

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Optimización del rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Santos Pimentel, Gleydi

ASESOR: Jacha Rojas, Johnny Prudencio

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la construcción

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 Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71547871

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40895876

Grado/Título: Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información

Código ORCID: 0000-0001-7920-1304

DATOS DE LOS JURADOS:

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES | GRADO | DNI | Código ORCID |
|----|---|--|----------|---------------------|
| 1 | Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander | Título oficial de máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente | 45250659 | 0000-0003-0701-2621 |
| 2 | Guarniz Flores, Joel Luis | Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible | 46064394 | 0000-0003-1651-8683 |
| 3 | Taboada Trujillo, William Paolo | Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental | 40847625 | 0000-0002-4594-1491 |

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 15:30 horas del día jueves del mes de marzo del año 2023, 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:

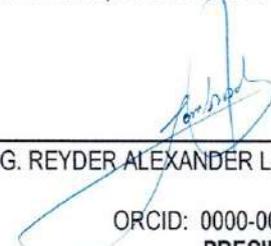
| | |
|--|--------------|
| MG. REYDER ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA | (Presidente) |
| MG. JOEL LUIS GUARNIZ FLORES | (Secretario) |
| MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO | (Vocal) |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 458-2023-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: "OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TIEMPO EN EL DISEÑO DE PLANOS ESTRUCTURALES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM EN UN HOTEL DE 5 PISOS DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2022", presentado por el (la) **Bach. Gleydi SANTOS PIMENTEL**, 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 *15* y cualitativo de *Buena* (Art. 47)

Siendo las *16:20* horas del día *09* del mes de *marzo* del año *2023*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



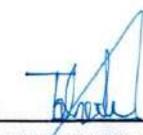
MG. REYDER ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA

ORCID: 0000-0003-0701-2621
PRESIDENTE



Mg. JOEL LUIS GUARNIZ FLORES

ORCID: 0000-0003-1651-8683
SECRETARIO



Mg. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO

ORCID: 0000-0002-4594-1491
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Johnny Prudencio JACHA ROJAS,
asesor(a) del PA Ingeniería Civil y designado(a)
mediante documento RESOLUCIÓN N.º 975-2022-D-FI-UDH del (los)
estudiante(s) Gleydi SANTOS PIMENTEL
....., de
la investigación titulada:

OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TIEMPO EN EL DISEÑO DE
PLANOS ESTRUCTURALES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM EN UN
HOTEL DE 5 PISOS DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2022

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 %
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, 27 de MARZO de 2023.



Johnny P. Jacha Rojas
INGENIERO DE SISTEMAS
C.I.P. N.º 146207

Mg. Jacha Rojas Johnny Prudencio
DNI: 40895876
ORCID. 0000-0001-7920-1304
Asesor

“OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TIEMPO EN EL DISEÑO DE PLANOS ESTRUCTURALES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM EN UN HOTEL DE 5 PISOS DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2022”

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

8%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

upc.aws.openrepository.com

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad de Huanuco

Trabajo del estudiante

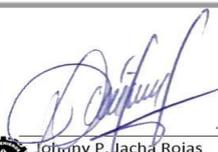
1%

8

revistadigital.inesem.es

Fuente de Internet

1%




Johnny P. Jacha Rojas
INGENIERO DE SISTEMAS
CIP N° 146207

Mg. Jacha Rojas Johnny Prudencio
DNI: 40895876
ORCID. 0000-0001-7920-1304
Asesor

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se la dedico a Dios quien supo instruirme por el buen camino, otorgándome fortaleza para no desvanecerme en las dificultades que se sucedían y seguir adelante, adiestrándome a estar firme y sobresalir de los problemas.

A mis progenitores por el sacrificio y el trabajo que realizaron al ayudarme en el transcurso de todo este camino de formación profesional, muchos de mis logros se los debo a ustedes incluido este, me animaron continuamente a conseguir uno de mis anhelados sueños.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi casa de estudios Universidad de Huánuco, gracias a mi universidad por permitir convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada docente que formo parte de este proceso integral de formación, que deja como producto terminado este graduado.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| ÍNDICE..... | IV |
| ÍNDICE DE TABLAS | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | IX |
| RESUMEN | X |
| ABSTRACT..... | XI |
| INTRODUCCIÓN..... | XII |
| CAPITULO I..... | 14 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACION..... | 14 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 14 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL..... | 15 |
| 1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO | 15 |
| 1.3. OBJETIVOS | 16 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 16 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 16 |
| 1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN | 16 |
| 1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA..... | 16 |
| 1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA..... | 17 |
| 1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA | 17 |
| 1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA..... | 17 |
| 1.4.5. JUSTIFICACIÓN SOCIAL..... | 17 |
| 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN | 18 |
| 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN..... | 18 |
| CAPÍTULO II..... | 19 |
| MARCO TEÓRICO | 19 |

| | |
|--|----|
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 19 |
| 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES..... | 19 |
| 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES..... | 21 |
| 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES | 25 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS | 25 |
| 2.2.1. ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA BIM?..... | 25 |
| 2.2.2. ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA TRADICIONAL?..... | 26 |
| 2.2.3. SISTEMA TRADICIONAL VS BIM..... | 27 |
| 2.2.4. METODOLOGÍA BIM EN EL MUNDO Y EN EL PERÚ | 28 |
| 2.2.5. APLICACIONES DEL BIM | 31 |
| 2.2.6. CICLO DE VIDA DEL BIM | 33 |
| 2.2.7. REQUERIMIENTOS PARA IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA BIM | 34 |
| 2.2.8. MEDICIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PLANOS..... | 36 |
| 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES..... | 37 |
| 2.4. HIPÓTESIS | 39 |
| 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL..... | 39 |
| 2.5. VARIABLES | 39 |
| 2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE | 39 |
| 2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE..... | 39 |
| 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 40 |
| CAPÍTULO III..... | 41 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 41 |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN | 41 |
| 3.1.1. ENFOQUE | 41 |
| 3.1.2. ALCANCE O NIVEL..... | 41 |
| 3.1.3. DISEÑO | 41 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 42 |
| 3.2.1. POBLACIÓN..... | 42 |
| 3.2.2. MUESTRA | 42 |
| 3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 42 |
| 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 43 |
| 3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS..... | 43 |

| | |
|---|----|
| 3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS | 43 |
| CAPITULO IV..... | 45 |
| RESULTADOS..... | 45 |
| 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS..... | 45 |
| 4.1.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE TOPOGRAFÍA DEL TERRENO..... | 45 |
| 4.1.2. PROCESAMIENTO DE PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES | 46 |
| 4.1.3. PROCESAMIENTO DEL MÉTODO TRADICIONAL..... | 48 |
| 4.1.4. PROCESAMIENTO DEL MÉTODO BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)..... | 60 |
| 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPOTÉSIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ... | 77 |
| CAPITULO V..... | 78 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 78 |
| CONCLUSIONES | 80 |
| RECOMENDACIONES..... | 81 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 82 |
| ANEXOS..... | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 La muestra necesaria para un nivel de confianza de 95%..... | 37 |
| Tabla 2 Operacionalización de variables | 40 |
| Tabla 3 Datos topográficos de los vértices del terreno | 45 |
| Tabla 4 Ficha de cuantificación del tiempo con método tradicional | 48 |
| Tabla 5 Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “cimentaciones” | 49 |
| Tabla 6 Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “cimentaciones” | 49 |
| Tabla 7 Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “cimentaciones” | 50 |
| Tabla 8 Ficha de cuantificación del tiempo con método tradicional | 51 |
| Tabla 9 Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 52 |
| Tabla 10 Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 52 |
| Tabla 11 Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 53 |
| Tabla 12 Ficha de cuantificación del tiempo con método tradicional | 54 |
| Tabla 13 Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “cimentaciones” | 55 |
| Tabla 14 Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “cimentaciones” | 55 |
| Tabla 15 Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “cimentaciones” | 56 |
| Tabla 16 Ficha de cuantificación del tiempo con método tradicional | 57 |
| Tabla 17 Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “cimentaciones” | 58 |
| Tabla 18 Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “cimentaciones” | 58 |
| Tabla 19 Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “cimentaciones” | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabla 20 Ficha de cuantificación del tiempo con método BIM | 60 |
| Tabla 21 Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “cimentaciones” | 61 |
| Tabla 22 Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “cimentaciones” | 61 |
| Tabla 23 Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “cimentaciones” | 62 |
| Tabla 24 Ficha de cuantificación del tiempo con método BIM | 63 |
| Tabla 25 Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 64 |
| Tabla 26 Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 64 |
| Tabla 27 Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 65 |
| Tabla 28 Ficha de cuantificación del tiempo con método BIM | 66 |
| Tabla 29 Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 67 |
| Tabla 30 Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 67 |
| Tabla 31 Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 68 |
| Tabla 32 Ficha de cuantificación del tiempo con método BIM | 69 |
| Tabla 33 Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 70 |
| Tabla 34 Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 70 |
| Tabla 35 Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “detalle de cimiento corrido” | 71 |
| Tabla 36 Calculo del rendimiento mediante el método tradicional | 72 |
| Tabla 37 Calculo del rendimiento mediante el método BIM | 73 |
| Tabla 38 Optimización del rendimiento | 74 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Proceso del sistema CAD | 27 |
| Figura 2 Comparación CAD vs BIM | 28 |
| Figura 3 Metodología BIM en el Mundo | 29 |
| Figura 4 Metodología BIM en Europa | 30 |
| Figura 5 Aplicaciones de la metodología BIM | 32 |
| Figura 6 Aplicación del BIM en la construcción y operación | 32 |
| Figura 7 Ciclo de vida de un proyecto..... | 34 |
| Figura 8 Medidas del área del hotel de 5 pisos..... | 46 |
| Figura 9 Detalle de la optimización de los rendimientos empleando Método Tradicional vs Método BIM | 75 |
| Figura 10 Detalle de la optimización de las horas empleando el Método Tradicional vs Método BIM | 76 |

RESUMEN

En esta investigación el objetivo fue realizar la optimización del rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca. Del levantamiento topográfico se obtuvo las dimensiones del terreno, dicha área se empleó para el diseño de la cimentación y del predimensionamiento se determinaron las dimensiones de los elementos estructurales.

