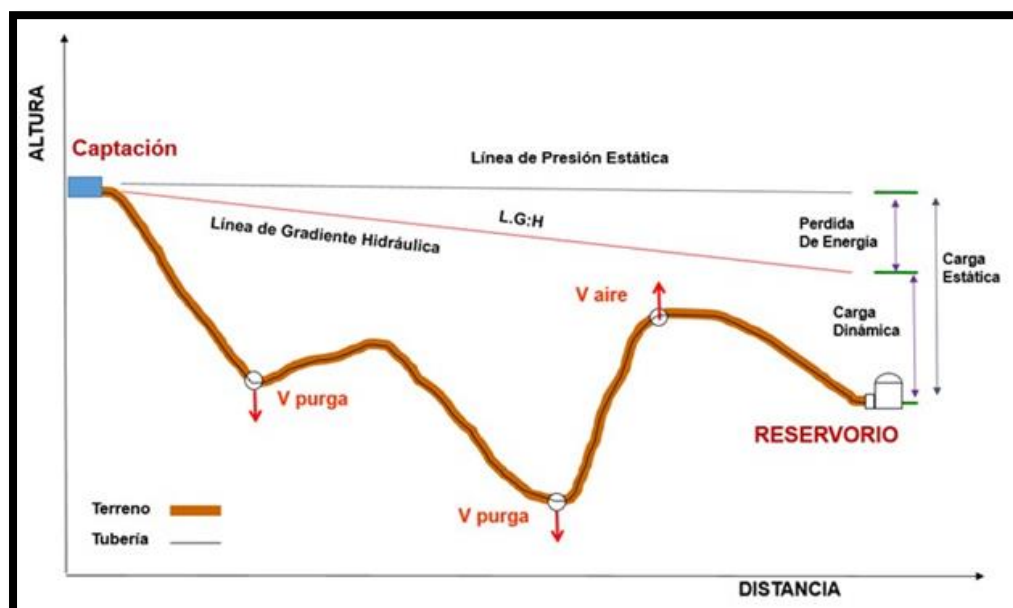
**Estructura de recolección de aguas**, En el caso se recoja el agua de un pantano la cámara de recolección del recurso hídrico se encuentre fuera del alcance del pantano para recoger el recurso hídrico de varias alcantarillas.

**Cerco perimétrico**, el área donde se capta el recurso hídrico tiene que estar aislada y de esa manera evitar que se pueda ser alterar con agentes extraños. Además de contar con zanjas de coronación en la parte superior y en todo el contorno donde se encuentra la estructura de colector del recurso hídrico para evitar contacto con las aguas de lluvia.

**Conducto de transmisión de agua**, Viene hacer el conducto que lleva el recurso hídrico desde la estructura recolectora hasta el componente inmediato siguiente, que viene hacer un componente que almacena el recurso hídrico, pero que antes podría o no tener un componente igual de importante donde el agua podría ser tratado para la ingesta final. El conducto que conduce el recurso hídrico tiene las siguientes características estar calculado con el mayor gasto diario del recurso hídrico además debe contar con: elementos de fijación, llaves para la evacuación, llaves para la ventilación, estructuras que permitan llevar la presión del recurso hídrico a cero, acueductos, llaves para la expulsión de aire en los conductos. Estos elementos mencionados serán fabricados con PVC; aunque por la particularidad de un sistema puede ser considerado conductos de otro material de mayor resistencia.

**Figura 2**

Conducto que lleva el recurso hídrico de la estructura de recolección a la estructura de almacenamiento



Fuente: Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

**Volumen de agua para Diseño,** El conducto de transmisión de agua tiene que ser calculado para llevar por lo menos un volumen igual mayor gasto diario de agua ( $Q_{md}$ ), además si fuera un conducto con interrupciones su cálculo debe estar dado con el mayor gasto horario ( $Q_{mh}$ ).

El conducto de aducción requiere que tenga características para transmitir por lo menos un volumen igual al mayor gasto horario ( $Q_{mh}$ ).

**Valor de la rapidez admisible para el flujo,** En el conducto de transmisión de agua se tiene que contar con. Rapidez menor tiene un valor no inferior a 0.60 m/s. Rapidez mayor que se pueda tolerar con un valor de 3m/s, este valor podría llegar hasta los 5 m/s de haber el sustento correspondiente.

**Estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero,** Cuando las cotas a lo largo de este conducto van disminuyendo desde la estructura de recolección a lo largo de este

conducto esto va a producir presión que en algún punto del conducto superara al valor máximo que puede conducir. Para que esto no llegue a suceder se requiere la construcción de estructuras que literalmente rompa este valor máximo de la presión llevándola a cero. Para poder hacer estas estructuras se propone su construcción una vez llegado a 50 metros de altura vertical medido aguas abajo.

Algunas medidas que se pueden plantear:

- El valor mínimo de la sección interior será de: 0,60 x 0,60 m, medidas que permitirán la construcción de la misma y la operación de sus accesorios.
- Estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero tendrá una altura resultante de sumar.
- Menor distancia vertical para la salida de agua 10 cm
- Menor distancia vertical libre o seca 40 cm

Altura de agua calculada con la expresión Bernoulli de tal manera que el agua retenida pueda seguir la corriente del conducto de transmisión.

El conducto que llega a la estructura estará a una cota superior de donde inicia la altura libre.

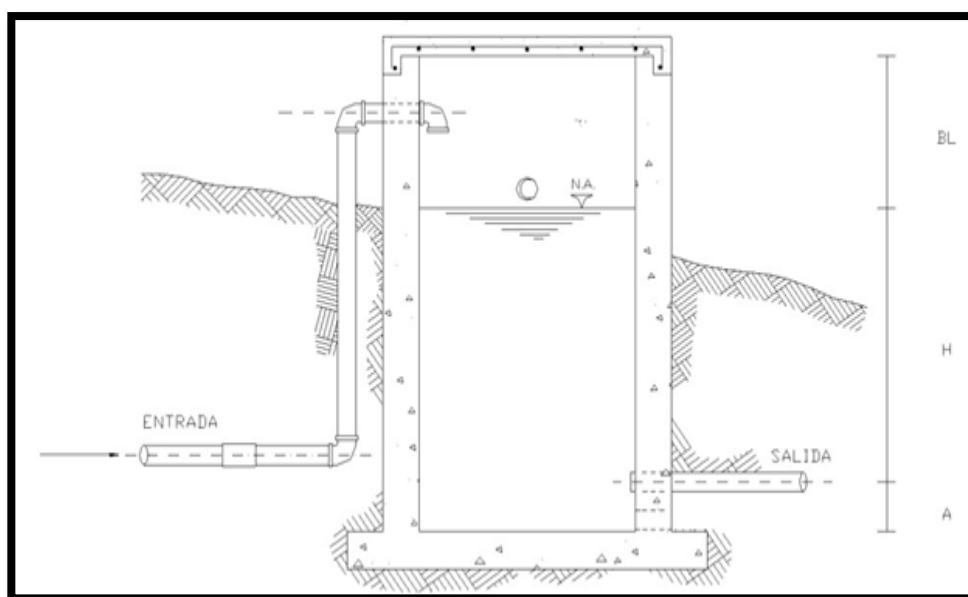
El conducto de salida de la estructura debe tener en su inicio una canastilla que solo permita el paso del agua.

En la estructura contará con un conducto para el retiro de excedentes de agua.

La estructura contará con una tapa fijado a la estructura que permita su correcta manipulación, así como refacción.

**Figura 3**

*Estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero*



*Fuente:* Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

Tenemos del esquema:

A: Menor distancia vertical para la salida de agua (0.10 m)

H: Altura de agua calculada con la expresión Bernoulli de tal manera que el agua retenida pueda seguir la corriente del conducto de transmisión.

BL: Menor distancia vertical libre o seca (0.40 m)

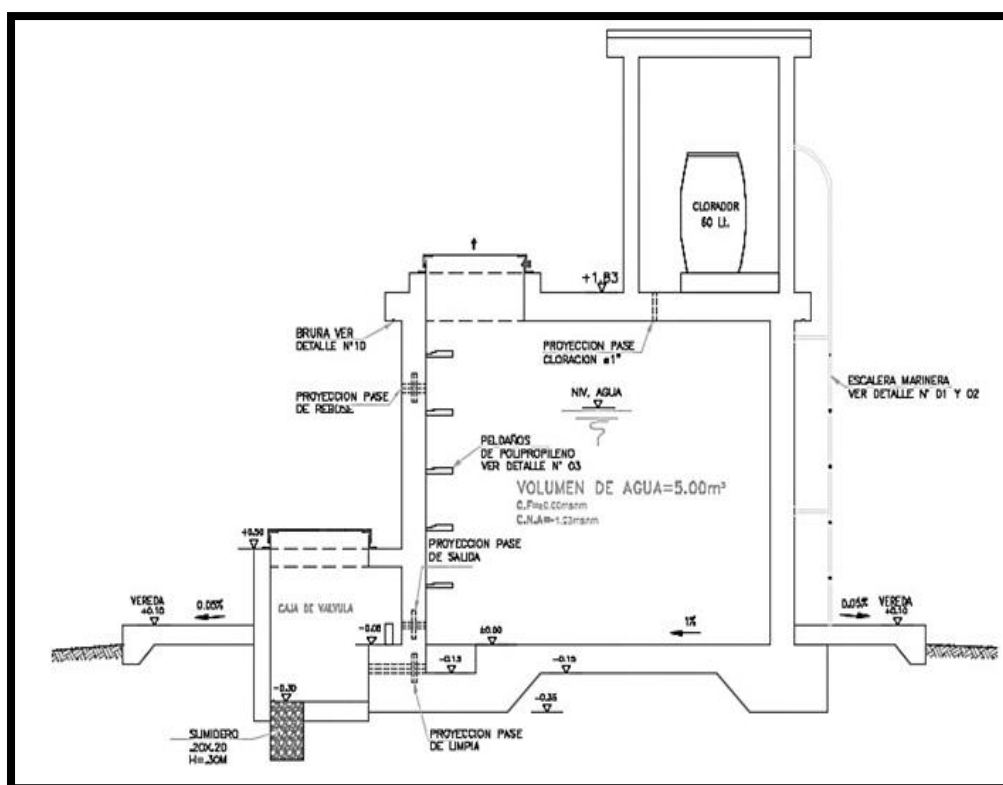
HTC: altura total de la estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero

$$H_t = A + H + B_L$$

**Estructura de almacenamiento del recurso hídrico,** La estructura se encontrará asentada cerca de las viviendas a alimentar y además de contar con la mayor cota posible para que pueda alimentar a la vivienda más alejada con un valor mínimo en su presión.

**Figura 4**

*Estructura de almacenamiento típico*



*Fuente:* Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

**Consideraciones Generales,** La estructura se debe construir como el objetivo de que sea el inicio del sistema de distribución. La estructura se encontrará asentada cerca de las viviendas a alimentar y además de contar con la mayor cota posible para que pueda alimentar a la vivienda más alejada con un valor mínimo en su presión.

Su construcción resulta en una estructura que pueda garantizar en el recurso hídrico su valor y e inamovilidad. Sien en su fabricación el concreto armado de resistencia necesaria para estructuras en contacto con agua cuya capacidad mínima será de 5 m<sup>3</sup> y múltiplos de este. La estructura contara con cobertura que viene hacer una losa de las mismas características de las paredes, su volumen podría estar debajo del nivel del terreno natural, su volumen también podría estar en parte debajo del nivel del terreno natural y por ultimo todo su volumen podría estar por encima del nivel del terreno natural. Debe contar con cerco perimétrico.

La estructura de almacenamiento d recurso hídrico tiene que tener una tapa para el ingreso de su operador.

#### **2.2.4. CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL BIM**

**BIM: (Building Information Modeling):** Modelado de Información de la Construcción. Son los lineamientos para la gestión con agentes cooperativos cuyo resultado adquiere la sinergia de los mismos que se valen de instrumentos digitales para desarrollar un proyecto de construcción, siendo los contenedores de información geométrica los que nos va a permitir generar o construir virtualmente la estructura del proyecto, Esta construcción virtual muestra la estructura del proyecto con sus mediadas a escala pero también permite conservar la información no geométrica como pueden ser sus propiedades individuales como por ejemplo su material, así también como si estuvieran agrupadas por ejemplo su estado dentro de la construcción ya construidos o con avance.

##### **Dimensiones del BIM:**

**BIM - 2D (la dimensión plana),** Los lineamientos del BIM y el diseño asistido por computadora CAD desarrollan proyectos de construcción y su respectiva entrega en planos de manera muy diferente siendo los procesos CAD una forma de trabajar con líneas rectas, curvas y circulares que representarían la proyección de los elementos en un plano complementados con su descripción o nombres y una característica importante del trabajo en CAD es que los cambios en cualquier elemento no se transmite o actualiza en todos los planos donde aparece el mismo elemento.

Cuando un proyecto de construcción es desarrollado con los lineamientos del BIM, esta se desarrolla con un criterio real de construcción. No representa la proyección de los elementos constructivos sino más bien se construye con los elementos reales que tendría una construcción como cimentaciones, columnas, pisos, vigas, losas, muros, etc. Permitiendo una mejor comprensión de lo que se desea



construir siempre con ese criterio con que se construirá realmente. Cuando uno modela bajo estos criterios o lineamientos que ofrece el BIM toda la información modelada es centralizada como si estuviera guardada en un solo silo y esto permite actualizar los cambios realizados en cualquier elemento y transmitir esos cambios en todos los planos donde aparece el mismo elemento, siendo esta característica necesaria para poder tener procesos de coordinación de la información con estándares de calidad o basados en la calidad porque eliminaríamos los trabajos repetitivos que solo quitan el tiempo que se debe dedicar al control. Este proceso genera un modelo virtual del proyecto con sus características geométricas y no geométricas que serán de utilidad durante las siguientes fases o ciclos de vida de un proyecto de construcción.

**BIM - 3D (la incorporación del tercer eje)**, Corresponde a la visualización 3d en un espacio que simula la realidad. Siendo la representación digital de elementos que corresponden a su similar en la realidad gracias al software de modelado en 3D. Una característica del modelado en 3D es que los elementos sean paramétricos mas no la simple visualización tridimensional. Para el entorno BIM, el modelado en 3D debe permitir el aumento de la información que se quiere representar dejando las características de la visualización al software empleado. No se debe confundir la representación en 3D como el objetivo de los lineamientos del BIM, porque si eso fuera el fin se usara software con herramientas para la visualización realística. Es importante recalcar que los softwares que modelan siguiendo los lineamientos del BIM, pueden hacer esta representación foto realística no es su fin.

Para el modelo obtenido diremos que caracteriza lo que se construirá con sus medidas y valores de cada uno de sus elementos agrupados o conectados de la misma forma en que estuvieran construido como las cimentaciones, entre pisos, columnas, vigas, así como los cerramientos como los muros, puertas, ventanas, etc.

**BIM – 4D (el análisis de la programación temporal)**, En un entorno real de trabajo existe una dimensión que no es inherente a los elementos 3D pero que sin ello no se podría construir esa dimensión es el tiempo necesario para poder desarrollar la secuencia constructiva.

Una característica del BIM – 3D es no solo la visualización y formas para poder simular su uso en condiciones reales, sino que también cuantificar las cantidades de trabajo que representaría esos modelos 3D, ya que con esas cantidades de obra también se podría según el criterio constructivo basado en la experiencia planificar ese trabajo con tiempos controlados y así obtener la programación de obra.

Por lo tanto, si al BIM – 3D le adicionamos de manera controlada y planificada el tiempo obtenemos el BIM – 4D, para obtener la planificación y programación de obra, en obra es necesario para el control de la construcción.