Para el análisis se empleó softwares que empleen métodos tradicionales como el programa AutoCAD donde se modelará el plano estructural en 2D y para la aplicación de la metodología BIM se empleó el software Revit 2020, donde se modelará la especialidad de estructuras para luego proceder a calcular el tiempo optimizado. La metodología que se empleó es de enfoque cuantitativo, el tipo de investigación es aplicada, de nivel descriptivo con un diseño no experimental. En esta investigación la población fueron los hoteles de 5 pisos de Pillco Marca y la muestra fue un hotel de 5 pisos de Pillco Marca.

Al realizar la contrastación de hipótesis se obtuvo que al diseñar los planos estructurales empleando el método tradicional el rendimiento total fue de 0.167h/m², mientras que al emplear la metodología BIM para diseñar los mismos planos estructurales del hotel de Pillco marca se obtuvo un rendimiento total de 0.148, la diferencia expresada en porcentajes es de 12.28%, esto en obras de más envergadura equivale a más trabajo por ende más costo del diseño.

Palabras clave: Método tradicional, método BIM, optimización, planos estructurales, diseño.

ABSTRACT

In this research, the objective was to optimize the performance of time in the design of structural plans by applying the BIM methodology in a 5-story hotel in the Pillco Marca district. The dimensions of the terrain were obtained from the topographic survey; this area was used for the foundation design and the dimensions of the structural elements were determined from the pre-dimensioning.

For the analysis, software was used that uses traditional methods such as the AutoCAD program where the structural plan will be modeled in 2D and for the application of the BIM methodology, the Revit 2020 software was used, where the specialty of structures will be modeled and then proceed to calculate the optimized time. The methodology used is a quantitative approach, the type of research is applied, descriptive level with a non-experimental design. In this investigation, the population was the 5-story hotels of Pillco Marca and the sample was a 5-story hotel of Pillco Marca.

When carrying out the hypothesis testing, it was obtained that when designing the structural plans using the traditional method, the total yield was 0.167h/m², while when using the BIM methodology to design the same structural plans of the Pillco Marca hotel, a yield of total of 0.148, the difference expressed in percentages is 12.28%, this in larger works is equivalent to more work, therefore more design cost.

Keywords: Traditional method, BIM method, optimization, structural plans, design.

INTRODUCCIÓN

Uno de los campos de sumo crecimiento en el mundo es la construcción civil y con el pasar del tiempo ha atravesado importantes desarrollos tecnológicos. Junto a estos avances, también han crecido los obstáculos de diseño y aplicación, por lo siguiente se debe hacer un trabajo multidisciplinario más ordenado para eludir errores que puedan transformarse en problemas considerables más adelante Building Information Modeling.

Debido a ello la aplicación de la metodología BIM es una importante solución para optimizar el rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales esto se aplicará a la muestra que es el hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca.

Para el análisis se empleó softwares que empleen métodos tradicionales como el programa AutoCAD donde se modelará el plano estructural en 2D y para la aplicación de la metodología BIM se empleó el software Revit 2020, donde se modelará la especialidad de estructuras para luego proceder a calcular el tiempo optimizado. La metodología que se empleó es de enfoque cuantitativo, el tipo de investigación es aplicada, de nivel descriptivo con un diseño no experimental, la muestra fue un hotel de 5 pisos de Pillco Marca, con un muestreo no-probabilístico.

Esta investigación pretende difundir la aplicación de la metodología BIM debido a que actualmente en el distrito de Pillco Marca no es muy usada en el diseño de planos estructurales.

De lo mencionado planteamos los siguientes objetivos:

Realizar el levantamiento topográfico del terreno del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.

Realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022.

Calcular el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando el método tradicional de un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.

Calcular el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.

Esta investigación se dividió en 5 capítulos: El capítulo I: presenta la descripción del problema, la formulación del problema, el objetivos general y específico, la justificación de la investigación, las limitaciones y la viabilidad.

El capítulo II: se exponen los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, las definiciones conceptuales, la hipótesis general y específica y las variables de la investigación.

El capítulo III: en este capítulo vemos el tipo de investigación, la población, la muestra seleccionada, la técnica y los instrumentos empleados.

El capítulo IV: presenta el procesamiento de datos y la contrastación de hipótesis.

El capítulo VI: para terminar en este capítulo se expone la contrastación de resultados el cual abarca: discusión, conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En diversas partes del mundo uno de los sectores que dinamizan la economía es el constituido por la industria de la construcción, afectando de manera directa sobre la generación de empleos y moviendo los demás sectores, lo que implica a una gran responsabilidad social.

La metodología BIM ha impactado durante los últimos años en la industria de la edificación a nivel mundial, siendo sus inicios alrededor de los años 80. El BIM es un proceso que consiste en generar y gestionar datos ya sea de un proyecto arquitectónica o civil y para esto utiliza softwares con una capacidad dinámica de modelar en el plano tridimensional como la facilidad de adquirir reportes de manera instantánea a medida que se actualicen los datos del proyecto a edificarse durante su ciclo de vida.

En el plano internacional el BIM se ha ido implementando con mayor auge, el año 2016 se estimó que en Chile el 53% de las empresas de construcción utilizaba el BIM (Bnamericas, 2019). En Colombia tienen la meta que para el 2020 el nivel de acceso del Building Information Modeling en el rubro de la edificación bordee el 50%. (Compartir, 2018).

En el Perú uno de los problemas que influye de manera notoria en construcciones de gran envergadura es el tiempo se toman realizar planos y que haya una adecuado coordinación entre estos .Es casi inevitable que en grandes construcciones no llegue a surgir problemas o contratiempos en la coordinación de los de estructuras.

La ciudad de Huánuco no es ajeno a esta problemática es por ello que las obras se demoran mucho tiempo tanto en la etapa de diseño como de

construcción, cabe mencionar que la aplicación de la metodología Building Information Modeling, en la ciudad de Huanuco se ha dado en algunas construcciones, tal es el caso de la construcción del Hospital Hermilio Valdizan, si bien no es muy aplicado en las demás construcciones, esperamos que con el pasar de los años pueda aplicarse en todos los proyectos debido a la forma en como optimiza el tiempo en las diversas etapas del proyecto.

Ante esta problemática la metodología BIM surge como una alternativa que de manera óptima logra la coordinación de toda la información modelada y centralizarla en un solo modelo, generando una manera más ordenada y detallada de los pasos que se realizan.

Para el desarrollo de esta investigación se realizará la aplicación de la metodología BIM en el diseño de los planos estructurales de un Hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, se realizará la optimización del rendimiento del tiempo en la etapa de diseño del proyecto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo optimizar el rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Qué dimensiones topográficas tiene el terreno del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022?

¿Qué dimensiones tienen los elementos estructurales del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022?

¿Cuál es el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando el método tradicional en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022?

¿Cuál es el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la optimización del rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar el levantamiento topográfico del terreno del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.

Realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022.

Calcular el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando el método tradicional de un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.

Calcular el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.

1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Se realizará el diseño de los planos estructurales del hotel de 5 pisos aplicando la metodología BIM y veremos cuánto se optimiza el rendimiento del tiempo en comparación al método convencional.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La presente investigación ayuda a poder visualizar de manera clara cuánto se optimizará el rendimiento del tiempo aplicando la metodología BIM al diseño de planos estructurales de un hotel de 5 pisos, el cual se modelará de manera tridimensional en el software Revit, para luego apreciar cuanto se optimiza el tiempo en comparación con el método convencional.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para alcanzar los objetivos que se plantearon en esta investigación en primer lugar se hallará las dimensiones del terreno a través del levantamiento topográfico, luego se realizará el predimensionamiento de los elementos estructurales y finalmente se procederá a diseñar los planos estructurales; por una parte, aplicando la metodología BIM y por otra aplicando el método convencional para así poder apreciar cuanto se optimiza el rendimiento del tiempo aplicando el BIM.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Los planos estructurales del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca se realizarán en el proceso de diseño del proyecto empleando la metodología Building Information Modeling, por ende, los gastos notorios serán solo al realizar el levantamiento topográfico, los demás gastos implican la compra de libros para pulir los conocimientos requeridos, estos serán cubiertos en su totalidad por el investigador.

1.4.5. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Poniendo atención a unos de los problemas que se dan en Huánuco, con respecto a la etapa de diseño del proyecto con relación al diseño de planos estructurales, debido a que en su mayoría se realizan empleando métodos convencionales donde trabajan el cadista y el

ingeniero empleando el AutoCAD lo cual implica mucha tiempo en su elaboración , ante ello surge la metodología BIM como una alternativa donde el modelador y el ingeniero trabajan de manera conjunta empleando el software Revit donde se optimiza el rendimiento del tiempo, como se sabe esto la metodología BIM no es muy aplica en proyectos de la ciudad de Huánuco, es así que con la presente investigación , se aporte con un grano de arena a que se pueda dar a conocer más la aplicación del BIM.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La accesibilidad a cursos de la metodología BIM, debido a que son un poco costosos e implican tiempo por parte del investigador para poder adquirir las habilidades requeridas.

El contexto de la pandemia debido a que al restringirse en parte el distanciamiento social, se hizo un poco tedioso encontrar técnicos que realicen el levantamiento topográfico, por miedo a contagiarse.

La ciudad de Huánuco cuenta con pocos profesionales capacitados que orienten con relación al tema de la metodología BIM.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El tesista de la presente investigación cuenta con los recursos económicos para poder solventar los costos a realizarse en campo y está capacitado con los conocimientos para poder realizar el diseño aplicando la metodología BIM al proyecto del Hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ángel (2019) en su investigación titulada “Coordinación de un Proyecto de Edificación Mediante Metodologías BIM-Caso de Estudio Edificio Tequendama II-Permoda” presentada a la Universidad Católica de Colombia, tiene como objetivo reconocer las virtudes de la metodología Building Information Modeling en especial la 4D y 5D en la fase de planificación de un proyecto de construcción, a base de la ejecución y manejo de modelos computarizados. Esta investigación llega a las siguientes conclusiones: Se demostró que la aplicación Building Information Modeling al caso de estudio puede tener equivocaciones, apareciendo reprocesos en determinadas etapas, una manera de evitar estos errores es analizando y reconociendo la información que se tenga al inicio con el propósito de plantear una aplicación de trabajo adecuado. Para efectuar un modelo Building Information Modeling 4D Y 5D adecuado es importante tener claros los conceptos de la obra y contemplar cada una de las actividades constructivas proyectadas de la misma, siguiendo y estableciendo la serie lógica de las fases de realización de obra seleccionadas. Gracias a la utilización de la metodología Building Information Modeling 4D y 5D se puede ejecutar una mejorada visualización y planificación de la gestión de costos a desarrollar y las actividades constructivas, adelantándose a los inconvenientes que puedan surgir en obra, dando un resultado mucho más aceptable en momentos importantes de la línea de tiempo del proyecto. En proyectos de gran magnitud el manejo de Building Information Modeling resulta mucho más beneficioso, por ser un modelo central la información de todo el ciclo de vida de la construcción estará

actualizada continuamente, en el que todos los integrantes del proyecto pueden suministrar valor al mismo, vinculando relacionándose y sincronizándose todas las acciones efectuadas en tiempo real. El manejo de la metodología Building Information Modeling como una innovadora forma de trabajo en proyectos no solo de infraestructura sino también de construcción, se está transformando de gran importancia en el rubro de la ingeniería a nivel internacional e incluso a nivel nacional, ya que las virtudes que dispone el mundo Building Information Modeling son gigantescas. Por lo tanto es beneficioso que se adopte dicha aplicación para ser mejor que nuestras competencias, así se tengan fallas al principio y cueste un poco más tiempo, de todas maneras transformar la mentalidad de años de trabajo no se logra de noche a la mañana.

Prado (2021) en su tesis titulada “BIM-Building Información Modeling, como Herramienta de Mejora para el Desarrollo, Planificación y Ejecución de Proyectos de Inversión Pública” presentada a la Universidad Mayor de San Andrés, tiene como objetivo plantear la aplicación de la metodología Building Information Modeling, como instrumento de ejecución, planificación, control y monitoreo de proyectos de inversión pública bajo los procedimientos y procesos del Sistema Nacional de Inversión Pública, en un contexto cultural práctica integral y colaborativo. Esta investigación llega a las siguientes conclusiones: La aplicación de la metodología Building Information Modeling, alcanzará desarrollar proyectos mas complejos con mayor eficacia y eficiencia en un ambiente de colaboración y comunicación continuo, ocasionando información mas precisa y completa, tanto para su monitoreo, desarrollo y control consiguiendo proyectos con costos determinados, con la calidad necesaria, en tiempos establecidos, mejorando considerablemente los procedimientos y procesos que abarquen al proyecto en todo su proceso moldenado una Estrategia a partir de las condiciones de información-EIR, haciendo mas rapido la realizacion del proyecto y minimizando tiempos en el diseño, planeando tareas y cargos según el BEP, consiguiendo un Plan Maestro de Entrega de Información

y lograda en un Entorno de Información Común, para el progreso de proyectos ahorrando costos y tiempo, pero sobre todo alcanzando entregables de buena calidad.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Rojas (2017) en su investigación titulada “Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK.” presentada a la Universidad Andina del Cusco , tiene como objetivo examinar comparativamente el rendimiento en la realización de metrados y planos de la especialidad de estructuras utilizando métodos tradicionales y la metodología de trabajo Building Information Modeling en la empresa IMTEK. Esta investigación llega a la conclusión que se llegó a probar la Hipótesis general "Utilizando la metodología de trabajo Building Information Modeling se tendrá un óptimo rendimiento ante a los métodos tradicionales, ya que en la realización de metrados y planos de la especialidad de estructuras se necesitará menos hh/m². Se llegó a comprobar la Sub Hipótesis N° 1 " Utilizando metodología de trabajo Building Information Modeling necesitará menos hh/m² respecto al rendimiento en la realización de planos de la especialidad de estructuras."). Se llegó a comprobar la Sub Hipótesis N° 2. "Utilizando métodos tradicionales requerirá más hh/m² respecto al rendimiento en la realización de planos de la especialidad de estructuras. Se llegó a comprobar la Sub Hipótesis N° 3 "Utilizando metodología de trabajo Building Information Modeling necesitará menos hh/m² respecto al rendimiento en la realización de metrados de la especialidad de estructuras". Se llegó a comprobar la Sub Hipótesis N° 4.- "Utilizando métodos tradicionales requerirá más hh/m² respecto al rendimiento en la realización de metrados de la especialidad de estructuras.").

Domínguez & Moreno (2018) en su investigación titulada “Diseño Estructural Sismorresistente de un Edificio de Siete Niveles bajo la

Metodología BIM en la Provincia de Pomabamba, Ancash, 2018” presentada a la Universidad César Vallejo, tiene como objetivo efectuar el Diseño estructural sismorresistente de un edificio de siete niveles bajo la aplicación Building Information Modeling ubicado en la provincia de Pomabamba, Ancash. Esta investigación llega a las siguientes conclusiones: El estudio dinámico y estático de la estructura fue ejecutada usando la norma sismorresistente vigente E.030-2018 manejando el software computacional BIM:Autodesk Robot Structural. Se adiciono determinados componentes estructurales como muros estructurales en lugares que se necesitaban, al realizar los análisis respectivos estos toleraron minimizar los desplazamientos excesivos encontrados. En planta la estructura solo identifico una irregularidad esto minimizo el factor de coeficiente sísmico en ambas direcciones $R_o = 6.3$ esto ocasiono un incremento en la fuerza cortante basal. Se efectuo el cálculo de la cuantilla de acero y se hizo los respectivo planos correspondientes a la especialidad de estructurales completas del edificio con las herramientas computacionales BIM: Autodesk Robot Structural y el Revit 2018. Las herramientas incorporadas en el software, ayudaron a elaborar el diseño, de manera más facil, teniendo en cuenta que cumplan los planteamientos adquiridos en el curso rediseño de concreto armado, las cuales son: tener en cuenta que cumplan los principios económicos y las normas establecidas, asi como los principios de trabajabilidad en el instante de la ejecución. Se efectuo la aplicacion del modelo Building Information Modeling estructura y arquitectura y la relación e incorporación de estos para la interfuncionamiento entre determinadas disciplinas y el plan de gestión Building Information Modeling orientado al diseño estructural del edificio. Integra todo la información arquitectónico y estructural del edificio el modelo paramétrico diseñado. Para hacer los metrados se podrá usar este modelo, identificar errores con otras disciplinas y en todo lo que resta en la ejecución del proyecto.

Piña & Urquiaga (2020) en su tesis titulada “Propuesta de implementar la metodología BIM para mejorar la eficiencia en la gestión

de proyectos de edificación de la ciudad de Yurimaguas ” presentada a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto , tiene como objetivo plantear la ejecución de la metodología Building Information Modeling con el fin de mejorar la eficiencia en el proceso de gestionar una construcción de la ciudad de Yurimaguas, proponiendo el ROI estratégico básico. Esta investigación llega a las siguientes conclusiones: A través de la metodología Building Information Modeling en el proceso de gestión una construcción, durante la integración de sus especialidades se origina una constante coordinación entre los expertos, donde se estima las interferencias e disconformidad, asimismo, la estimación originado por un modelo Building Information Modeling es de confianza, ya que la exactitud de los metrados, optimizando el costo de obra y proceso constructivo durante el periodo de tiempo, a través de las simulaciones 4D y 5D. Plasmando los resultados en la finalización de obra antes de plazo establecido y sin la efectividad de adicionales de obra, como consecuencia de un aumento en la eficiencia de la gestión del proyecto durante toda su ejecución. La aplicación de la metodología Building Information Modeling en el proceso de desarrollo de un proyecto, nos ayuda a la toma de decisiones cualitativas y cuantitativas, durante las fases de diseño, ejecución, operación y mantenimiento. Como resultado se logró detectar los recursos humanos y técnicos para el proceso de la aplicación del Building Information Modeling en empresas privadas y entidades públicas, para trabajar de manera óptima con esta metodología de trabajo colaborativo tendríamos que destacar la obligación de instruir al recurso humano. Durante las fases de implementación de la metodología Building Information Modeling, para dichas empresas que se dedican a la consultoría de elaboración de proyectos se tomó en cuenta sólo la fase inicial y la fase de aplicación, no se tomó en cuenta a la etapa de aplicación para la ejecución, operación y mantenimiento de proyectos