**BIM – 5D (el coste/presupuesto)**, El proceso con lineamientos BIM se adiciona información y aumentamos de dimensión por ejemplo al BIM – 3D le sumamos el tiempo previa cuantificación, modulación del trabajo o sectorización obtenemos el BIM – 4D y si por estos trabajos programamos le asignamos los costos previo análisis y cálculos llegaríamos al BIM – 5D.

Un software de presupuesto para modelos BIM que calculen sus costos es necesario para el proceso.

**BIM – 6D (sostenibilidad)**, Todo proyecto de construcción a lo largo de su ciclo de vida producen cambios en su entorno a los que llamaremos impactos ambientales, estos impactos que podrían ser mínimos, pero son considerables cuando ya se les toman en cuenta en grupo y sabiendo que esto se da en todas las localidades el problema puede ser de carácter internacional o mundial. Reglamentos internacionales como las normas ISO, proponen alternativas para edificaciones sostenibles durante la construcción con un mejor

aprovechamiento de los materiales y durante la operación menor consumo de energía.

La nueva dimensión del BIM donde se busca además del control de tiempo y sus costos también busca una mejor sostenibilidad que sean amigables con su entorno.

La sexta dimensión, BIM – 6D busca simular el comportamiento futuro de la edificación tanto en su desempeño y costo de mantenimiento, así como su desenvolvimiento con su entorno.

**BIM – 7D (gestión del ciclo de vida)**, Para el proceso BIM las dimensiones pueden seguir avanzando ya que la sexta dimensión, BIM 6D busca una mejor gestión de un proyecto de construcción o su sostenibilidad la siguiente dimensión tendría que llegar para el usuario final o el propietario quien aprovechara de este activo para satisfacer sus necesidades en todo el campo de su vida.

#### Figura 5

*Pirámide conceptual del BIM*



Fuente: <http://www.minetur.gob.es>

**Niveles de desarrollo del BIM (Lod)**, Todo modelo BIM al contener información esta se puede medir o clasificar tanto la cantidad

como la calidad de dicha información para lo cual se medirá y posteriormente se clasificará en niveles de desarrollo.

**Nivel de desarrollo 100** La información contenida en el modelo BIM, son componentes con forma **volumétrica** genérica y los elementos como muebles pueden ser representado por símbolos para un metrado y estimación de costo siendo que los componentes son genéricos su metrado se podría hacer por volúmenes y áreas.

**Nivel de desarrollo 200** La información contenida en el modelo BIM, son componentes iguales al nivel 100 pero con una información más relevante como la ubicación, **orientación** y por lo tanto volúmenes y áreas, aunque genéricos, pero en las cantidades definidas.

**Nivel de desarrollo 300** La información contenida en el modelo BIM, son componentes específicos, en cantidades definidas, cantidades y formas definidas además de **la** información geométrica incluye también información no geométrica como cantidades de obra y características y propiedades de los materiales.

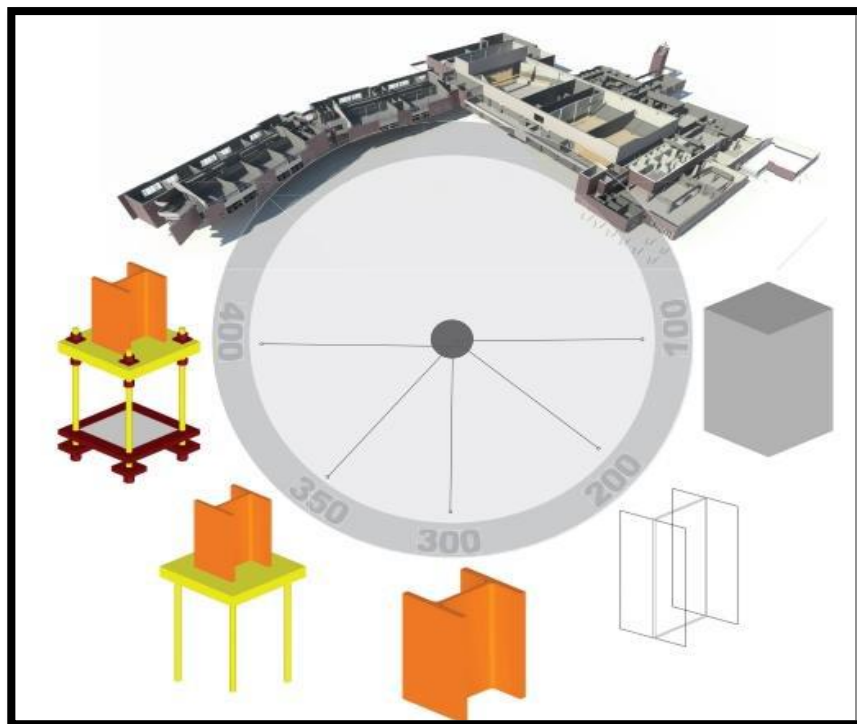
**Nivel de desarrollo 350** La información contenida en el modelo BIM, es como del nivel anterior, pero habría que adicionarle la información de otras especialidades o todas, para una coordinación de la información de varios modelos como los modelos de: arquitectura de estructuras, eléctricas, sanitarias, etc.

**Nivel de desarrollo 400** La información contenida en el modelo BIM, tiene la información del nivel anterior, pero con la información no grafica a un nivel de detalle **completo**.

**Nivel de desarrollo 500** La información contenida en el modelo BIM, es igual a la información contenida en el nivel anterior pero ya cuenta con información del **emplazamiento** donde se desarrollará.

**Figura 6**

*Nivel de Desarrollo*



*Fuente: AIA BIM Fórum*

## **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

### **2.3.1. CONSTRUCTABILIDAD**

Según: construcción industry institute (2012), podemos entender como constructabilidad a la sinergia que resulta de la información que los involucrados de un proyecto de construcción aportan, así como: conocimiento científico, conocimiento empírico, valores comerciales, medidas y ese enriquecimiento de información permite cumplir satisfactoriamente las metas propuestas en el inicio del proyecto.

### **2.3.2. COMUNICACIÓN EN TIEMPO REAL**

La comunicación en tiempo real para proyectos de construcción se basa en tener a un modelo centralizado en donde los cambios que realizan los diferentes especialistas que no necesariamente están en el mismo lugar pueden observarse en esos mismos instantes en que se da.

### **2.3.3. ELEMENTO BIM**

Son elementos dinámicos que caracterizan las propiedades de los elementos reales en una construcción para poder modelar el proyecto desde los elementos de la cimentación, columnas, entrepisos vigas, losas, según: (MVCS-DGPRCS, 2019).

### **2.3.4. MODELO BIM**

Es una base de datos con información geométrica y no geométrica que representa a un proyecto de construcción siendo además dinámica porque no solo transmite los cambios sino también porque se puede aumentar información teniendo una relación directa entre los usos que se le quiera dar según las dimensiones del BIM, según: (MVCS-DGPRCS, 2019).

### **2.3.5. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN**

Se puede representar un proyecto como un conjunto de información que nos permite construir satisfactoriamente las metas propuestas siendo esto capaz de realizarse en el menor tiempo y al menor costo, según: (MVCS-DGPRCS, 2019).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

H0: El modelo BIM, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, aumenta su constructabilidad en la fase de diseño detallado, en zona rural como Guellgash distrito de Churubamba-Huánuco-2021.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS**

H1: Usando el modelo BIM detallado, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, se puede

programar de una manera más eficiente, siguiendo la secuencia constructiva que tendrá en obra.

H2: Gestionando el modelo BIM, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, se obtiene las cantidades de obra a realizar.

## 2.5. VARIABLES

### 2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Aumento de la constructabilidad, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano.

### 2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Modelo BIM.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4

*Variables de estudio*

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICES</b>
Modelo BIM	Diseño hidráulico estandarizado por el MVCS en zona rural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones del BIM.</li> <li>• Niveles de Desarrollo del modelo BIM.</li> </ul>	Especificaciones Técnicas.
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICES</b>
Aumento de la constructabilidad, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano.	Diseño hidráulico según criterios del MVCS en zona rural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento constructivo.</li> <li>• Cantidades de obra.</li> <li>• Programación de obra.</li> </ul>	Especificaciones Técnicas.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. ENFOQUE**

La presente tesis de pregrado tiene un enfoque cuantitativo de datos detallado de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano, bajo los principios y lineamientos del BIM.

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Descriptivo: ya que la finalidad consistió en la seguir los pasos para modelar la información de, estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano siguiendo un criterio lógico de la secuencia constructiva mediante softwares que modela la información bajo los lineamientos del BIM resultando cuantificaciones, sectorizaciones necesarias en una programación tal cual se hará en obra, así como extracción de los metrados (Muñoz, C. 2011).

##### **3.1.3. DISEÑO**

De acuerdo al nivel es descriptivo y cuantitativo, el diseño de la tesis no es experimental (Tamayo, M. 1999). Para poder seguir un caso así se desarrollará en un estudio definitivo que tenga la misma variable dependiente para corroborar nuestra hipótesis: siendo el caso de estudio diseño de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural.

#### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población son las estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en etapa de diseño del centro poblado de Guellgash - Churubamba considerando que lo que se busca es mejorar



la constructabilidad de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano siguiendo los lineamientos del BIM.

### **3.2.2. MUESTRA**

El muestreo se hará en estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano del centro poblado de Guellgash - Churubamba, el tamaño de la muestra será 01.

## **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para el modelar las estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo en zona rural del centro poblado de Guellgash - Churubamba, se contará con softwares de modelado virtual de proyectos de construcción no siendo necesario mencionar alguno en particular ya que existen varios en el medio, el modelado se hará de su expediente técnico.

### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

La presentación de los datos previos se mostrará de la manera más didáctica posible abundando en gráficos que lleven a un entendimiento claro además de intuitivo con la explicación clara y sucinta que ayude a entender la descripción de los pasos que se siguieron para obtener los resultados y la presentación de esos resultados en tablas.

### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

La técnica será modelar las estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, en zona rural se hará siguiendo un criterio constructivo de obra, para proyectos de este tipo.

## CAPITULO IV

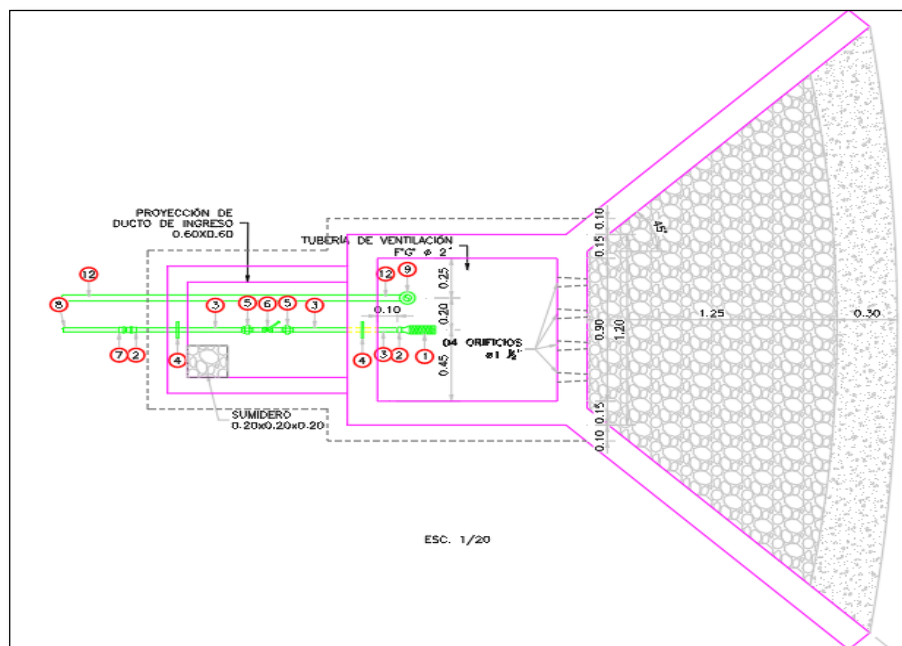
### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Teniendo en cuenta los parámetros técnicos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), del anexo Resolución Ministerial N° 192 – 2018 Vivienda, se puede identificar los componentes hidráulicos como la captación de ladera y Reservorio circular con sistema de cloración por goteo. El análisis de estos componentes se cumplirá con los parámetros de dicha resolución. Conociendo que la fuente hídrica es de un manantial de ladera, lo tenemos estandarizado por parte del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la cual se realizara de un caudal de 1.50 lt/seg, según el diseño.

**Figura 7**

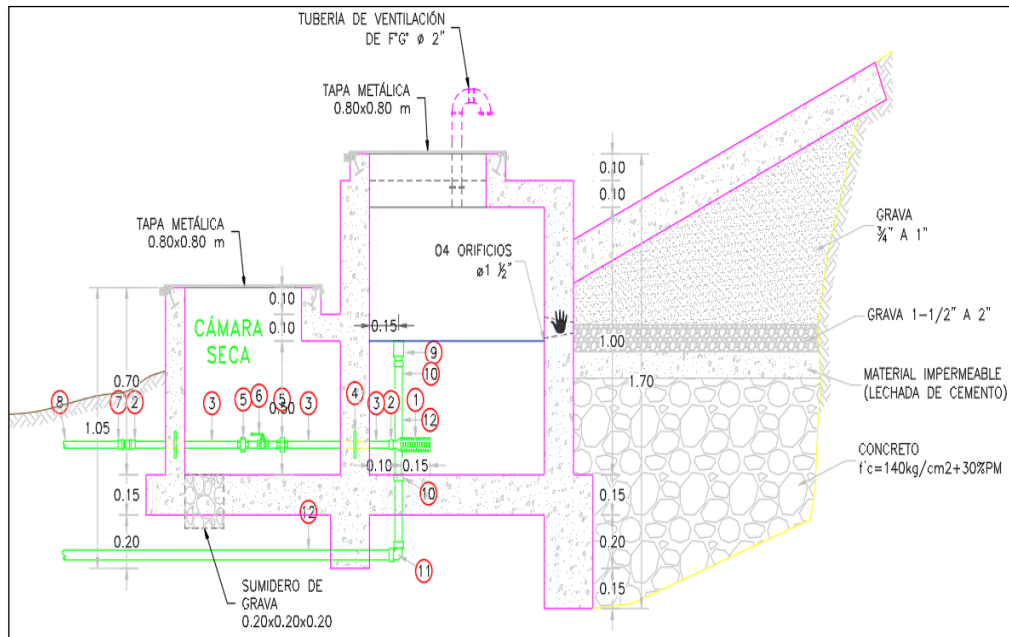
*Vista en planta de la captación de manantial de ladera*



En la figura se visualiza el manantial de ladera en una proyección en 2D, logrando observar la cámara húmeda y la cámara seca, como también la distribución de la parte sanitaria de dicho componente, en la cual no tenemos una correcta visualización de la isometría de las conexiones de las tuberías de la cámara seca o también llamada cámara de válvulas.