Meléndez (2021) en su tesis titulada “Influencia del Método de Gestión y Optimización en los Costos, Tiempo y Calidad de las Empresas Constructoras: una revisión sistemática entre 2010-2020”

presentada a la Universidad Privada del Norte , tiene como objetivo identificar el desarrollo, la importancia y oportunidades de innovación llegando a valores numericos. Esta investigación llega a las siguientes conclusiones: la aplicación de innovadores métodos de gestión en el rubro de la edificación, como es Lean Construction, evita residuos de gran cantidad casi exterminados por completo en algunos casos, asimismo elude costos extras y por consiguiente las retrasos, de ese defecto sufren que gran parte de las obras de edificación. Si un país anhela desarrollarse en el rubro de la edificación tiene que adaptarse a innovadores métodos de gestión, es indispensable cambiar el pensamiento que se tiene al respecto, existen pruebas de confianza donde demuestres los resultados favorables que tiene LC. El objetivo principal de Lean es el reducir las pérdidas y incrementar el valor de los proyectos, lo cual se anhela reducir los plazos y costos incrementados los stakeholders, causando una mejora continua en todos los procesos, esto mediante al identificar el factor de perdida de determinada producción en especial. Apoyandose en una serie de tres principios primordiales: Transformation – Flow – Value. Lo sustentado por los autores de los artículos referidos en las tablas la inspección sistemática lo ratifica, justificando de modo práctica y teórica la relación satisfactoria que hay entre los innovadores métodos de gestión hacia la construcciones. Es de gran consideracion decir que, ejecutando las herramientas de filosofía Lean Construction, se indica la formacion de grupos en las diferentes disciplinas, para el debate de objetivos se debe definir el inicio del proyecto de interés, las exigencias básicos y bases de la estrategia de acción, que no solo se considera en los tiempos, asi mismo en lo económico y por consiguiente aporta a la disminución de la huella ecológica. Acorde a lo estudio se puede concluir que la metodología “Lean Construction” tiene un alto grado de potencial viable en la rubro de la edificación y no solo en la industria automotriz. Su empleo en distintas partes del mundo por los beneficios ecológicos, sociales y económicos que tiene LC siendo cada vez más visible.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Tabraj & Herrera (2019) en su investigación titulada “*Estudio del Rendimiento de la Mano de Obra Aplicando el BIM en las Partidas de Concreto Armado en la Obra Hospital Regional Hermilio Valdizán Nivel III-1*” presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco , tiene como objetivo determinar el rendimiento de la mano de obra utilizando el metodo Building Information Modeling en las partidas de estructuras en la obra del Hospital Regional Hermilio Valdizán Nivel III-1. Esta investigación llega a las siguientes conclusiones: Todos los rendimientos obtenidos usando el Building Information Modeling son superiores si lo comparamos con los rendimientos utilizados en el Expediente técnico. Los rendimientos tienen alteraciones conforme a demasiados factores como: equipos a usar en la obra , magnitud de la obra, lugar de ejecución, supervisión en la obra, mano de obra experimentada y clima. Los rendimientos inciden en los presupuestos y costos, dará una solución equivocada en un análisis de costo unitarios un rendimiento distante a la efectividad. Los rendimientos son muy necesarios cuando se analiza programación de una obra y costos, teniendo presente lo mencionado se puede mejorar la productividad de una manera más facil. Se ha podido demostrar la Hipotesis que: “El rendimiento de la mano de obra utilizando el metodo Building Information Modeling de las partidas de estructuras en la obra “HOSPITAL REGIONAL HERMILIO VALDIZAN NIVEL III-1” son diferentes con respecto al Expediente Técnico.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA BIM?

Proviene de un acrónimo que en inglés es Building Information Modeling. Últimamente se habla mucho de Building Information Modeling en el rubro de la edificación, pero cuando elaboramos interrogantes, admitimos distintos tipos de definiciones y de diferentes individuos.

Por ejemplo, ciertas personas comentan que Building Information Modeling consiste en empelar un software. Algunos comentan que la metodología Building Information Modeling es solo tridimensionalmente una edificación. Algunos dicen que la metodología Building Information Modeling es un conjunto de pasos, otros opinan la metodología Building Information Modeling no es más que almacenamiento de construcción organizados en una base de datos estructural que se puede buscar fácilmente visual o digitalmente porque está centralizado en Se utiliza un software diferente. Es seguro decir que BIM es todo lo anterior y algunos más. La descripción aplicada en el National Building Information Modeling Standard - USA™ (NBIMSUS) es: “Building Information Modeling es una función digital de las características funcionales y físicas de un edificio. Por lo tanto, trabaja como una fuente compartida de intelecto para adquirir información de una edificación que moldea una base confiable para la toma de decisiones a lo largo de su etapa de vida desde el diseño en adelante. (Standars, 2018).

Un modelo BIM real consta de equivalentes virtuales de partes y piezas de construcción utilizados para edificar el edificio. Las partes tienen todas las particularidades lógicas y físicas de sus elementos reales. Estos componentes ingeniosos son prototipos digitales de los componentes físicos de la edificación, como paredes, columnas, puertas ventanas, escaleras y más. nos permite simular una estructura y comprender su conducta en un entorno virtual antes de que empiece la edificación. (SMART, 2018)

2.2.2. ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA TRADICIONAL?

El uso de los sistemas CAD o tradicional marcó el desarrollo tecnológico del siglo XX La digitalización desarrollada para el proyecto cambia lápiz y papel, mediante la aplicación de software y hardware, para realizar nuevos productos en menos tiempo y con mayor calidad.

Figura 1

Proceso del sistema CAD



Nota: Adaptado de Prado (2021).

Estos procesos aplicados con herramientas CAD se definen como “procesos de automatización de diseño utilizando entidades técnicas como puntos, arcos, líneas, junto con métodos de cálculo y identificación de diseño”, en otras palabras, escanear el proyecto. (Arrelos, 2010)

2.2.3. SISTEMA TRADICIONAL VS BIM

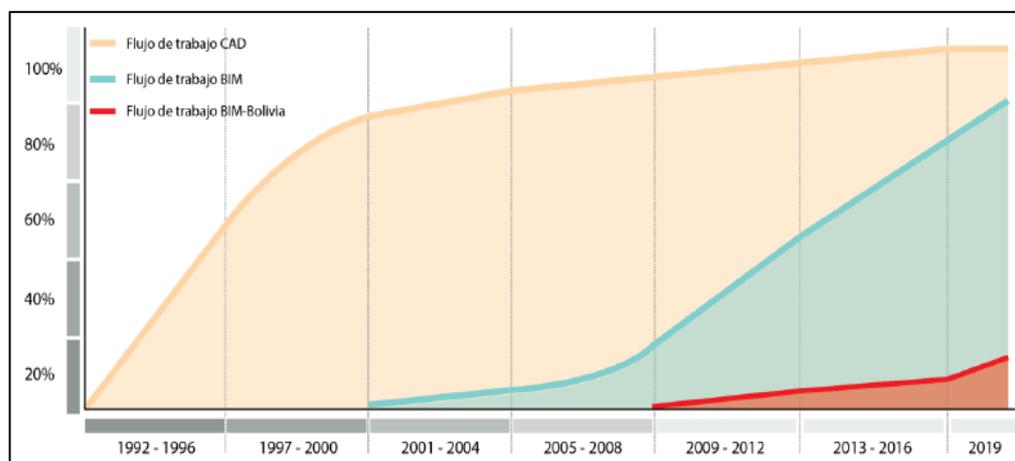
Las metodologías tradicionales al igual que la BIM, se desarrollan bajo la planificación de una serie de procesos que constituyen actividades creativas y técnicas enfocadas en metas y objetivos, en base a lineamientos desarrollados bajo una serie de pasos.

- Los medios de información: herramientas tales como softwares que permitan el desarrollo del proyecto
- Selección del sistema aplicado: es decir que pueda reducir tiempos invertidos en el ciclo de vida del proyecto diferenciado por procesos.

La diferencia entre CAD y BIM es obvia, pero hay que mencionar que ambos métodos utilizan herramientas para desarrollar proyectos, ambos se entienden únicamente como herramientas de dibujo y almacenamiento de información, ambos son diferentes, pero ambos se basan en la programación.

Figura 2

Comparación CAD vs BIM



Nota: Adaptado de ArquiPARADOS.

2.2.4. METODOLOGÍA BIM EN EL MUNDO Y EN EL PERÚ

En el mundo

Estados Unidos es uno de los primeros países en utilizar la tecnología BIM. Actualmente es el mayor productor y consumidor de productos BIM. Las diferencias en la adopción de BIM entre los EE. UU. y otros países pueden ser: El sector público estadounidense en diferentes niveles, desde Organización Nacional de Universidades Públicas, por Implantación de BIM en China. Estos niveles van desde el propio estado a la Universidad. (Cheng & LU, 2015).