**Figura 8**

Vista en corte de la captación de manantial de ladera



**Tabla 5**

Leyenda de los componentes del manantial de ladera

ACCESORIOS DE TUBERIA DE CONDUCCION / LIMPIA Y REBOSE		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	CANASTILLA DE BRONCE Ø=2"	1
2	UNION ROSCADA DE F&G Ø=1"	2
3	TUBERIA DE F&G Ø=1"	* 1.40 m
4	BRIDA ROMPE AGUA Ø=1"	2
5	UNION UNIVERSAL DE F&G Ø=1"	2
6	VALVULA COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO C/MANIJA Ø=1"	1
7	ADAPTADOR MACHO PVC Ø=1"	1
8	TUBERIA PVC Ø=1"	*
9	CONO DE REBOSE PVC Ø=2"	1
10	UNION SP PVC Ø=1 1/2"	2
11	CODO 90º SP PVC Ø=1 1/2"	1
12	TUBERIA PVC PN 10 Ø=1 1/2"	* 2.20 m

Fuente: Resultados de los accesorios de la captación del plano en 2D

Se observa en la siguiente tabla los componentes que deben tener la captación de ladera en la especialidad de sanitarias, la cual se observa en la cámara húmeda y seca. El siguiente componente es el reservorio con sistema

de cloración por goteo, el reservorio es de capacidad de almacenamiento de 25 m<sup>3</sup>, la cual se diseñó de forma circular, de Concreto Armado, tiene las siguientes características:

1. Capacidad : 25 m<sup>3</sup>
2. Dimensiones : D= 3.70 m y H=2.40 m y B= 0.35 m

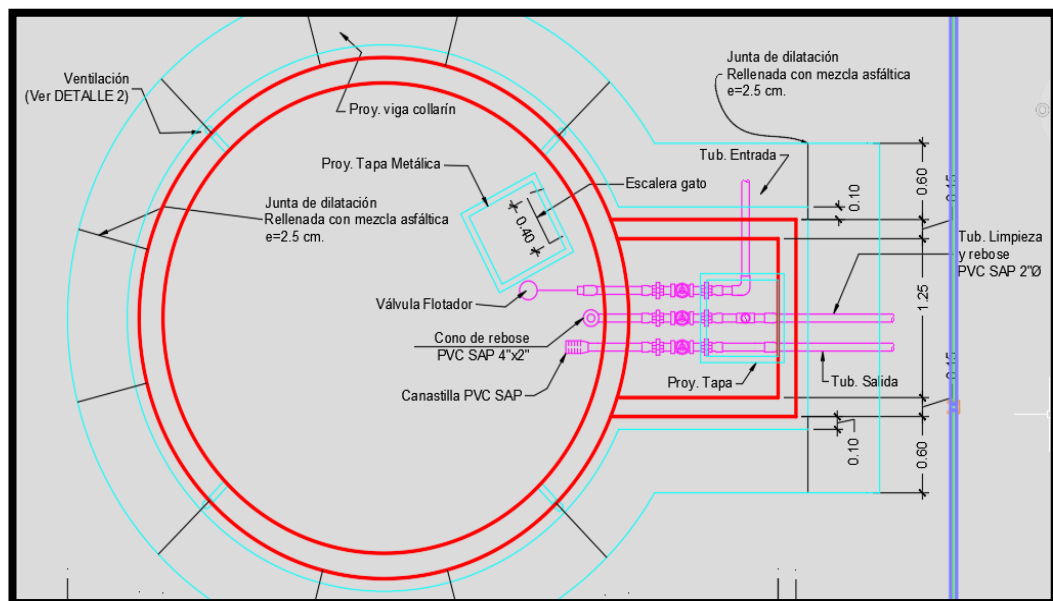
**Cúpula:** Está conformada por un espesor de 0.07 m, con una contra flecha en el centro con Respecto al borde Superior de la viga de borde, Para su diseño se utilizó una calidad de concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Pared Circular:** Conformada por una lámina de revolución plana, tiene una altura de 2.90 m y un espesor de 0.20 m (ver planos de estructuras). Diseñada con una calidad de concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Cámara de Válvulas:** Conformada por una cámara de concreto armado, en la cual está la colocación de la tubería y válvulas que pertenecen a la especialidad de sanitarias.

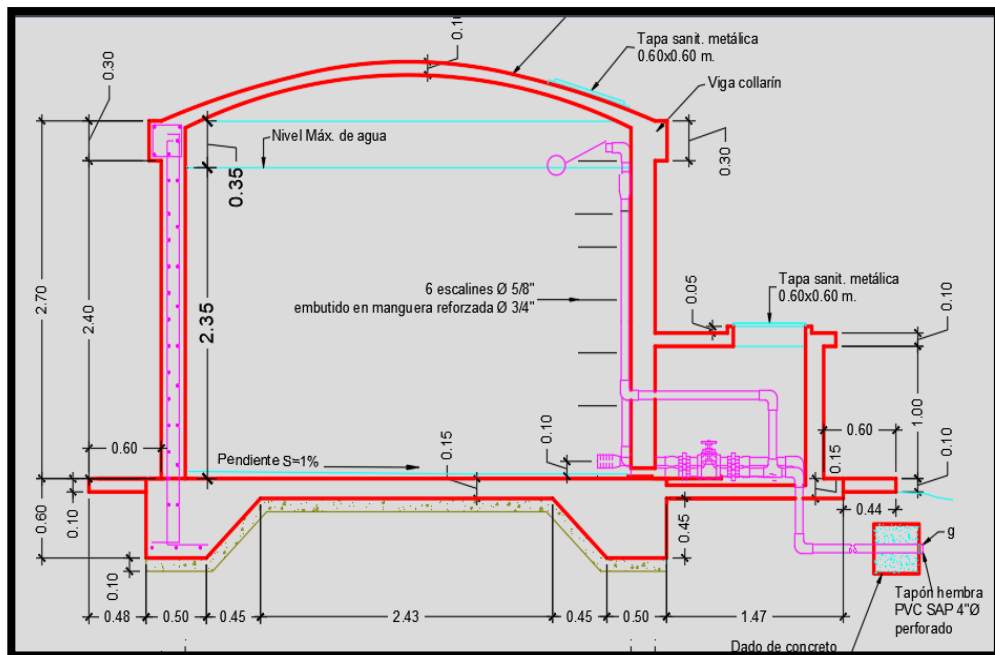
**Figura 9**

*Vista en planta de reservorio de capacidad de 25 m<sup>3</sup>*



**Figura 10**

*Vista en corte de reservorio con capacidad de 25 m<sup>3</sup>*

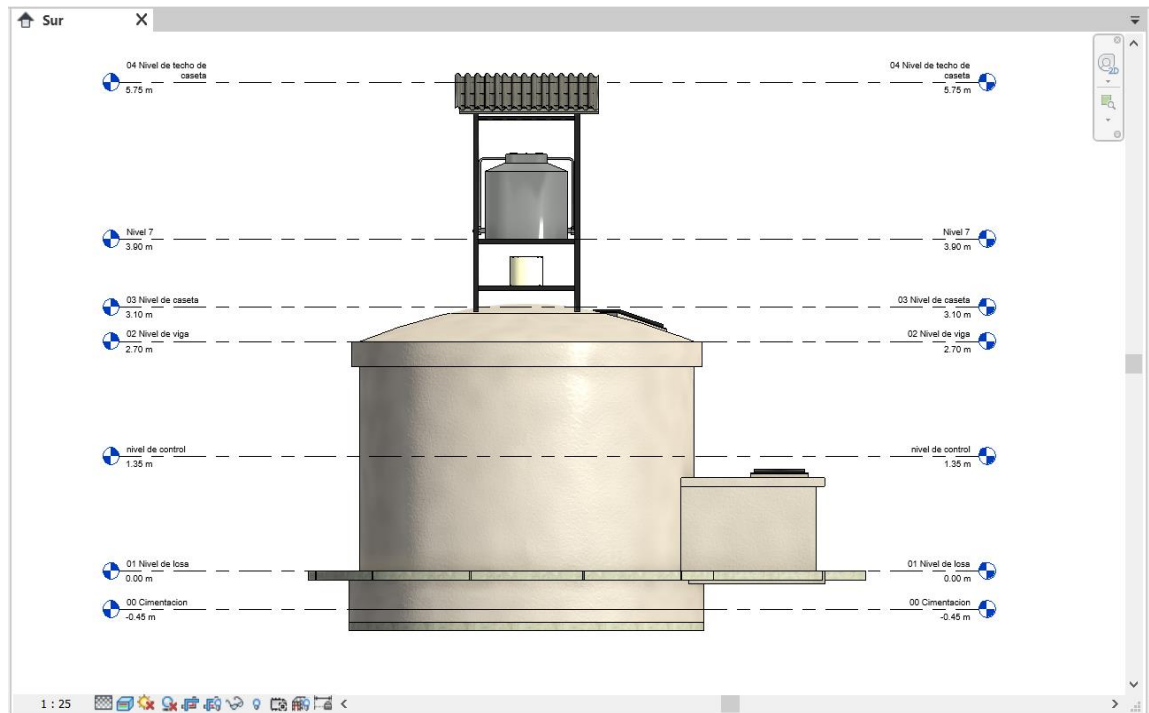


Se visualiza una proyección en 2D sobre el reservorio circular por sistema de cloración por goteo, mostrando las partes que corresponden en dicho componente, la cual permite realizar los metrados correspondientes, tanto de las especialidades de arquitectura, estructuras y sanitarias, teniendo en cuenta que solo los ejecutores que realicen este manantial tienen el conocimiento pleno de los materiales y componentes que existe en dicho manantial, ya que su visualización y proyección debido a los conocimientos basados a sus experiencias en ejecución, hacen que entiendan dichos planos.

Pero el problema radica en el tema de que no es lo mismo analizar una concepción en 2D a tener una proyección y visualización en 3D, para poder visualizar mejor los detalles de todos los componentes que participan en el manantial de ladera. Ya que el objetivo principal es la correcta funcionalidad de dichos componentes.

**Figura 11**

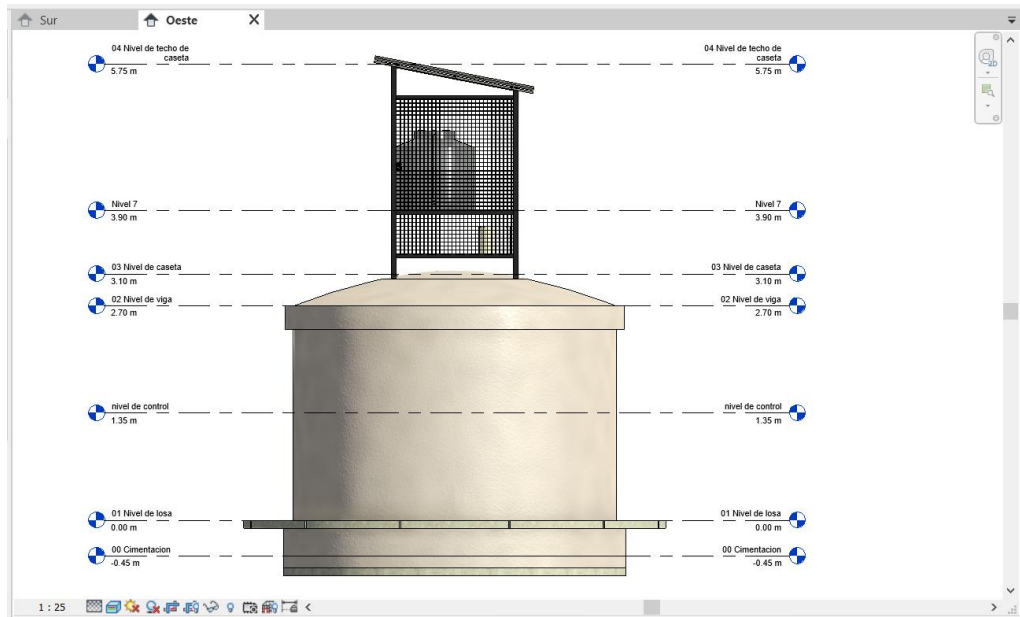
*Modelado en BIM, Vista en elevación Sur*



El uso de la aplicación con la metodología BIM, realiza una visualización en 3D, en el cual se observa en las siguientes figuras, en vistas de corte en todos los ángulos, esto facilita que nuestra visualización se proyecta antes de la ejecución del proyecto y poder percibir problemas que pueden ocurrir antes de su proceso constructivo. El modelamiento se puede aplicar en diferentes softwares que usen la metodología BIM, ya que el uso de esta metodología nos brindara el aporte de conocer el funcionamiento correcto de este componente hidráulico, porque el problema radica durante la ejecución de este proyecto, ya que los planos que presentan siempre están en 2D, la cual no es fácil interpretar para su proceso en ejecución, con estos modelamientos en 3D de dicho componente apoyan a tener una mejor interpretación al momento de realizar los metrados del proyecto, y tendríamos una cuantificación con menos margen de error al momento de realizar el presupuesto de dicho proyecto.

**Figura 12**

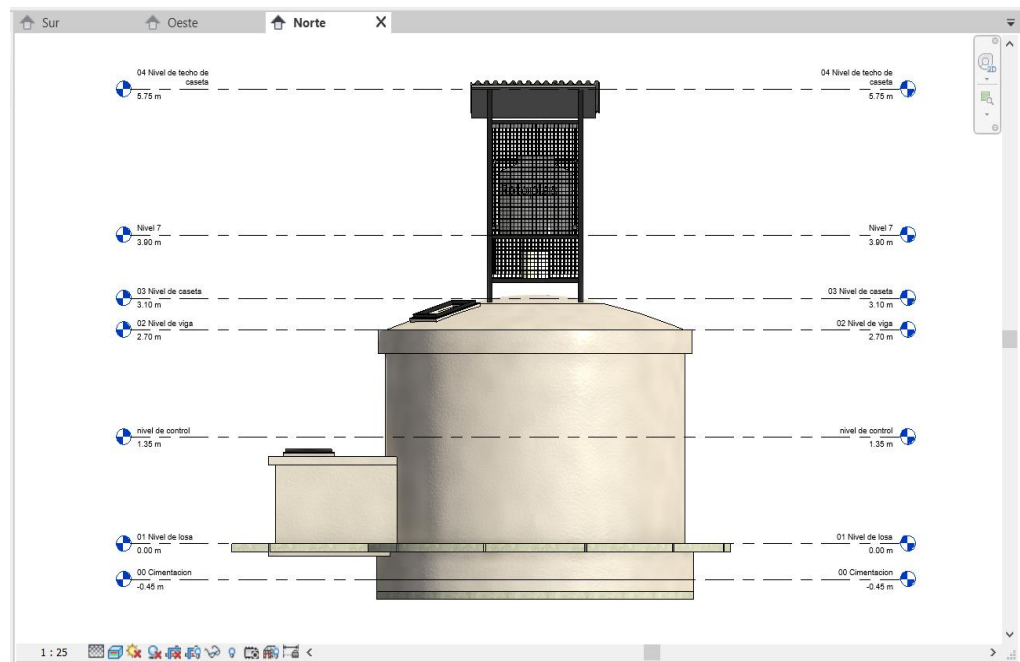
*Modelado en BIM, Vista en elevación Oeste*



En las siguientes figuras se puede observar los cortes en diferentes vistas del Reservorio de capacidad de 25 m<sup>3</sup>, con su respectivo sistema de cloración por goteo.

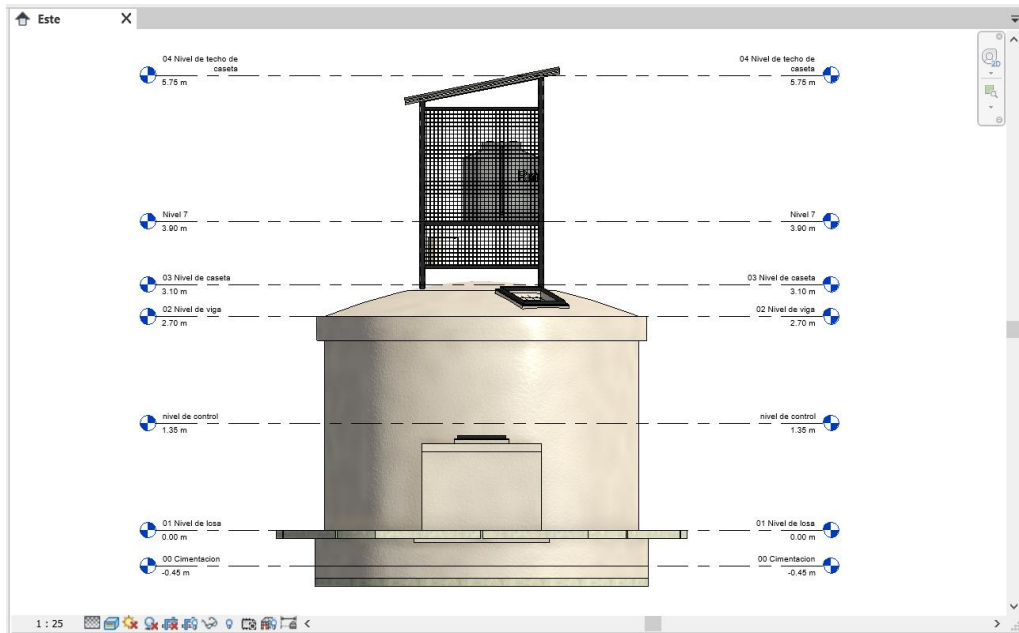
**Figura 13**

*Modelado en BIM, Vista en elevación Norte*



**Figura 14**

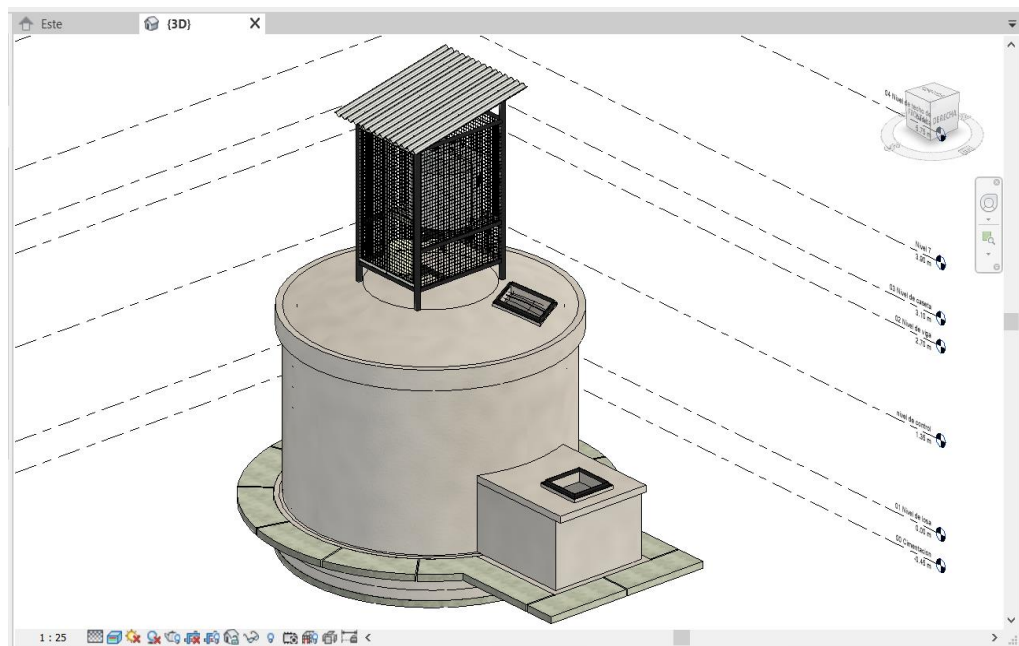
*Modelado en BIM, Vista en elevación Este*



Las respectivas figuras hacen referencia a una visualización en 3D del reservorio tanto en un corte frontal con la cámara de válvulas y el sistema de cloración por goteo.

**Figura 15**

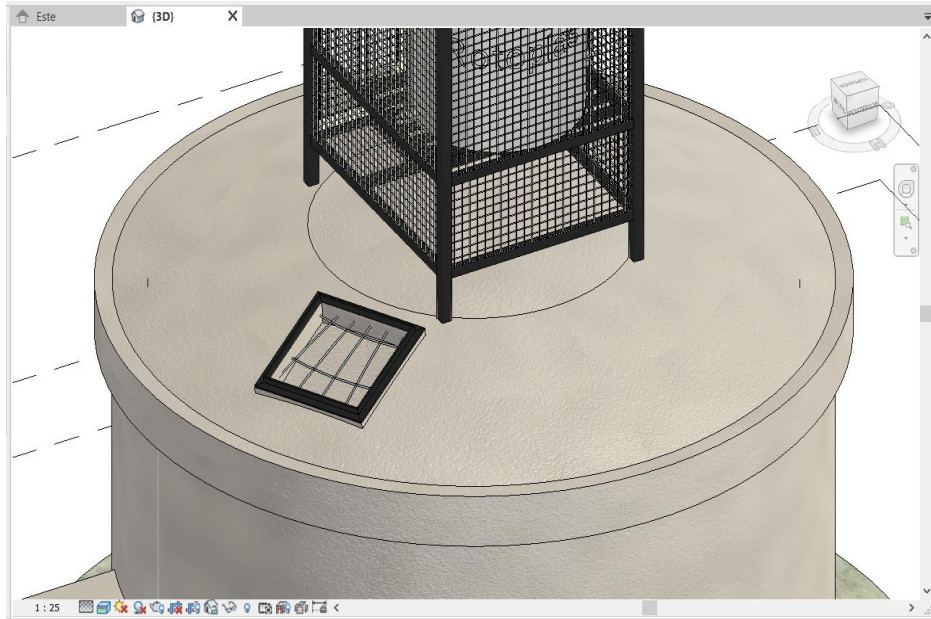
*Modelado en BIM, Vista Isométrica*





**Figura 16**

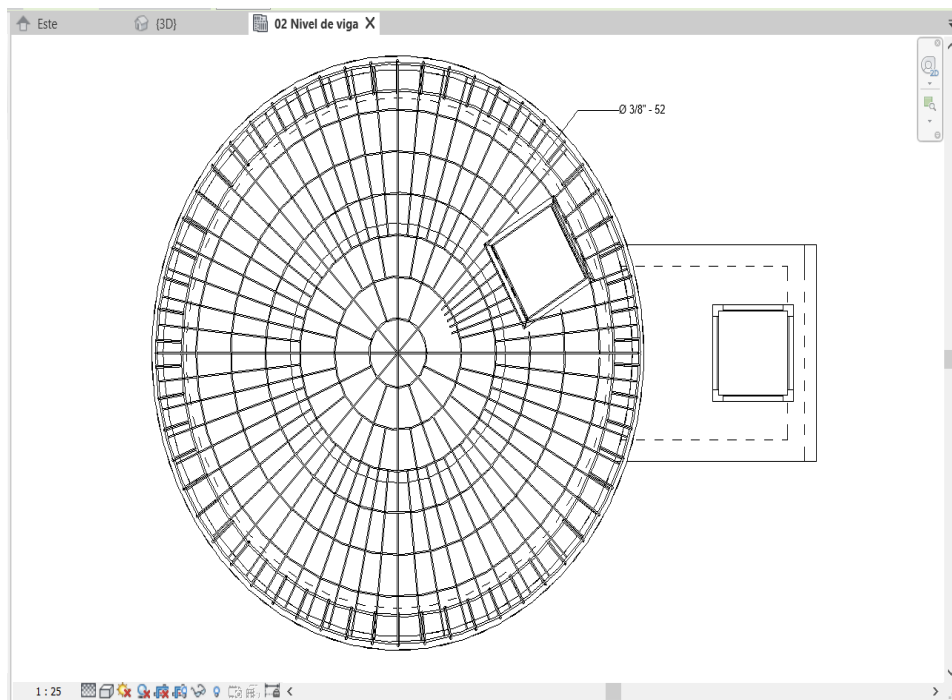
*Modelado en BIM, Vista del acceso al Reservorio*



Las respectivas figuras hacen referencia a una visualización en 3D del reservorio dando mayor énfasis al tema de la losa superior o cúpula de dicho elemento, y también se visualiza la distribución del acero en la cúpula y se visualiza el ingreso al reservorio.

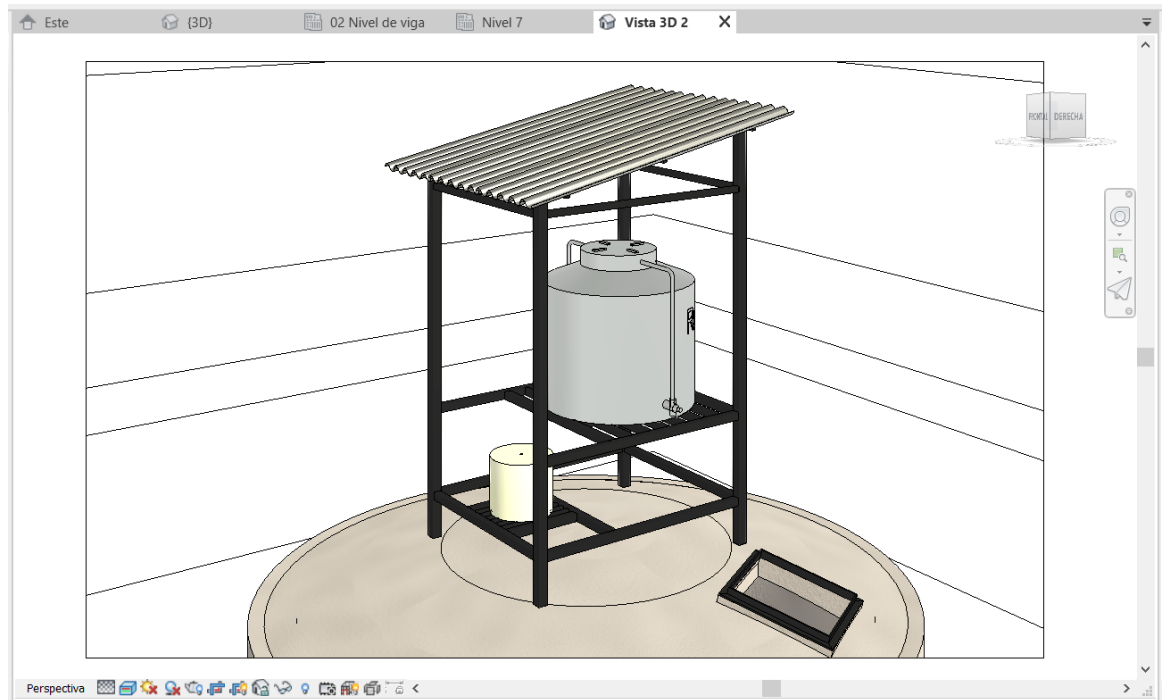
**Figura 17**

*Detalle de la armadura de acero en la cúpula del reservorio*



**Figura 18**

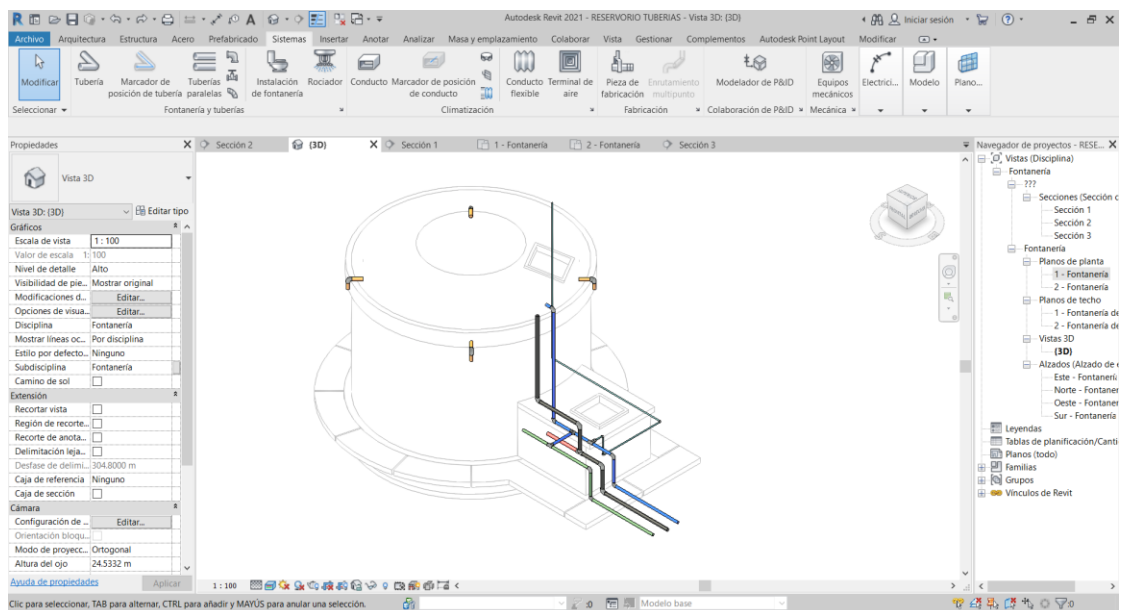
*Detalle de la caseta de cloración*



El vano en la cúpula muestra la armadura de refuerzo, sin embargo, en el expediente no cuenta con detalle para la discontinuidad del acero en dicho vano. Y tampoco se encuentra el detalle de la caseta de cloración.

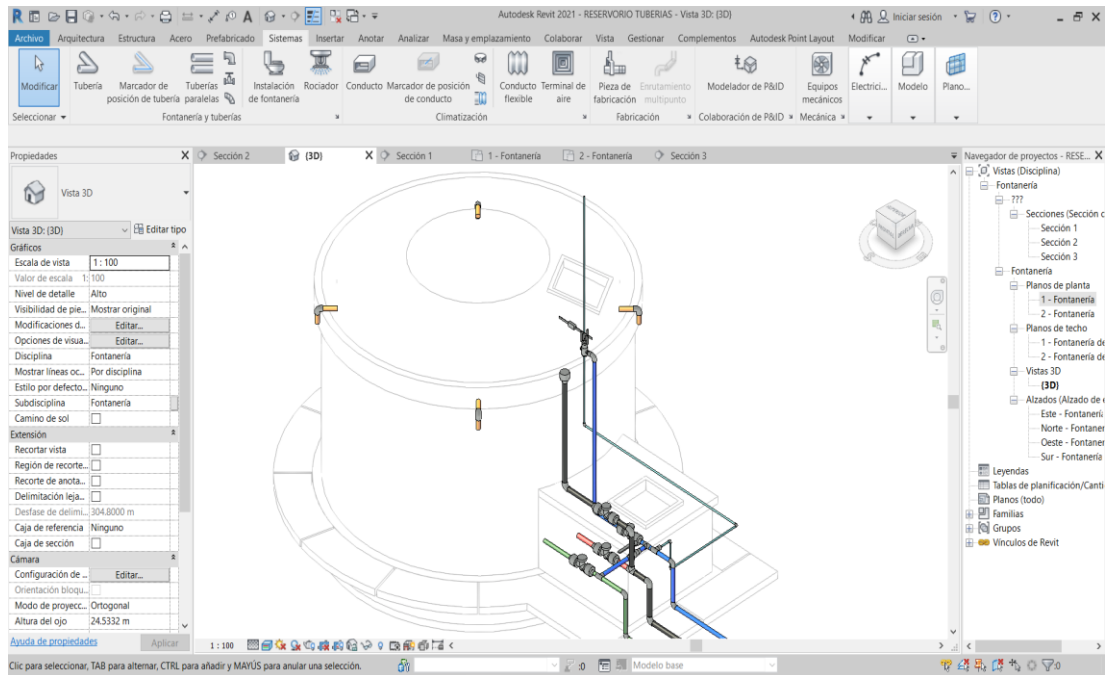
**Figura 19**

*Vincular los modelos de estructuras y de fontanería*



**Figura 20**

*Modelado completo de tuberías*



En la siguiente figura se logra visualizar el detalle en 3D de la instalación de tuberías en el reservorio y en la caja de válvulas, dando una isometría correcta y un mejor manejo para el metrado correspondiente de dicha especialidad. En la siguiente tabla se realiza el metrado de tuberías que se instalara en el reservorio de capacidad de 25 m<sup>3</sup>, dando metrados más precisos al momento de cuantificar estos materiales.