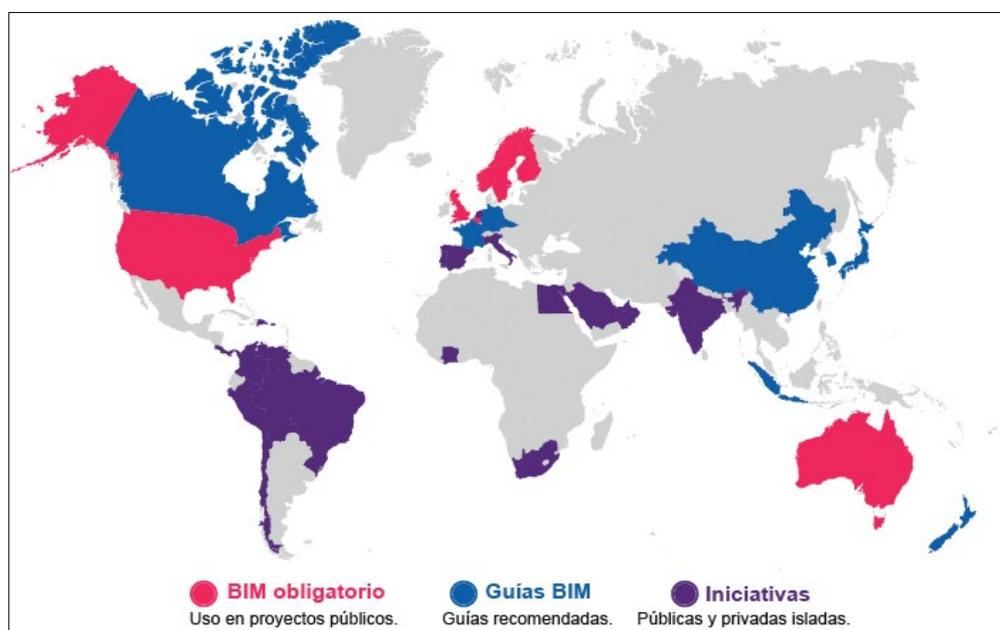
En el Reino Unido se puede considerar como un modelo a tener en cuenta cuando se habla de la implementación de BIM por parte del gobierno (Cheng & Lu, 2015). Los niveles, los estándares, las pautas generadas por el gobierno se incluyen en el mapa de madurez BIM. Este modelo incluye la participación de proveedores, escuelas y universidades, contratistas y promueve el colaborativo e integrado. trabajo de todos los miembros en proyectos públicos con el Estado Británico como líder en la implementación de BIM (NBS, 2010). Además, muchas organizaciones sin fines de lucro en el Reino Unido, como el

British Standards Institute (BSI) y el comité AECUK, han publicado estándares BIM. El Comité BSI B/555 ha publicado una serie de estándares para la definición digital y el intercambio de información del ciclo de vida en la industria de la construcción desde 2007.

En Singapur en 2010, se introdujo el primer "BIM Roadmap" o el BIM Roadmap del Gobierno de Singapur, como se puede ver en la ilustración. Esto incluye aproximadamente estrategias: proporcionar liderazgo en la implementación de BIM, reducir las barreras al fracaso de BIM en proyectos de construcción, proporcionar consejos para administrar los programas informáticos de BIM y alentar a las empresas de construcción a aplicar BIM. BIM, así como organismos estatales lo solicitaron como requisito. En 2014, se presentó la segunda "hoja de ruta BIM" del gobierno de Singapur. (Huaricallo & Montesinos , 2020).

Figura 3

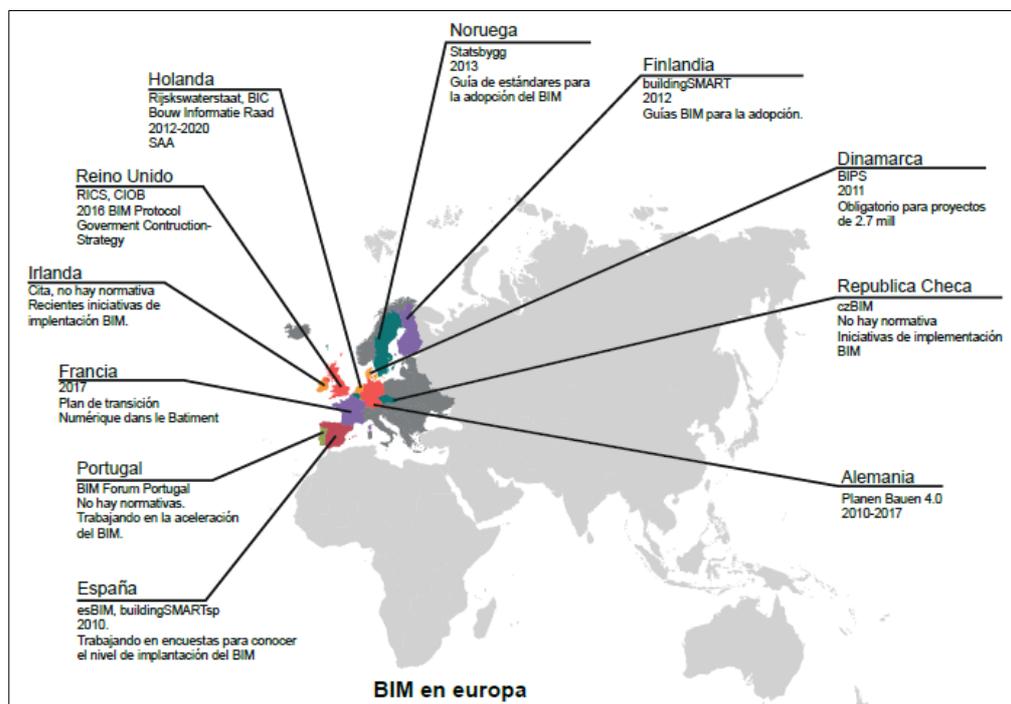
Metodología BIM en el Mundo



Nota: Adaptado de Rojas (2017).

Figura 4

Metodología BIM en Europa



Nota: Adaptado de Rojas (2017).

En el Perú

En diciembre de 2018, se emitió el Decreto Supremo N° 282018EF, aprobando Reglamento del Decreto 1252, por el que se crea el Sistema Nacional de Gestión de Inversiones y Programa Multianual, se crea como organismo.

La Dirección General de Inversión Pública (DGMPI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), proporcionando métodos colaborativos para el modelado digital de la información, para mejorar la transparencia, calidad y eficiencia de las inversiones.

En marzo de 2020, el Estado está preparando la normalización técnica y contractual para la implementación gradual, sin embargo, debido al Covid19, esta ha sido suspendida por los próximos meses y se aplicará para todos los proyectos de infraestructura del sector público a

partir de julio de 2024. mientras que para el 2025 su aplicación será obligatoria en el sector público.

El 7 de agosto, 2020, a través de la resolución del director n ° 007202020 / / 63.1 se aprobó las instrucciones para utilizar el método BIM en inversiones públicas, a través del Apéndice 01, donde proporcionamos las directrices de Use BIM, utilizando métodos en la inversión, roles y responsabilidades, procedimientos propuestos de acuerdo con el método BIM. (Huaricallo & Montesinos , 2020).

2.2.5. APLICACIONES DEL BIM

Recientemente, ha habido una explosión en el uso de métodos de trabajo BIM en los últimos años, mediante la revisión de documentos, foros educativos y redes sociales, pudimos realizar análisis. Sus beneficios reales y aplicaciones en la industria de la construcción. Estas aplicaciones se pueden analizar desde diferentes ángulos. Skanska, una empresa multinacional en la industria de la construcción y el petróleo fundada en Suecia, ha estado utilizando la investigación y la innovación BIM durante años, en encuestas pudieron identificar 16 aplicaciones específicas que se pueden usar. (Rojas , 2017).

Figura 5

Aplicaciones de la metodología BIM



Nota: Adaptado de Rojas (2017).

Figura 6

Aplicación del BIM en la construcción y operación



Nota: Adaptado de Rojas (2017).

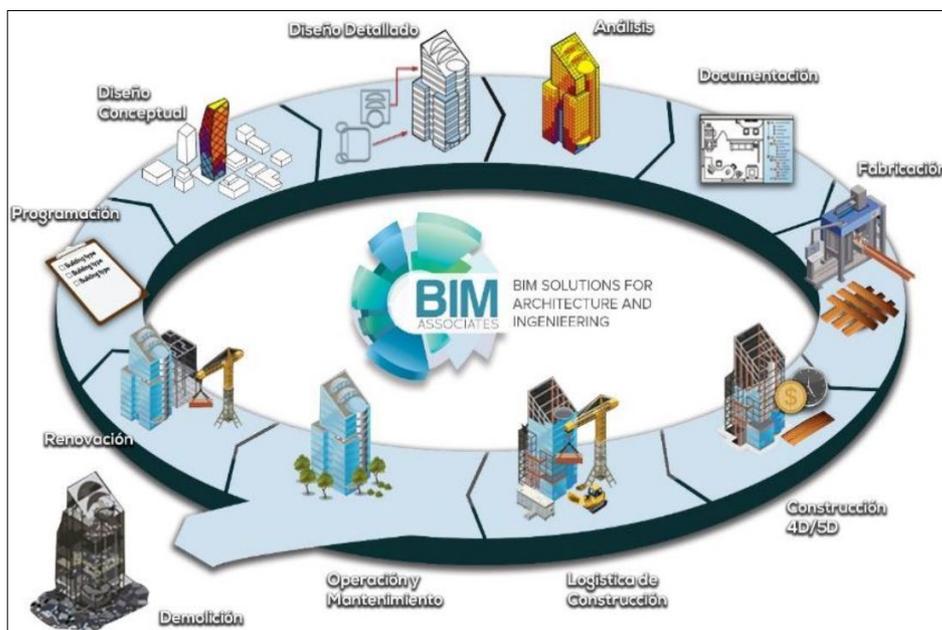
2.2.6. CICLO DE VIDA DEL BIM

El proceso de formación de un proyecto de edificación está compuesto por las fases por las que pasa un edificio desde su planteamiento hasta el final de su vida útil. Según la GUIA del PMBOK 5ª EDICION, el ciclo de vida de un proyecto está compuesto por las etapas por las que pasa un proyecto desde su inicio hasta su finalización. Estas fases suelen ser secuenciales, y sus nombres y números están definidos por la escasez de gestión y control de las organizaciones implicadas en el proyecto, la condición del proyecto y su alcance. (Project Manage Institute,sf.).

El proceso del BIM en la construcción o también conocido como el ciclo de vida de un edificio se resume en un diagrama presentado por Autodesk en un video titulado "BIM para el ciclo de vida del edificio". Según la firma de diseño de software, la necesidad de controlar la fase operativa del edificio es precisamente en esta etapa donde se producen los mayores costes. Al implementar un proceso BIM en su proyecto resultante, el alcance está predeterminado. Un proceso BIM completo cubre todas las fases del ciclo de vida del edificio, controlando los múltiples subprocesos que tienen lugar en cada fase. BIM puede verse como un nuevo enfoque para gestionar el ciclo de vida del edificio, con un enfoque en el impacto ambiental, el diseño y la documentación. (Martin, 2018).

Figura 7

Ciclo de vida de un proyecto



Nota: Adaptado de BIM Associates.

2.2.7. REQUERIMIENTOS PARA IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA BIM

Modelado

Si miramos al futuro, no podemos negar la llegada de la era digital en la construcción, la tecnología rodea a la mayoría de las industrias, mientras aún está en progreso en la gestión y el diseño de la construcción. El enfoque tradicional, desintegrador y unidireccional todavía se basa en papel.

Nivel de Maduración

Bueno, este trabajo preparatorio debe hacerse antes de la implementación de la metodología BIM, tenemos que analizar qué pretendemos mejorar con nuestra metodología BIM, ¿cuáles son nuestras limitaciones de inversión en recursos? Cualquier proceso de innovación e implementación debe ser gradual.

Hay que tener dos conceptos principales, uno es la etapa de madurez BIM, Segundo, el nivel de detalle del modelo paramétrico. Cada etapa de madurez tiene una meta que requiere mejoras en procesos, protocolos e inversiones en tecnología.

Procesos

Cuando hablamos de procesos, nos enfocamos principalmente en el flujo de trabajo, con el objetivo de analizar el flujo de trabajo para ser eficiente y con la colaboración. En el proceso de trabajo se deben tener en cuenta aspectos como la cultura organizacional en el lugar de implementación, la forma en que se desarrollan los procesos colaborativos entre las personas involucradas, la forma en que se intercambia la información, más allá de los roles y responsabilidades desempeñados por profesionales participaron.

Tecnología

La tecnología utilizada debe brindarnos flexibilidad en el uso dependiendo de la etapa de madurez BIM que estemos implementando, se puede usar en cualquier etapa de madurez sin necesidad de migrar a otro factor de forma a medida que avanzamos al siguiente paso.

La tecnología debe ser relevante para mejorar la gestión de la información en nuestros procesos. Debería proporcionarnos el intercambio de archivos con otras plataformas y también proporcionar control de seguridad para acceder y modificar información en función de los protocolos y procesos previamente establecidos.

Estandarización

Se anhela lograr una interoperabilidad con la uniformización, entre los profesionales involucrados se pretende afianzar un intercambio de información óptima.

Uniformizar los procesos también se pretende estandarizar los formatos de visualización o presentación de planos. Determinando protocolos, recomendaciones, directrices y especificaciones para las características de los objetos que se use en sus modelos de manera de permuta de información. La uniformización es importante si es que se anhela que la aplicación sea replicable en otros sitios con experiencias alentadoras.

2.2.8. MEDICIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PLANOS

Este indicador se encarga de cuantificar la cantidad expresada en horas/hombre, ejecuta un proyecto por metro cuadrado de área de techo, especialmente las actividades de producción. Incluye horas dedicadas a trabajos de revisión y corrección de mala ejecución de la producción.

Este sistema de rendimientos se basa en la información recopilada diariamente. Usa intervalos de medición, luego los organiza en un horario.

Se obtuvo un promedio representativo semanalmente utilizando la media aritmética. Para el análisis de estos métodos, se requiere una muestra que representa un tamaño lo suficientemente grande para cuantificar estadísticamente de manera efectiva y obtener resultados cercanos a la situación real. (Olomolaiye & Harris , 1998).

Luego el número de mediciones se calcula empleando la siguiente fórmula.

$$n = \frac{k^2 \times P \times q}{e^2}$$

Donde:

n es el número de mediciones

k es el coeficiente para un grado de confiabilidad de 95% de 1.96

q es el 50% (100%-porcentaje estimado)

e es el límite de error requerido, en un límite de error del 5%

Tabla 1

La muestra necesaria para un nivel de confianza de 95%

| Proporción por categoría (%) | 95 % de nivel de confianza | | | |
|------------------------------|----------------------------|------|-----|----|
| | Límite de error (%) | | | |
| | 1 | 2.5 | 5 | 10 |
| 50.50 | 9604 | 1537 | 384 | 96 |
| 40.60 | 9220 | 1475 | 369 | 92 |
| 30.70 | 8067 | 1291 | 323 | 81 |
| 20.80 | 6147 | 983 | 246 | 61 |
| 10.90 | 3457 | 553 | 138 | 35 |

Nota: Adaptado Olomolaiye P & Harris (1998).

Cabe recalcar que la producción de planos abarca: planos de columnas, cimentaciones, vigas, escaleras, losas, tabiques, que, a su vez, dentro de la elaboración de cada uno de los planos se conforma por los trabajos: ensamblado, dibujo, revisión y corrección.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

BIM: Proviene de las siglas en inglés Building Information Modeling que traducido al español es Modelado de la información para edificaciones.

Gestión Colaborativa: El Building Information Modeling es una metodología que se constituye por procedimientos y procesos de colaboración donde se aplica tecnología, implicando la tecnología, implica un replanteo íntimo de la administración de la información en un CDE-que deriva del inglés -Common Data Environment, que en español quiere decir entorno de datos común.

Medios de Información: Son herramientas tales como softwares o programas que cumplen la función de poder desarrollar el proyecto.

Gestión del espacio: Los modelos **Building Information Modeling** nos dan acceso a dar información de áreas para la gestión a la ocupación y el espacio e adicionando datos del edificio y de los recursos humanos, las

organizaciones pueden minimizar la mano de obra y tener como resultado la minimización de gastos claves.

Columnas: Elemento estructural vertical, que el caso del sistema aperticado transmite verticalmente su propio peso más las cargas externas que actúan sobre ella, también cumple la función de dar rigidez a los muros.

Vigas: Son elementos estructurales generalmente verticales y se apoyan en sus extremos y reciben cargas transversales. También cumplen la función de trasladar las cargas de la edificación a las columnas, también dan rigidez a los muros.

Losas: Conformado por viguetas y por bloques los cuales pueden ser ladrillos, casetones de madera, metalizas, Tecnopor, con la finalidad de reducir el peso de la estructura. Las losas son elementos estructurales planares, las cargas que actúan en la losa generalmente son perpendiculares a su plano.

Evaluación y optimización de la información: Una vez definido las propiedades y formas geométricas, se procede a realizar el análisis yanto de la parte arquitectónica como de ingeniería.

Documentación: En esta parte se elaboran los entregables para su posterior exportación al formato que se necesita.

Protocolo BIM: Es la herramienta BIM es un instrumento indispensable para lograr el desarrollo del proyecto, donde se distribuyen los recursos, se organiza al personal, los procesos y las herramientas.

Software: Por software se comprende al soporte lógico de un sistema informático, que engloba el grupo de componentes lógicos necesarios que permiten la realización de trabajos específicos, en concordancia a los componentes físico conocidos como hardware.

Flujo de trabajo: Esto consiste en el estudio del aspecto de operación de una determinada actividad de trabajo, en cómo se realizan y estructuran las tareas, cuál es su orden correlativo, cómo se compatibilizan, y esto como impacta sobre la información y como se realiza su supervisión. En forma resumida aquí se trata de automatizar la secuencia de los trabajos, actividades y procesos, acorde a las fases y etapas que se necesitan en el proyecto donde existe 3 tipos de trabajo y son: (1) Actividades operativas, (2) Actividades colaborativas, (3) Actividades de coordinación.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación de la metodología BIM optimiza el rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales de un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Aplicación de la Metodología BIM.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Optimización del tiempo en el diseño de planos estructurales.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2

Operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|--|---|--|
| INDEPENDIENTE Aplicación de la Metodología BIM | Conjuntos de procesos que permiten optimizar y potenciar todo el ciclo de vida de la construcción. | Modelado de la información | Plano en Revit 2020 Plano en AutoCAD 2020 |
| DEPENDIENTE Optimización del tiempo en el diseño de planos estructurales | Aplicar una secuencia de pasos que permitan optimizar el tiempo al diseñar planos estructurales | Rendimiento en la producción de planos. | Horas hombre requeridas para la producción de planos estructurales |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Hernández , Fernández , & Baptista (2014) mencionan que en las investigaciones de enfoque cuantitativo se recolectan datos para corroborar la hipótesis, empleando una medición numérica.

Esta investigación será de enfoque cuantitativo debido a que se medirá el tiempo de diseño de planos estructurales aplicando el método convencional y el método BIM; luego se procederán a analizar teniendo en cuenta las métricas de rendimiento.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Hernández et al. (2014). afirma que en investigaciones de alcance descriptivo se busca medir, recopilar datos de las variables, para mostrar con precisión las dimensiones del problema o variable.