Teniendo los siguientes resultados:

**Tabla 6**

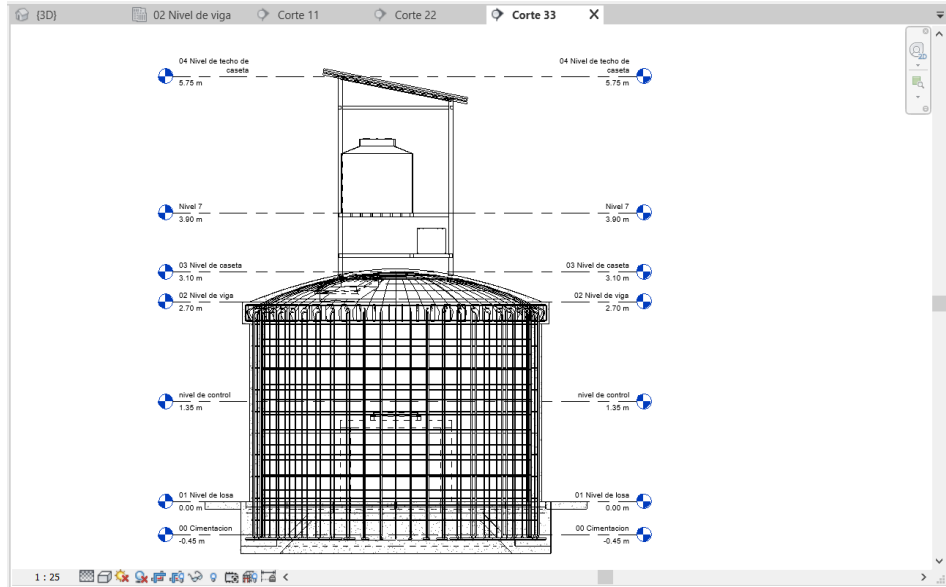
*Tabla de planificación de tuberías*

TIPO	DIÁMETRO	LONGITUD
<b>Tubería para sistema de cloración por goteo</b>	1/2"	7.64 m
<b>Tubería para tubería de entrada</b>	1 1/2"	5.21 m
<b>Tubería para tubería de limpia</b>	2"	0.46 m
<b>Tubería para tubería de rebose</b>	2"	4.52 m
<b>Tubería para tubería de salida</b>	1 1/2"	2.80 m
<b>Tubería para ventilación</b>	2"	1.27 m

*FUENTE:* Resultados del Reservorio en diseño BIM

**Figura 21**

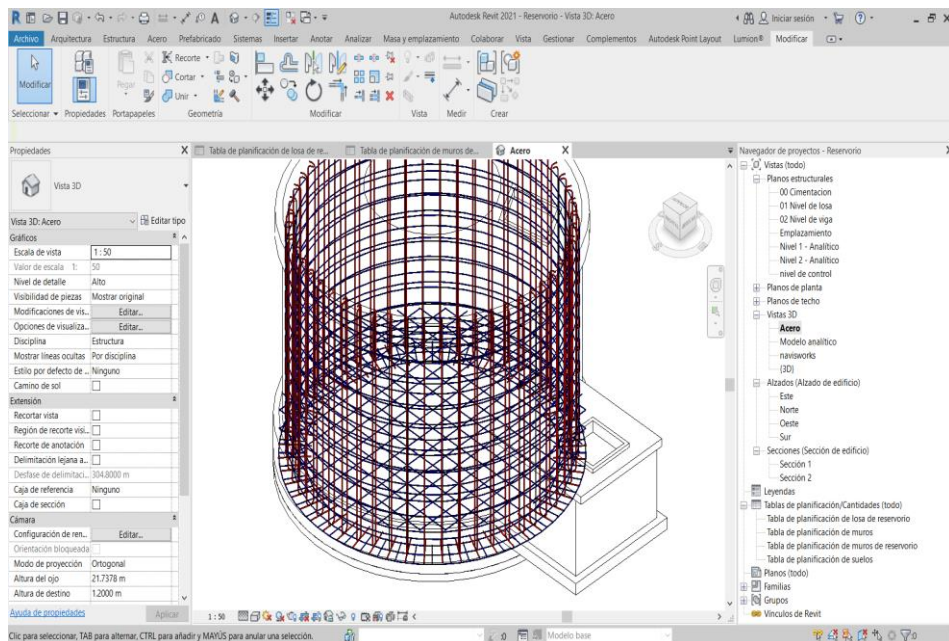
*Modelado de acero diferenciando en vista en corte*



En la siguiente figura se logra visualizar el detalle en 3D de la distribución de aceros transversales en las paredes circulares del reservorio, tanto en corte como en isometría se verifica dicha distribución, aplicados con un software con la metodología BIM, la cual será un aporte en el tema de metrados de dicho componente.

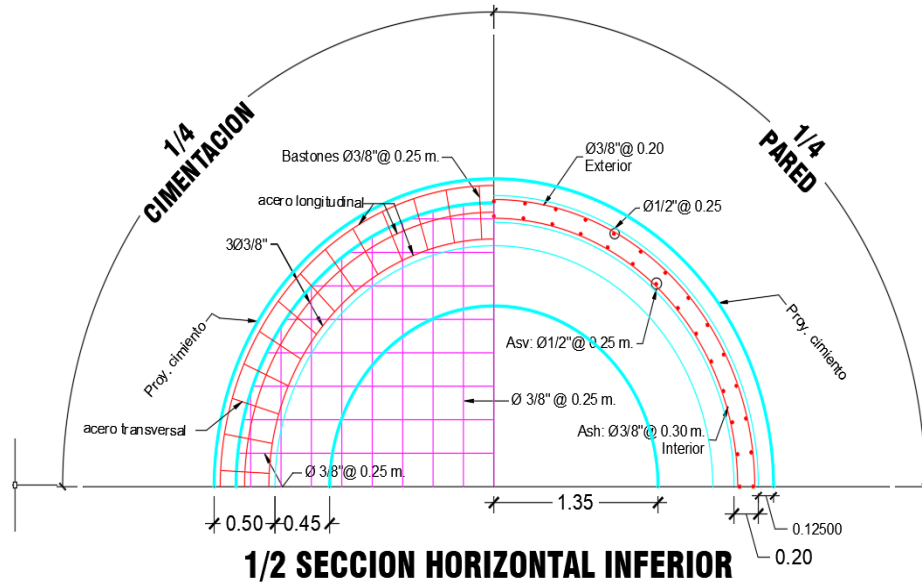
**Figura 22**

*Modelado de acero diferenciando los diámetros por colores*



**Figura 23**

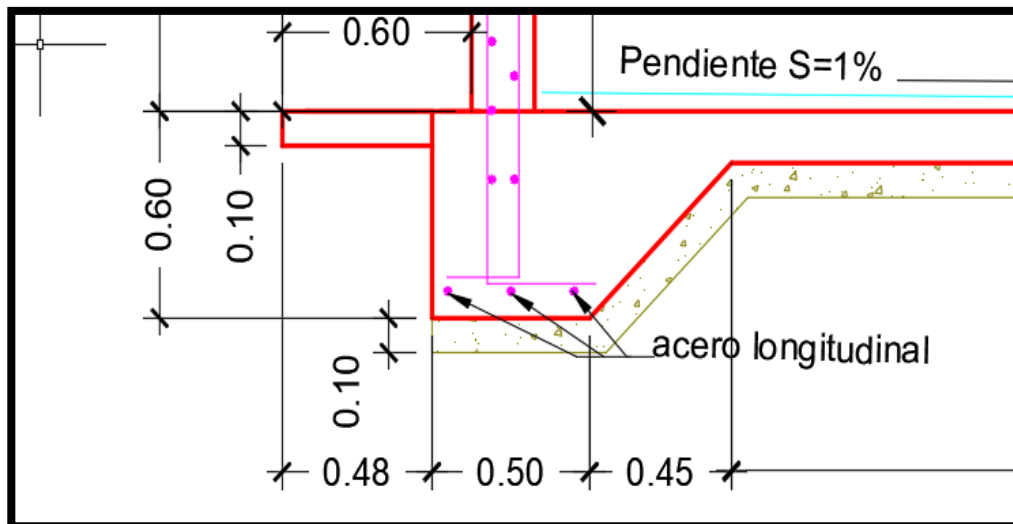
*Detalle en planta del acero de refuerzo de la cimentación del muro del reservorio*



En la siguiente figura se logra visualizar el detalle en planta de la distribución de aceros en la cimentación, losa de fondo y muros transversales, pero se visualiza en detalle 2D, la cual nos da solo una referencia en una vista bidimensional, la cual no brindara una información correcta en el momento medrado.

**Figura 24**

*Detalle en corte del acero de refuerzo de la cimentación del muro del reservorio*

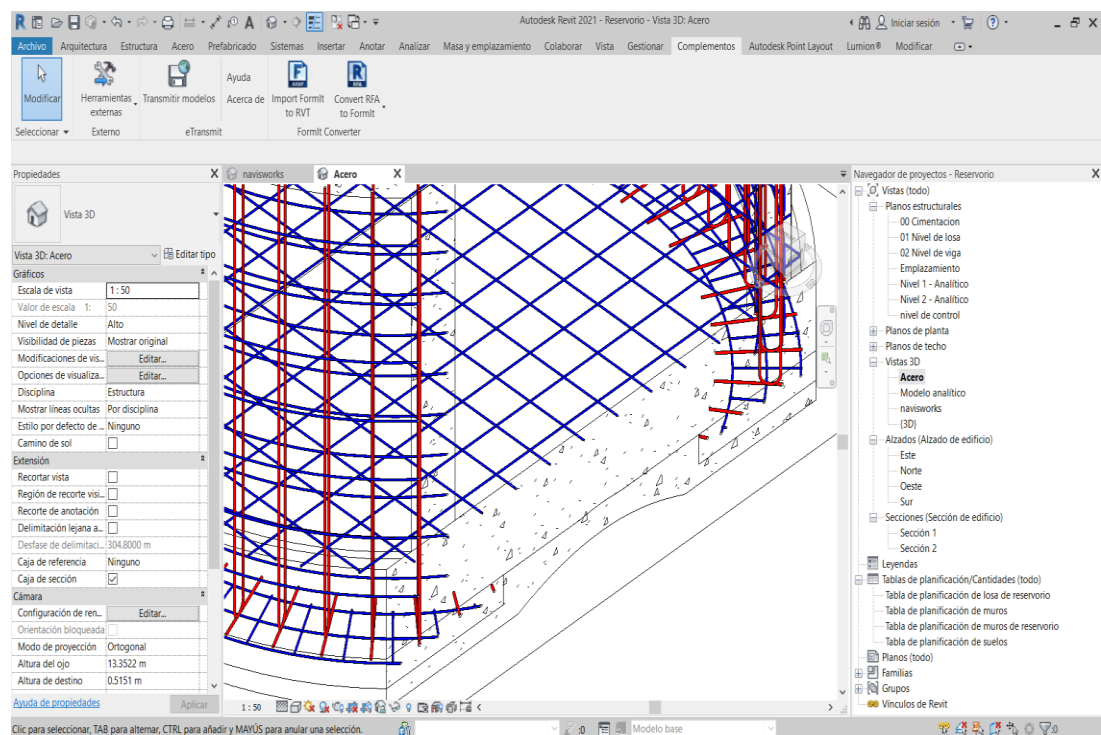


El detalle en planta considera el acero en forma radial de malla del acero, pero en el detalle en corte ya solo considera el acero longitudinal y no el transversal.

Esta pérdida de información es producto de una metodología no dinámica que se basa en líneas y no en modelos virtuales de lo que se va a construir y que por lo tanto afectara a la programación siendo que estos res trabajos se actualizan de manera automática en un modelo BIM.

**Figura 25**

*Modelado completo del acero de refuerzo de la cimentación*

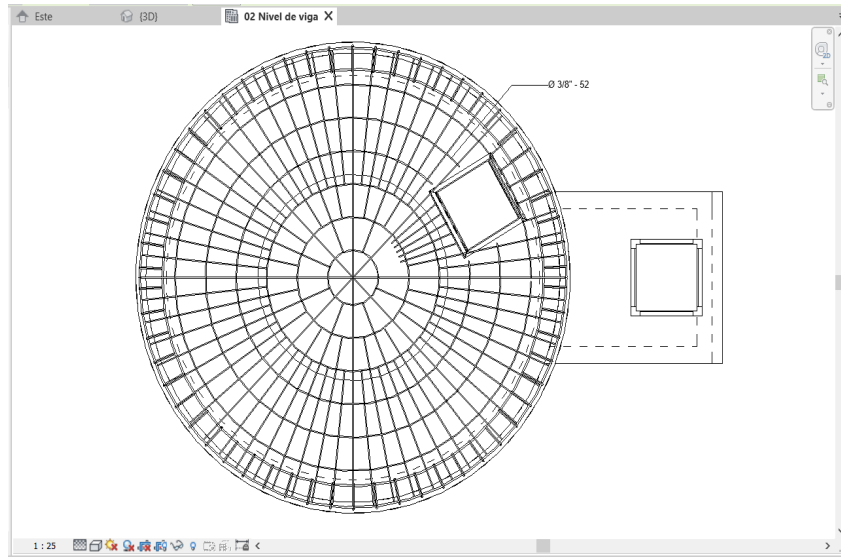


Se puede obtener una mejor secuencia constructiva ya que modelar significa construir virtualmente todos los elementos que tendrá en obra ya que corregir en obra demanda mayores plazos afectando directamente la programación.



**Figura 26**

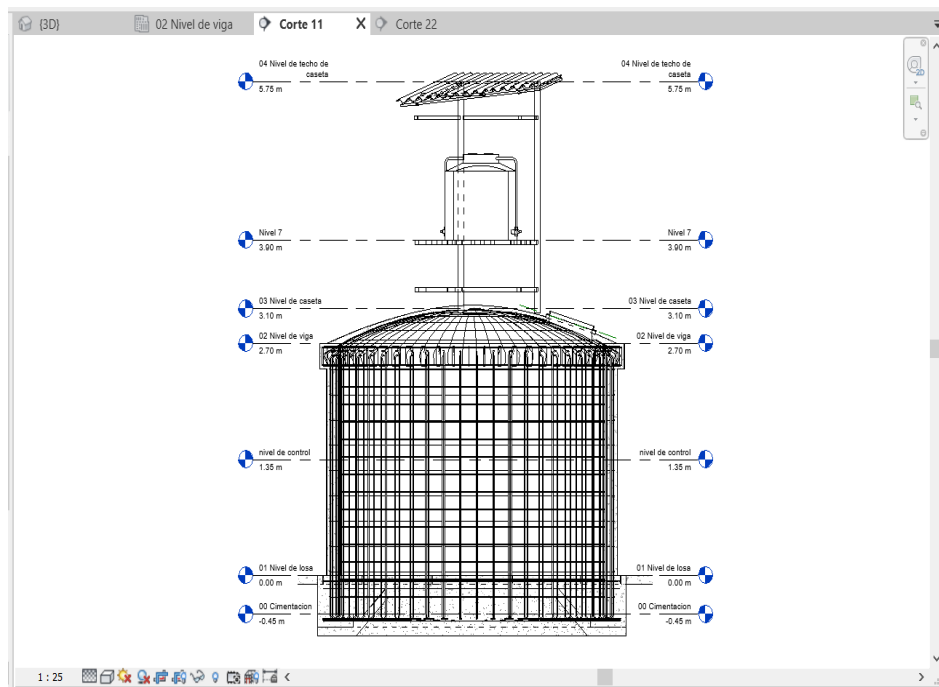
*Detalle de armadura de la cúpula del Reservorio de capacidad de 25 m<sup>3</sup>*



Se visualiza en esta figura la distribución de aceros tanto en planta, que estaría la cúpula del reservorio, y en vista transversal la distribución de aceros en los muros circulares de dicho componente.