La presente investigación será de nivel descriptivo, debido a que mediremos la variable optimización del tiempo en el diseño de planos estructurales aplicando la metodología BIM.

3.1.3. DISEÑO

Hernández & Mendoza (2018) sostienen que el diseño no-experimental consiste en observar el fenómeno tal como se encuentra en su estado normal, para luego analizarlos sin alterar la variable de estudio.

Esta investigación será de diseño no-experimental debido a que observaremos los tiempos al aplicar BIM y al aplicar el método tradicional para luego analizarlos empleando métodos estadísticos

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Hernández &Mendoza (2018) sostienen que población está conformado por el grupo de los casos que coinciden con ciertas características. Para la presente investigación la población estará conformada por los hoteles de 5 pisos de Pillco Marca.

3.2.2. MUESTRA

Según Hernández &Mendoza (2018) la muestra forma parte del subgrupo de la población de donde se obtienen valores y/o datos. En esta investigación se empleará una muestra no-probabilística debido a que se elegirá un hotel de 5 pisos de Pillco Marca.

3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica

Supo (2020) sostiene que la tecnica de observacion emplea la estrategia de recolectar los datos prospectivamente, donde estos datos son primarios y estan sujetos a mediciones

La presente investigación utilizará la técnica de observación esto debido a que luego de diseñar los planos estructurales aplicando la metodología BIM y el método tradicional, se continuará a observar para determinar cuál método optimiza mejor el tiempo.

Instrumento

Hernández & Mendoza (2018) sostienen que el instrumento recurso que emplea el investigador para almacenar información de la variable en análisis.

En esta investigación son las fichas para el levantamiento topografico, las fichas de rendimiento del tiempo y tambien los programas donde se guardaran la informacion como Autocad 2020 y Revit 2020 que cuando se emplean para investigación tienen licencias libres.

- a) Ficha para medir topográficamente el terreno.
- b) Ficha para cuantificar el tiempo en gabinete expresado en horas.

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En la recolección de datos se emplearon fichas para recolectar los datos topográficos de los vértices del terreno y fichas para cuantificar el tiempo en gabinete, expresado en horas (Ver anexo 2).

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

La presentación de los datos se realizó mediante estadística descriptiva, y se continuó presentando la estadística en forma de gráficos de barras y tablas de doble entrada utilizando el software Microsoft Office Excel 2020, Microsoft Word 2020 (Ver anexo 2).

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para analizar los datos de empleo softwares que usen métodos tradicionales como el programa AutoCAD donde se modelará el plano estructural en 2D y para calcular la optimización del tiempo también se empleó softwares que empleen la metodología BIM como el Revit 2020,

donde se modelará la especialidad de estructuras para luego proceder a calcular el tiempo optimizado (Ver anexo 2).

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE TOPOGRAFÍA DEL TERRENO

Para generar la superficie del terreno se hizo un levantamiento topográfico y los técnicos topógrafos realizaron un levantamiento topográfico del área del terreno de lo cual se adquirió los siguientes datos:

Tabla 3

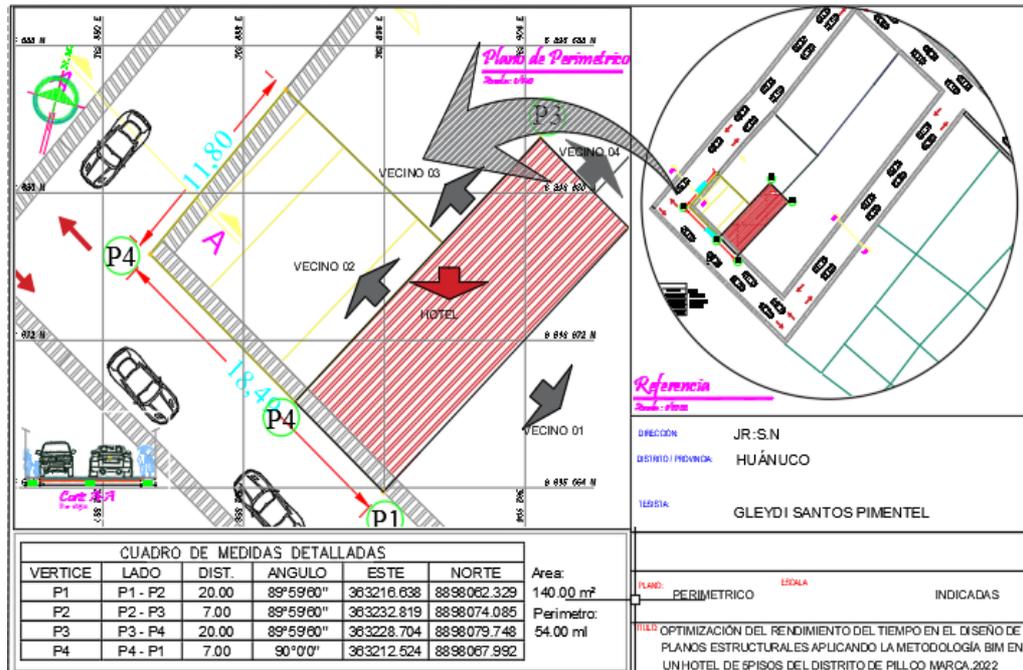
Datos topográficos de los vértices del terreno

| Estación | Puntos | Este | Norte |
|----------|--------|------------|-------------|
| A | P1 | 363216.638 | 8898062.329 |
| | P2 | 363232.819 | 8898074.085 |
| | P3 | 363228.704 | 8898079.748 |
| | P4 | 363212.524 | 8898067.992 |

Nota: Los puntos topográficos del terreno se procesan en oficina, del cual se encuentra el área y dimensiones del terreno, el área total es de 140.00 metros cuadrados, el perímetro es de 54.00 ml.

Figura 8

Medidas del área del hotel de 5 pisos



Nota: El terreno por el fondo es de 7.00 ml, el lado derecho es de 20.00 ml, el izquierdo el lado es 20.00 ml, y el frente es 7.00 ml, figura 8 muestra las medidas del terreno.

4.1.2. PROCESAMIENTO DE PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Hotel de 4 pisos + 1 azotea = 5 niveles en concreto armado

Uso: Hotel

Especificaciones técnicas para el “Análisis del Proyecto

- A) Parámetros de diseño sismorresistente de la super-estructura
 - Concreto Armado $f_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$ --- Peso Específico: 2400 Kg/m^3
 - Acero de Refuerzo $f_y: 4200 \text{ Kg/cm}^2$ --- Peso Específico: 7800 Kg/m^3
 - Sistema Estructural “x” ----- Pórticos y sistema confinado
 - Sistema Estructural “y” ----- Concreto Armado, Pórticos
 - Categoría del Edificio ----- Edificaciones Comunes: “C”, -- U: =1
 - Zona Sísmica del Proyecto: 2 -- Z: =0.25g

B) Parámetros de diseño sismorresistente de la sub-estructura (cimentación)

Parámetros del suelo ---Suelos Intermedios "S2" --, $T(p) = 0.60\text{seg}$

S: =1.20

Capacidad Portante del Suelo $q_{adm} = 1.73\text{Kg/cm}^2$ -

REFERENCIAL

Módulo de Reacción del Suelo Coeficiente de Balastro:

3.4Kg/cm^3

C) Dimensiones de los elementos de concreto armado

❖ Columnas

Columnas rectangulares (C1) Dimensiones(m): 0.25x0.35

Columnas rectangulares (C2) Dimensiones(m): 0.15x0.25

❖ Vigas

VB (0.15x0.20) Dimensiones (m): 0.15x0.20

VP (0.25x0.50) Dimensiones (m): 0.25x0.50

VS (0.25x0.40) Dimensiones (m): 0.25x0.40

VC (0.25x0.40) Dimensiones (m): 0.25x0.40

Losas Aligeradas 1D Altura: 0.20m

Escalera Espesor: 0.25*0.40

Losas Macizas 2d - descanso de escalera

D) Sobrecargas temporales de diseño / cargas vivas / uso

CV: Entrepisos ---200Kg/m² (vivienda E020), Techo: =100Kg/m²

CV: Escaleras ----200Kg/m²

E) Sobrecargas permanentes /cargas muertas / losas

CM: Entrepisos (150+120) --270 Kg/m²; Techo --120Kg/cm²

CV: Escaleras --120 Kg/m²

F) Sobrecargas permanentes /cargas muertas / vigas

CM: Muro Divisorio(h=2.80) --590 Kg/m, Alfeizar (h=1.20) V.B:

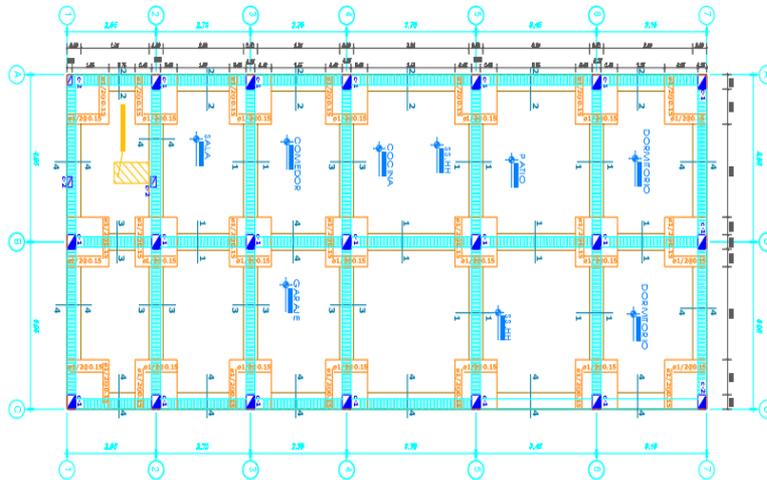
=260Kg/m

4.1.3. PROCESAMIENTO DEL MÉTODO TRADICIONAL

Tabla 4

Ficha de cuantificación del tiempo con método tradicional

| | | |
|---|-------------------------------|------------------------------|
|  | UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO | |
| | PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| | TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| | BLOQUE | A |
| | ACTIVIDAD | Cimentación |
| Metodología | | |
| Método tradicional [X] | Método BIM [] | |



Comentario

Cuantificación del proceso de dibujo: Abarca el dibujo de los cimientos, el cual está conformado por cimientos corridos, vigas de cimentación, zapatas, sobrecimientos.