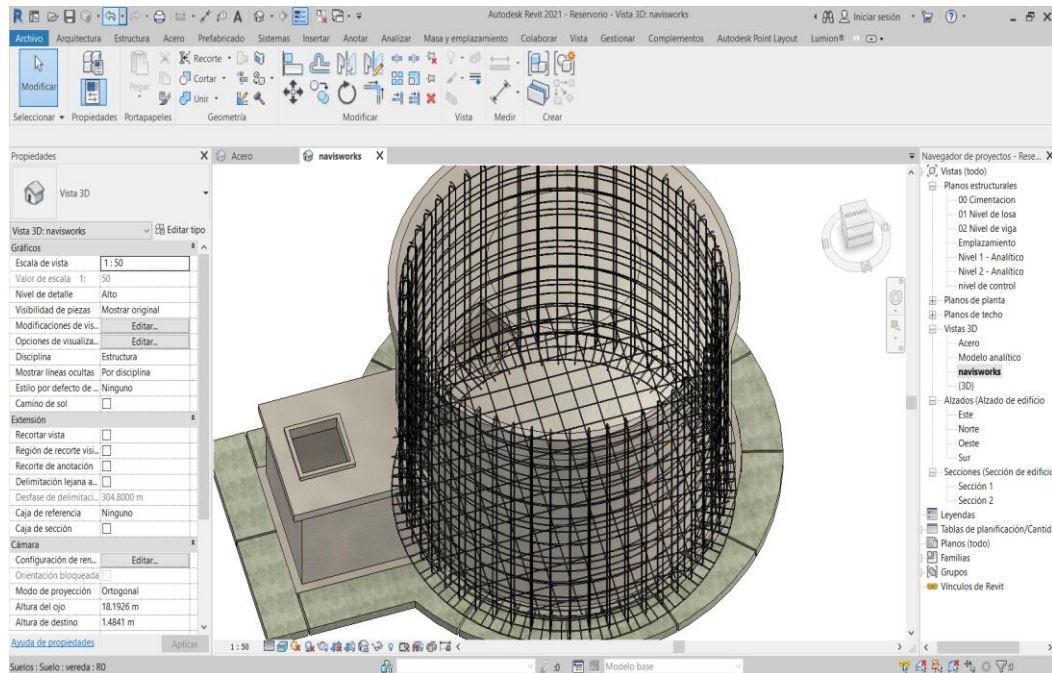
**Figura 27**

*Detalle de armadura del Reservorio en Cortes*



**Figura 28**

*Modelado de acero*



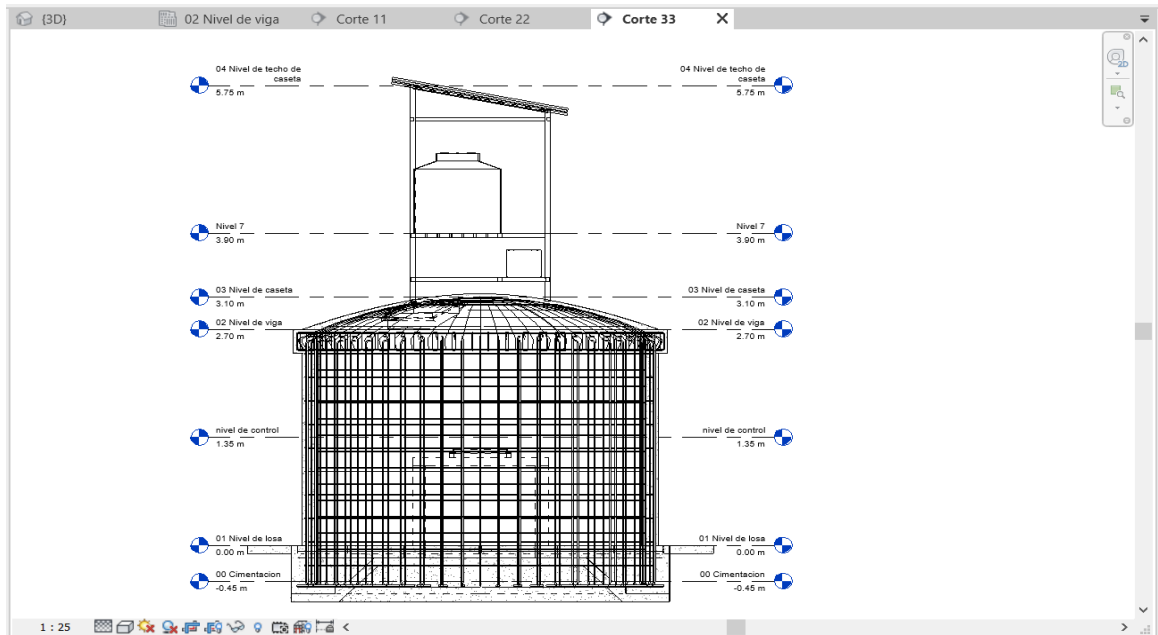
Realmente los metrados que son considerados en los presupuestos no son los reales por ejemplo teniendo el modelado del reservorio donde se aprecia el acero de su losa y muro podemos apreciar que el volumen del concreto armado es en realidad el volumen considerado en los metrados menos el volumen de acero.

Extraeremos los metrados de la losa y el muro del reservorio para cuantificar el verdadero metrado del concreto. Y notar la diferencia que existe en un metrado en una visualización en 2D, y el metrado realizado con la metodología BIM, observando la diferencia cuantitativa de los materiales o de las partidas que requiere dicho componente. Dando el aumento de la constructabilidad de este proyecto de investigación.



**Figura 29**

*Modelado de acero en Cimentación, Muros y Cúpula*



Cualquier plano de planta de corte o elevación representa un plano por lo que se puede acotar y detallar para usar como plano de obra además de tener un vínculo bidireccional con el modelo ya que lo que se modifica en un plano se actualiza en el modelo y viceversa esta propiedad de vínculo bidireccional es de gran utilidad cuando se requiere de los metrados como se obtendrá algunas de las propiedades que queremos conocer.

**Figura 30**

*Metrado de la Cimentación del Reservorio*

<Tabla de planificación de losa de reservorio>					
A	B	C	D	E	F
Recuento	Tipo	Comentarios	Volumen	Volumen reforzado	volumen de concret
1	Losa de 0.15	cr	2.1987 m <sup>3</sup>	0.0079 m <sup>3</sup>	2.1908 m <sup>3</sup>
1	Losa de 0.15	cr	0.9000 m <sup>3</sup>	0.0039 m <sup>3</sup>	0.8961 m <sup>3</sup>
2			3.0987 m <sup>3</sup>	0.0117 m <sup>3</sup>	3.0870 m <sup>3</sup>

Fuente: Exportación de la base de data del BIM

**Figura 31**

*Metrado de muros*

<Tabla de planificación de muros de reservorio>				
A	B	C	D	E
Tipo	Recuento	Volumen	Volumen reforzado	volumen de concret
Muro de reservorio	1	2.9209 m³	0.0216 m³	2.8993 m³
Muro de reservorio	1	2.9209 m³	0.0439 m³	2.8770 m³
	2	5.8418 m³	0.0655 m³	5.7763 m³

*Fuente:* Exportación de la base de data del BIM

Según los metrados el volumen del concreto armado solo hasta el nivel superior del muro del reservorio seria el total de la suma de las columnas D y C de las dos últimas tablas: 3.0987+5.8418, siendo esto igual a 8.9405 m3 de concreto armado, pero en realidad solo es 3.0870+5.7763, siendo 8.8633 m3 de concreto armado teniendo un sobrecosto de 0.0772 de concreto armado.

Considerando que este sobrecosto crecerá a medida que se vaya considerando más elementos de concreto armado que es de mayor calidad y por lo tanto más caro es importante considerar los metrados reales para una correcta planificación.

**Figura 32**

*Metrado de Armaduras de reservorio*

TABLA DE ARMADURAS X					
<TABLA DE ARMADURAS>					
A	B	C	D	E	F
Recuento	Tipo	Longitud total de barra	Volumen de refuerzo	N° de Vanillas	Peso en Kg
104	Ø 1/2"	354.640 m	0.044925 m³	39.404444	352.658778
104		354.640 m	0.044925 m³	39.404444	352.658778
221	Ø 3/8"	664.840 m	0.047125 m³	73.871111	369.933694
221		664.840 m	0.047125 m³	73.871111	369.933694
8	Ø 5/8"	49.880 m	0.009904 m³	5.542222	77.74639
8		49.880 m	0.009904 m³	5.542222	77.74639
333		1069.360 m	0.101954 m³	118.817778	800.338862

*Fuente:* Exportación de la base de data del BIM



Esta propiedad de seleccionar un elemento de la tabla y su correspondiente en el modelo es por grupos o de manera individual.

**Tabla 7**

*Resultado de Metrados de Armadura en Excel*

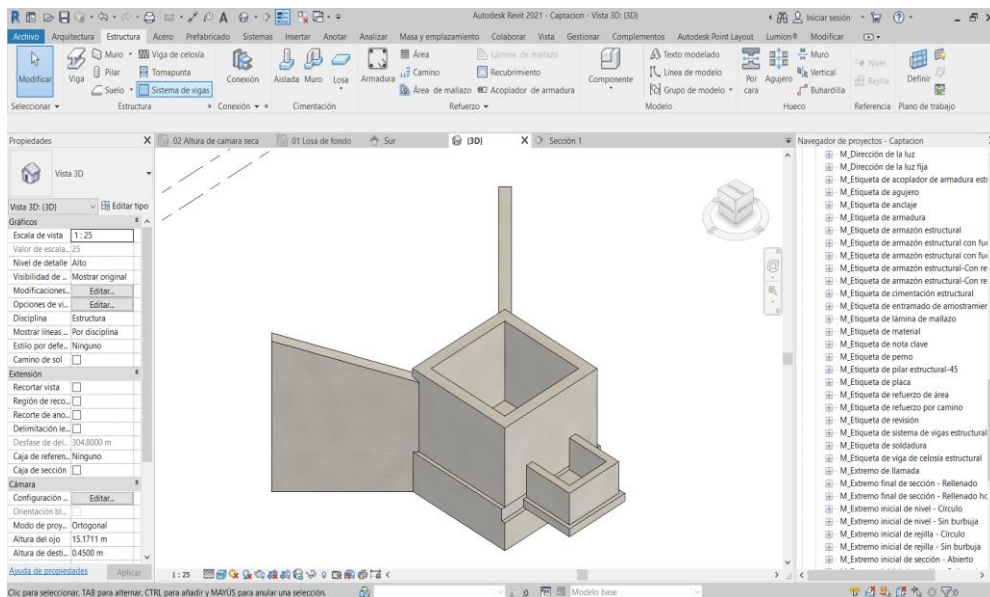
TABLA DE ARMADURAS					PESO
Recuento	Diámetro	Longitud	Volumen de Refuerzo m3	N° de Varillas	Peso en Kg
104	Ø 1/2"	354.640 m	0.044925	39.404444	<b>352.658778</b>
221	Ø 3/8"	664.840 m	0.047125	73.871111	<b>369.933694</b>
8	Ø 5/8"	49.880 m	0.009904	5.542222	<b>77.74639</b>

*Fuente:* Exportación de la base de data en excel

Es recomendable pasar la tabla de refuerzo de acero estructural a una tabla Excel. Los metrados de acero de refuerzo se pueden obtener por unidad o peso, el uso de los softwares con la metodología BIM hace referencia a la extracción de su base de data, de dichos programas con la cual optimiza en tiempo la cuantificación de dichas partidas.

**Figura 35**

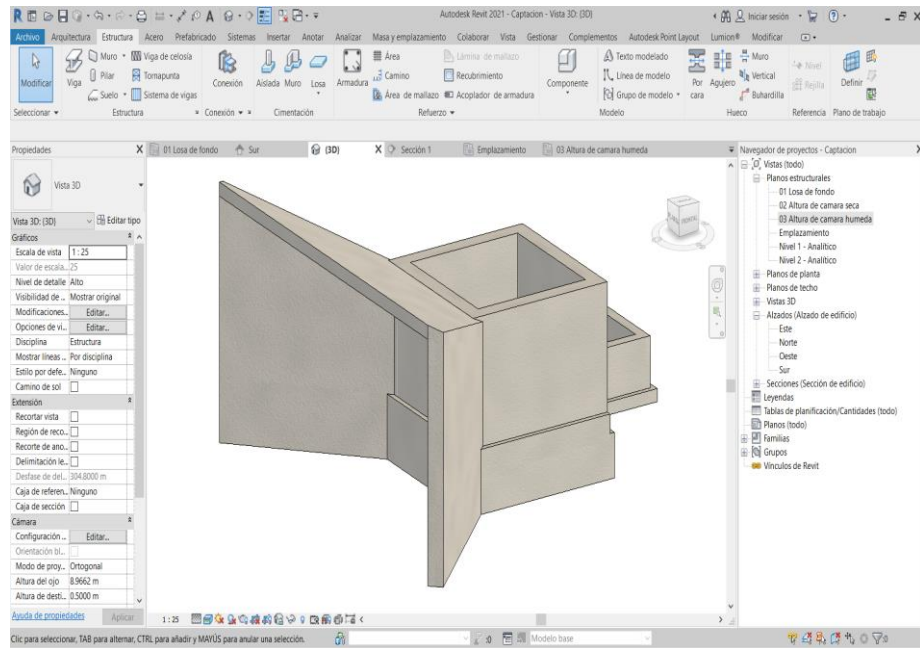
*Modelado de la captación*



En las siguientes figuras se logra visualizar el detalle en 3D de la captación de ladera, la cual permite tener una visualización completa de sus partes como la cámara seca, la cámara húmeda, la losa de fondos y los muros de protección de ladera, la cual no se visualiza en los planos en 2D.

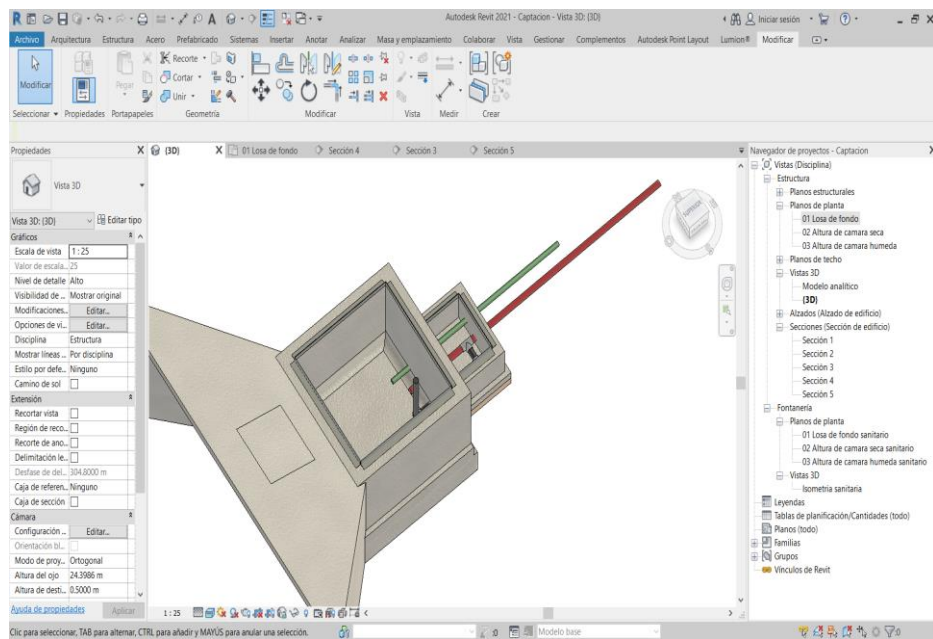
**Figura 36**

*Modelado de la captación con detalles para la documentación*



**Figura 37**

*Modelado de las tuberías de la captación*

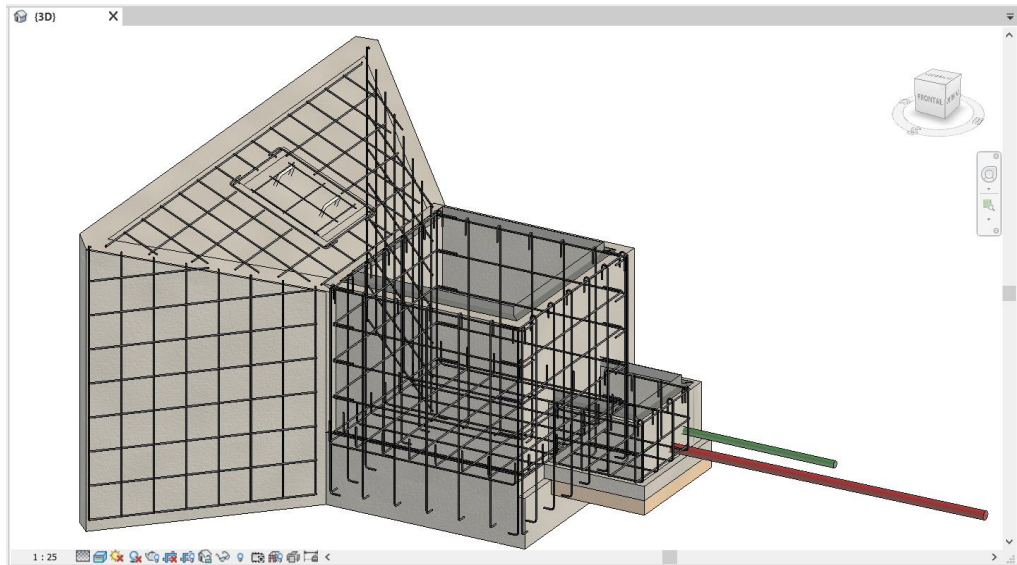


En la siguiente figura se logra visualizar el detalle en 3D de la captación de ladera, la cual permite tener una visualización de la instalación sanitaria (distribución de las tuberías), y en la otra figura se visualiza la distribución de aceros que ingresan en la captación de ladera, tanto en la cámara seca y

húmeda y como los muros de captación, dando a entender un mejor detalle para los metrados próximos a realizar.

**Figura 38**

*Modelado de la distribución de aceros de la captación*

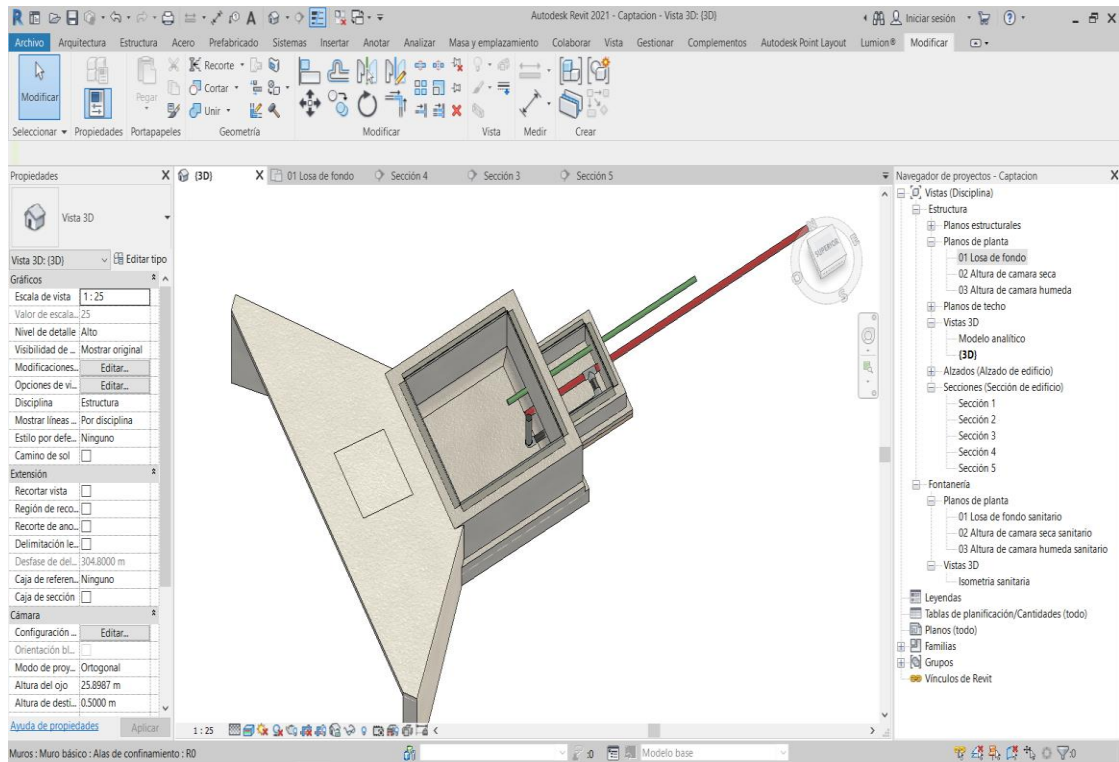


La captación se caracteriza por no tener un volumen importante de trabajo pero que lo sí es importante es modelar para entender cómo será su construcción real ya que el modelado se realiza según se construirá, ya que el objetivo no es la cantidad de trabajo sino la correcta funcionalidad de dicho componente.



**Figura 39**

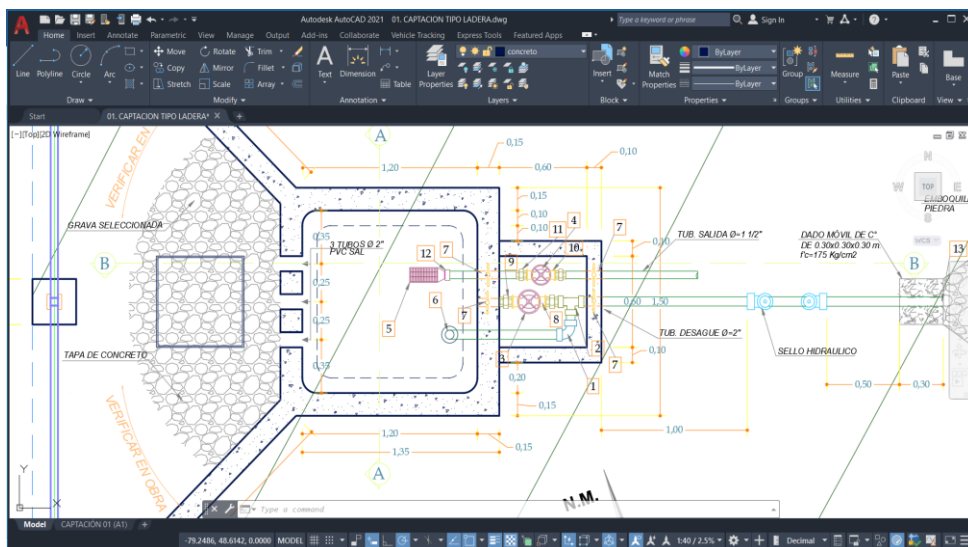
*Modelado completo de la isometría del manantial en 3D*



Existe un detalle importante al momento del modelado y es que no existe en los detalles del CAD original uno sobre el sumidero de la cámara seca; ya que cuando esté operativa esta necesitara un sumidero ya que esta cámara opera en condiciones secas de ahí su nombre.

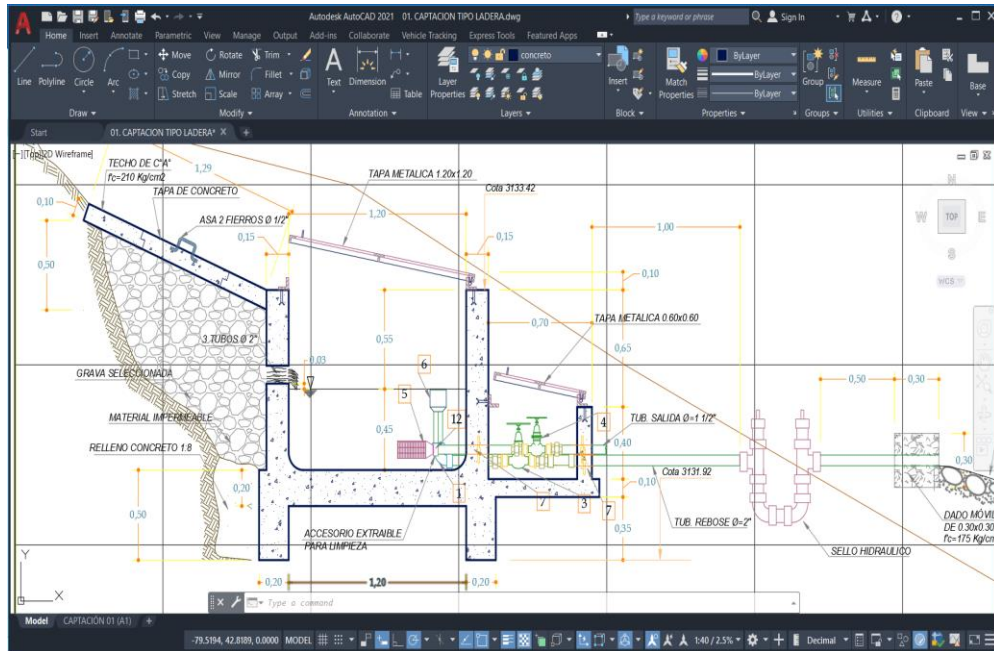
**Figura 40**

*Planta de la cámara seca no muestra el detalle del sumidero*



**Figura 41**

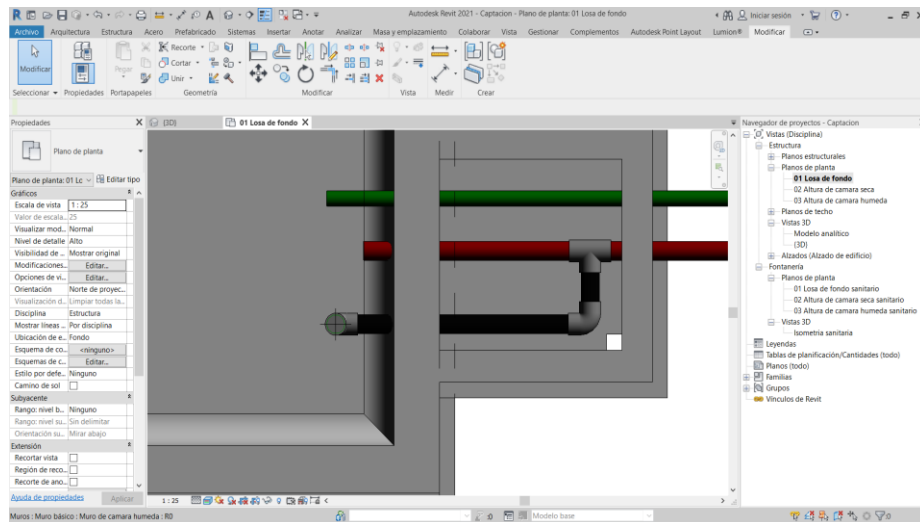
*Corte de la cámara seca no muestra el detalle del sumidero*



Este detalle tendría que existir dada la importancia de tal elemento para el correcto funcionamiento del mismo dato que es proporcionado por la experiencia obtenida por los operadores que ya han tenido la oportunidad de constatar su necesidad que es oportuno reconocer que, aunque no tenga ese detalle este puede ser considerado y el modelado oportuno ayude a la solicitud de información para que dicho elemento sea considerado.

**Figura 42**

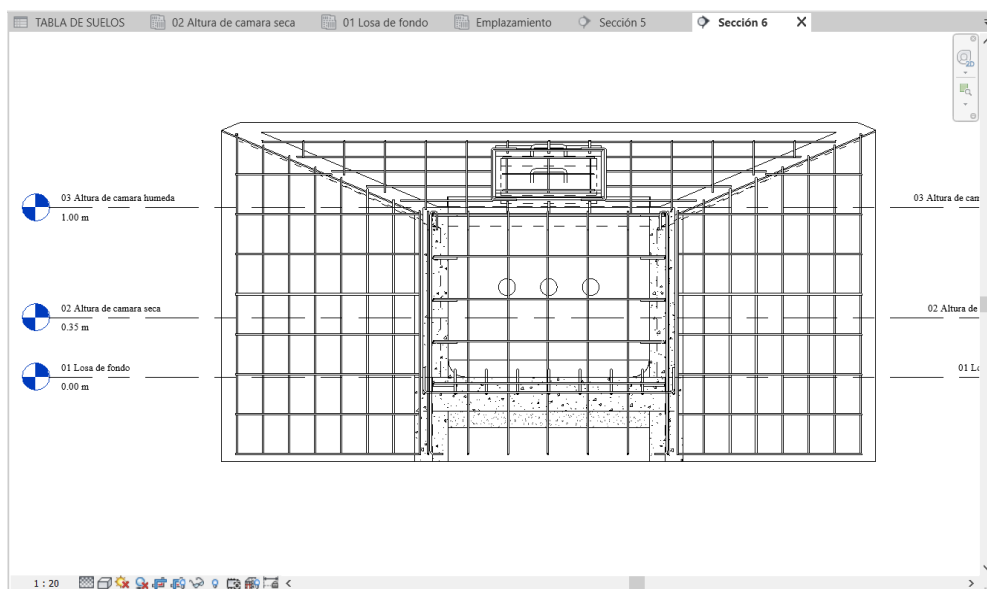
*Considerando el detalle del sumidero*





**Figura 43**

*Detalle de Acero en vista en planta*



Se realiza las debidas exportaciones del metrado de concreto y acero de la captación del manantial de ladera.

**Tabla 8**

*Resultado de Metrados de Concreto de Manantial en Muros*

TABLA DE MUROS		
Recuento	Tipo	Volumen
1	Cimentación	0.1
1	Cimentación	0.07
1	Cimentación	0.07
1	Cimentación	0.1
1	Muro de cámara húmeda	0.23
1	Muro de cámara húmeda	0.2
1	Muro de cámara húmeda	0.18
1	Muro de cámara húmeda	0.2
1	Muro de cámara seca	0.03
1	Muro de cámara seca	0.03
1	Muro de cámara seca	0.02
1	Alas de confinamiento	0.4
1	Alas de confinamiento	0.4
<b>13</b>	<b>Total</b>	<b>2.03</b>

*Fuente:* Resultado de exportación del BIM

**Tabla 9***Resultado de Metrados de Concreto de Manantial en Cimentación*

<b>TABLA DE SUELOS</b>		
<b>Recuento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Volumen m3</b>
1	Losa de fondo cámara húmeda	0.5
1	Losa de fondo cámara seca	0.07
1	Losa de confinamiento	0.34
1	Suelos 1	0.01
1	Suelos 2	0.02
1	Suelos 2	0.02
1	solado	0.14
1	solado	0.06
<b>Total</b>		<b>1.16</b>

*Fuente: Exportación del software en BIM***Tabla 10***Resultado de Metrados de Acero de Manantial*

<b>Tabla de planificación de armaduras</b>					
<b>Recuento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud total de la barra m</b>	<b>Volumen de refuerzo m3</b>	<b>N° de varillas</b>	<b>Peso en Kg</b>
1	Ø 1/4"	4.95	0.000159	0.55	1.25
1	Ø 3/8"	197.91	0.014028	21.99	110.122

*Fuente: Exportación del software en BIM*

Para las estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural tal vez el sobrecosto no sea importante, pero hay que considerar que la mayor fabricación de concreto armado in situ por pequeñas que sean producen mayores desperdicios y en un sistema rural las eliminaciones de estos desperdicios generan mayores costos dado el componente ambiental para sistemas rurales.

Consideramos que la gestión de un modelo BIM genera mejores metrados que el sistema tradicional mediante hojas Excel.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

### Hipótesis General:

**H1:** El modelo BIM, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, aumenta su constructabilidad en la fase de diseño detallado, en zona rural como Guellgash distrito de Churubamba-Huánuco-2021.

**H0:** El modelo BIM, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, no aumenta su constructabilidad en la fase de diseño detallado, en zona rural como Guellgash distrito de Churubamba-Huánuco-2021.

Luego de realizar la exportación de los metrados y cuantificarlos se puede determinar correctamente las partidas a proyectar en la ejecución haciendo que la programación de ejecución sea la más óptima gracias a los resultados de dichas partidas, la cual aportaría una mayor eficiencia en la programación de dichos componentes, demostrando que el aumento de constructabilidad en el aprovisionamiento de agua para consumo humano en los componentes de captación de ladera, y reservorio circular con capacidad de 25 m<sup>3</sup> con el sistema de cloración por goteo, valide la cuantificación de metrados más exacta, y más aún en la programación del cronograma de ejecución. Teniendo como aporte el trabajo completo con la metodología BIM, los metrados del expediente superan los metrado realizados con la metodología BIM, haciendo que el recurso de materiales sea menor y por defecto el presupuesto de dichos componentes será menor, como también la programación de ejecución, reduciendo el periodo de ejecución de dichos componentes.

## **Hipótesis específica 2**

**H1:** Gestionando el modelo BIM, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, se obtiene las cantidades de obra a realizar.

**H0:** Gestionando el modelo BIM, de estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano como captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo, no se obtiene las cantidades de obra a realizar.

Para la obtención de los metrados se puede utilizar cualquier software BIM para la extracción de los metrados, pero usaremos el mismo Revit. Los metrados de la captación de ladera de la partida de concreto armado es de 3.3115 m<sup>3</sup> de volumen; y la cuantilla de acero es de 114.11 kg; y aplicando la metodología BIM, la captación de ladera la partida de concreto armado es de 3.1921 m<sup>3</sup> de volumen; y la cuantilla de acero es de 111.37 kg; demuestran excesos de metrados en cada partida, en concreto armado se tiene una variación de 0.1194 m<sup>3</sup> de volumen y de cuantía de acero es de 2.74 kg, verificando el aumento de la constructabilidad de dichos componentes hidráulicos, al corregir estos excesos, se reduciría los recursos como materiales, mano de obra y herramientas, concluyendo que el presupuesto global disminuya, pero con la seguridad de que el componente sea funcional.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. PRESENTAR LA CONTRATACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El modelado BIM siempre tiene que compararse con el procedimiento constructivo que tendría si fuese construido realmente y para nuestra investigación seguir con la información técnica contenida en los diseños estandarizados de los manuales del Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento.

Según, Hernández (2018), hay un mayor entendimiento en obras de infraestructuras cuando esta es realizada con la Metodología BIM aunque en la tesis en mención se basó en encuestas a los profesionales que trabajan en las diferentes gerencias de la Contraloría esta es debido en gran parte por el aporte de la información como tal cual es concebida en 3D y también en que simula la construcción 3D en obra que si en profesionales facilita el entendimiento de la información en construir esta también es para todos los involucrados. De la misma manera se realiza el proceso óptimo al utilizar la aplicación de la metodología BIM, mediante softwares que se relacionan en los criterios de diseño, luego de tener los parámetros hidráulicos iniciales, como el tipo de captación y la capacidad de volumen del Reservorio, se realiza el modelamiento en una visualización en 3D, ya que la concepción de dichos componentes hidráulicos deberá cumplir su funcionalidad durante su proceso de ejecución. El aumento de constructabilidad se puede contrastar en las variaciones de los metrados correspondientes de cada partida de los componentes hidráulicos. Los metrados existentes de este proyecto son los siguientes; en el componente de la captación de ladera la partida de concreto armado es de 3.3115 m<sup>3</sup> de volumen; y la cuantilla de acero es de 114.11 kg; y la del Reservorio Circular en concreto armado 8.9405 m<sup>3</sup> de volumen, la cuantía de acero 801.56 kg; y aplicando la metodología BIM, la captación de ladera la partida de concreto armado es de 3.1921 m<sup>3</sup> de volumen; y la cuantilla de acero es de 111.37 kg; y la del Reservorio Circular en concreto

armado 8.8633 m<sup>3</sup> de volumen, la cuantía de acero 800.33 kg, los resultados demuestran excesos de metrados en cada partida, en la captación de ladera en concreto armado se tiene una variación de 0.1194 m<sup>3</sup> de volumen y de cuantía de acero es de 2.74 kg, de la misma manera del reservorio en concreto armado se tiene una variación de 0.0772 m<sup>3</sup> de volumen y de cuantía de acero es de 1.23 kg; en lo cual estos excesos hacen que el presupuesto aumente, las variaciones son mínimas por el tipo de proyecto, pero si el proyecto es de mayor envergadura, tendríamos variaciones notables dentro del proyecto.

Y por temas de variaciones también influiría el tema de la programación de obra, ya que cumpliría los objetivos proyectados por cada partida, de cada uno de estos componentes.

## CONCLUSIONES

- Las construcciones de este tipo de proyectos presentan los mismos problemas que son la pérdida de información en el diseño hidráulico que fue concebida en 3D y representada en 2D para luego construirla en 3D y aunque se pueden resolver en la marcha esto demanda tiempo y por lo tanto dinero, tiempo y esfuerzo que se pudieron emplear en
- Aplicando la metodología BIM aumentamos la constructabilidad de estructuras hidráulicas para saneamiento rural como los sistemas de agua potable siendo más este aumento de constructabilidad en funcionalidad que en cantidad en obra.
- Se puede concluir que proyectos modelados bajo los lineamientos del BIM son mejor gestionados que, si se hubiera hecho en gráficos 2D, cronogramas en barras Gantt y cantidades de obra en tablas Excel que no vinculan a su correspondiente elemento en obra, ya que con la metodología BIM si se puede obtener esta correspondencia bidireccional.
- Los metrados se puede visualizar para ser comparados con las tablas de cantidades en Excel y así tener una mejor comprensión de la planificación en obra.
- La presente tesis, tiene como propósito de servir como una guía técnica para el modelado de estructuras hidráulicas en saneamiento en zona rural donde se evaluará su funcionalidad a medida que avanza el modelado que servirá para evitar re trabajos en su etapa de construcción.
- El presente trabajo de investigación se base en la construcción virtual, para generar el modelo BIM del proyecto el mismo que se puede utilizar por los usuarios como las organizaciones comunales atreves de las JAAS aprovechando la visualización del activo en 3D.

## RECOMENDACIONES

- Modelar proyectos de construcción bajo los lineamientos del BIM para mejorar o aumentar la constructabilidad en proyectos de este tipo como los sistemas de agua potable en zona rural debe hacerse desde sus etapas tempranas para mejorar el diseño y construcción sino también para la operación y mantenimiento por parte de las organizaciones comunales por medio de sus JASS.
- El uso de la metodología BIM para aumentar la constructabilidad en estructuras hidráulicas en sistemas de agua potable en zona rural debe ser utilizada ya se basa en una construcción virtual y dar un salto en la calidad de su funcionalidad.
- El uso de la metodología BIM fue usada de manera particular para esta tesis como las estructuras de aprovisionamiento de agua para consumo humano en zona rural pero sus beneficios ya son reconocidos en edificaciones, carreteras y se debe seguir ese camino para conseguir los objetivos del Plan BIM Perú, para toda obra pública.
- Aunque las informaciones de los metrados se pueden visualizar con su correspondiente elemento en obra es necesario que se hagan en formatos con contenidos estándares y lograr así un mejor entendimiento entre todos los involucrados
- Es necesario que como guía técnica para el desarrollo de proyectos hidráulicos también se pueda entender que necesitamos ser más competitivos siguiendo el camino que nos da las TICs.
- Se recomienda el desarrollo de proyectos de este tipo con la metodología BIM por tener ese componente didáctico para el aprovechamiento de quienes lo van a operar.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Antonio I. y Liévano D. (2017). Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto. (Trabajo de Grado elaborado para optar al Título de Especialista en Gerencia de Obras) Universidad católica de Colombia, Bogotá.

Basilio (2018) en su tesis Modelado inteligente de edificaciones y Last Planner para la planificación de la obra del complejo deportivo de Paucarbamba; presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco.

Blanco (2017). En su tesis Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM; presentada a la Universidad católica de Colombia, Bogotá.

Espinoza J. y Pacheco R. (2014). Mejoramiento de la constructabilidad mediante herramientas BIM. (Tesis para optar el grado de magíster en dirección de la construcción) Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima.

Eyzaguirre (2015) en su tesis Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4d durante la etapa de planificación. (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil) presentada a la Universidad Pontificia Universidad Católica, Lima.

Hilares (2018) en su tesis Saneamiento básico rural y la sostenibilidad en los pobladores de la comunidad de Mrcahuasi, Abancay, 2017; presentada a la Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Muñoz, C. (2011). Como elaborar y asesorar una investigación de tesis (2.a ed., p.23). México.

MVCS. (2018). Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

MVCS. (2019). Lineamientos generales para el uso del BIM.

Pasapera K. (2018). Diseño hidráulico del sistema de agua potable del caserío de Ranchería ex Cooperativa Carlos Mariátegui distrito de

Lambayeque. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil)  
Universidad católica los Ángeles de Chimbote.

Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica (4.a ed., p.42).  
México.

Trejo (2018). Su tesis Estudio de impacto del uso de la metodología BIM  
en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción;  
presentada a la Universidad de Chile, Santiago

Valdés, A. (2015). Estudio de viabilidad del uso de la tecnología BIM en un  
proyecto habitacional en altura. (Tesis para obtener Grado de Magíster en  
Dirección y Administración de Proyectos Inmobiliarios) Universidad de Chile,  
Santiago, Chile.

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Trujillo Ponce, R. (2023). *Aumento de constructabilidad en sistemas de abastecimiento de agua potable mediante el uso del BIM, centro poblado de Guellgas distrito de Churubamba – Huánuco - 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. RepositorioInstitucional UDH. <http://...>

# **ANEXOS**

# ANEXO 1

## RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 1041-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 01 de Septiembre de 2021

Visto, el Oficio N° 661-2021-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "AUMENTO DE CONSTRUCTABILIDAD EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL USO DEL BIM, CENTRO POBLADO DE GUELLGAS DISTRITO DE CHURUBAMBA -HUÁNUCO-2021" presentado por el (la) Bach. **Robinson Julio, TRUJILLO PONCE**.

#### CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 795-2020-D-FI-UDH, de fecha 23 de noviembre de 2020, perteneciente al Bach. **Robinson Julio, TRUJILLO PONCE** se le designó como ASESOR(A) de Tesis a la Mg. Yulen Lisbeth Trujillo Ariza, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 661-2021-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "AUMENTO DE CONSTRUCTABILIDAD EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL USO DEL BIM, CENTRO POBLADO DE GUELLGAS DISTRITO DE CHURUBAMBA -HUÁNUCO-2021" presentado por el (la) Bach. **Robinson Julio, TRUJILLO PONCE**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Martín César Valdovinos Echevarría (Secretario) y Mg. Jonn Elio Gómez Valles (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución titulado: "AUMENTO DE CONSTRUCTABILIDAD EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL USO DEL BIM, CENTRO POBLADO DE GUELLGAS DISTRITO DE CHURUBAMBA -HUÁNUCO-2021" presentado por el (la) Bach. **Robinson Julio, TRUJILLO PONCE** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Mg. Elio Gómez Valles  
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
DECANO  
Mg. María Concepción Ríos  
SECRETARÍA DE ADMINISTRACIÓN GENERAL

#### Distribución:

Fac. de Ingeniería - FIC - Asesor - Tsp. Graduado - Intervento - Archivo.  
DCU/INEL/Infa.

## ANEXO 2

### RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE ASESOR

#### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

##### RESOLUCIÓN N° 795-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 23 de noviembre de 2020

Visto, el Oficio N° 546-2020-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 3145, del egresado **Robinson Julio, TRUJILLO PONCE**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

##### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 3145, presentado por el (la) egresado **Robinson Julio, TRUJILLO PONCE**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone a la Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

##### SE RESUELVE:

**Artículo Único.- DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del egresado **Robinson Julio, TRUJILLO PONCE**, a la Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*[Signature]*  
Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza  
DECANA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*[Signature]*  
Mg. Bartha Campos Ríos  
DECANA DOCENTE

##### Distribución

Fac. de Ingeniería - FI-UDH - Asesor - Mg. y Reg. Acad. - Informado - Archivo  
M.C.R./P.F.R./m.c.

## ANEXO 3

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES/INDICADORES	TIPO Y DISEÑO	DETÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>INVESTIGACIÓN</b>	<b>DE ANÁLISIS DE DATOS</b>
¿Cómo mejorar la constructabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales centro poblado de Guellgash distrito de Churubamba-Huanuco-2021, aplicando metodología BIM?	Mejorar en constructabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales centro poblado de Guellgash distrito de Churubamba-Huanuco-2021, aplicando la metodología BIM	<b>GENERAL H1:</b> Se mejora de constructabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales centro poblado de Guellgash distrito de Churubamba-Huanuco-2021, aplicando metodología BIM.	<b>INDEPENDIENTE:</b> la Metodología BIM: modelado de la información del diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua del tipo correlacional de zona rural. <b>DIMENSIÓN:</b> • Diseño hidráulico estandarizado por el MVCS. <b>INDICADORES:</b> • Dimensiones del BIM. • Niveles de Desarrollo del modelo BIM.	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Según Sampieri, la presente investigación es del tipo correlacional. <b>ENFOQUE:</b> El trabajo de investigación de información con la tecnología especializada. Tiene un enfoque metodológico cuantitativo. <b>NIVEL DE INVESTIGACION:</b> El trabajo de investigación de información con la tecnología especializada. Tiene un nivel Descriptivo.	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS:</b> Los instrumentos de recolección de datos son softwares de almacenamiento de información con la tecnología especializada. Se adoptó por los softwares de Autodesk Revit por tener licencias libres para la educación e investigación. La técnica será mediante la pre construcción o construcción virtual de la información contenida en los
<b>ESPECIFICOS</b>	<b>ESPECIFICOS</b>	<b>HIPÓTESISESPECIFICAS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DISEÑO DE ESTUDIO:</b>	
¿Cómo aplicar la metodología BIM al diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento de	la BIM al diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento de	<b>h1 y h2</b> h1: Aplicando la metodología BIM al diseño hidráulico de un sistema de	<b>DEPENDIENTE:</b>	Se desarrollará los procedimientos	

<p>abastecimiento de agua potable en zona rural para que su programación sea la más eficiente siguiendo la secuencia constructiva que tendrá en obra?</p> <p>¿Cómo aplicar la metodología BIM al diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua potable en zona rural para generar las cantidades de obra?</p>	<p>abastecimiento de agua potable en zona rural, su programación será la más eficiente siguiendo la secuencia constructiva que tendrá en obra.</p> <p>h2: Aplicando la metodología BIM al diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua potable en zona rural, genera las cantidades de obra.</p>	<p>Mejoramiento de la constructabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.</p> <p><b>DIMENSIÓN:</b> Diseño hidráulico según criterios del MVCS.</p> <p><b>INDICADORES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento constructivo.</li> <li>• Cantidades de obra.</li> <li>• Programación de obra</li> </ul>	<p>la modelar la información de planos del diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua potable en zona rural para mejorar su constructabilidad como: los procedimientos constructivos, cantidades de obra, programación.</p> <p><b>LA MUESTRA:</b> mediante la aplicación de los programas que utilicen será focalizada en latecnologías BIM con licencias Municipalidad Distrital de Churubamba ya que lo quedatos se analizarán se busca es unainterpretando gráficos (planos de detalle), para usar la información de manera modelar la información delcuantitativa y cualitativa para un entendimiento claro de lo que se desea construir.</p> <p>de agua potable en zona rural, el tamaño de la muestra será 01.</p>
---	---	--	---