Cuantificación del proceso de ensamblar: Comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano.

Cuantificación del proceso de revisar y corregir: Abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad

Nota: En la tabla 4 se presenta el plano correspondiente a la cimentación del hotel de 5 pisos el cual fue elaborado empleando el método tradicional en el software AutoCAD.

Tabla 5*Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la "cimentaciones"*

| Código | | Día |
|-------------------|-------------|-------------|
| PT-E1 | | 22/07/2022 |
| Actividad | | Cimentación |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.82 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 2.46 |

Nota: En la tabla 5 abarca el dibujo de los cimientos, el cual está conformado por cimientos corridos, vigas de cimentación, zapatas, sobrecimientos. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.82 horas y del cadista es de 2.46 horas.

Tabla 6*Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la "cimentaciones"*

| Código | | Día |
|-------------------|-------------|-------------|
| PT-E1 | | 23/07/2022 |
| Actividad | | Cimentación |
| | N° personal | 0 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.10 |

Nota: En la tabla 6 comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano. Donde el tiempo empleado por el cadista es de 1.10 horas.

Tabla 7

Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “cimentaciones”

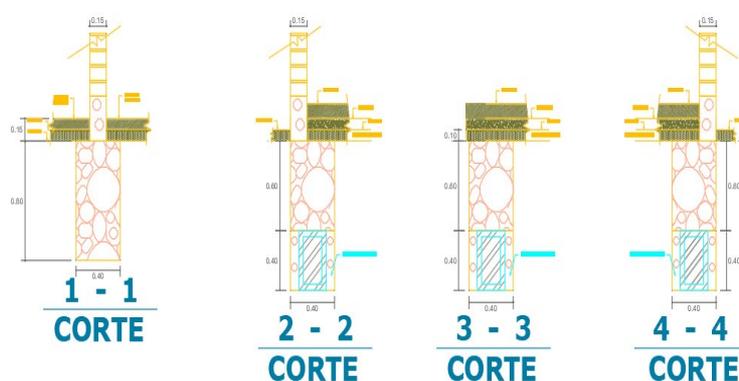
| Código | Día | |
|-------------------|-------------|------|
| PT-E1 | 23/07/2022 | |
| Actividad | Cimentación | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.45 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.35 |

Nota: En la tabla 7 abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.45 horas y del cadista es de 1.35 horas.

Tabla 8

Ficha de cuantificación del tiempo con método tradicional

| | | |
|---|-------------------------------|--|
|  | UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO | |
| | PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| | TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| | BLOQUE | A |
| | ACTIVIDAD | Detalle de corte de cimientos corridos, VC |
| Metodología | | |
| Método tradicional [X] | | Método BIM [] |



| | |
|-------------------|---|
| Comentario | <p>Cuantificación del proceso de dibujo: Abarca el dibujo de detalle del corte de los cimientos, el cual está conformado por cimientos corridos, vigas de cimentación y sobrecimientos.</p> <p>Cuantificación del proceso de ensamblar: Comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano.</p> <p>Cuantificación del proceso de revisar y corregir: Abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad.</p> |
|-------------------|---|

Nota: En la tabla 8 se presenta el detalle de los cortes correspondiente a la cimentación del hotel de 5 pisos el cual fue elaborado empleando el método tradicional en el software AutoCAD.

Tabla 9

Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | Dia | |
|-------------------|--|------|
| PT-E2 | 25/07/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de cimientos corridos, VC | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.36 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.08 |

Nota: La tabla 9 Abarca el dibujo de detalle del corte de los cimientos, el cual está conformado por cimientos corridos, vigas de cimentación y sobrecimientos. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.36 horas y el tiempo empleado por el cadista es de 1.08.

Tabla 10

Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | Dia | |
|-------------------|--|------|
| PT-E2 | 25/07/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de cimientos corridos, VC | |
| | N° personal | 0 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 0.49 |

Nota: La tabla 10 comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano. Donde el tiempo empleado por el cadista es de 0.49 horas.

Tabla 11

Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “detalle de cimiento corrido”

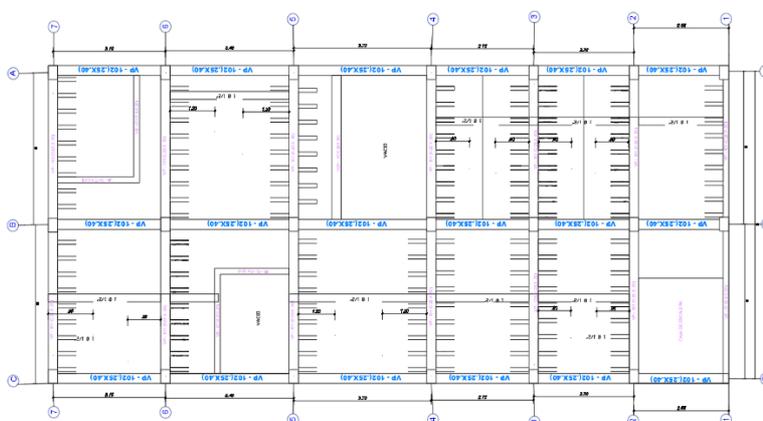
| Código | Día | |
|-------------------|--|------|
| PT-E2 | 25/07/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de cimientos corridos, VC | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.20 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 0.60 |

Nota: La tabla 11 abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.20 horas y por parte del cadista es de 0.60 horas.

Tabla 12

Ficha de cuantificación del tiempo con método tradicional

| | | |
|---|-------------------------------|--|
|  | UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO | |
| | PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| | TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| | BLOQUE | A |
| | ACTIVIDAD | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso |
| Metodología | | |
| Método tradicional [X] | Método BIM [] | |



| | |
|-------------------|--|
| Comentario | <p>Cuantificación del proceso de dibujo: Abarca el dibujo del aligerado de los techos del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso, vigas y viguetas.</p> <p>Cuantificación del proceso de ensamblar: Comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano.</p> <p>Cuantificación del proceso de revisar y corregir: Abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad.</p> |
|-------------------|--|

Nota: En la tabla 12 se presenta el plano correspondiente a la losa aligerada de los 5 pisos del hotel de 5 pisos el cual fue elaborado empleando el método tradicional en el software AutoCAD.

Tabla 13*Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la "cimentaciones"*

| Código | Dia | |
|-------------------|--|------|
| PT-E3 | 28/08/2022 | |
| Actividad | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 1.11 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 3.32 |

Nota: La tabla 13 abarca el dibujo del aligerado de los techos del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso, vigas y viguetas. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 1.11 horas y el tiempo empleado por el cadista es de 3.32 horas.

Tabla 14*Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la "cimentaciones"*

| Código | Dia | |
|-------------------|--|------|
| PT-E3 | 28/08/2022 | |
| Actividad | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso | |
| | N° personal | 0 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.49 |

Nota: La tabla 14 comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano. Donde el tiempo empleado por el cadista es de 1.49 horas.

Tabla 15

Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “cimentaciones”

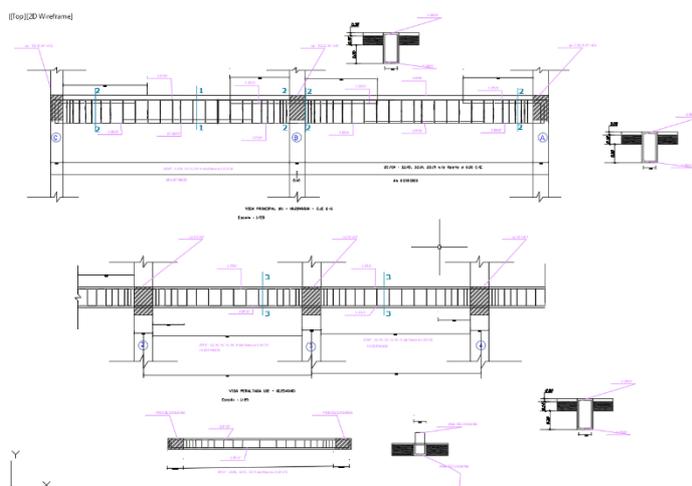
| Código | Día | |
|-------------------|--|------|
| PT-E3 | 28/08/2022 | |
| Actividad | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.61 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.83 |

Nota: La tabla 15 abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.61 horas y por parte del cadista es de 1.83 horas.

Tabla 16

Ficha de cuantificación del tiempo con método tradicional

| | | |
|---|-------------------------------|------------------------------|
|  | UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO | |
| | PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| | TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| | BLOQUE | A |
| | ACTIVIDAD | Detalle de corte de Vigas |
| Metodología | | |
| Método tradicional [X] | Método BIM [] | |



| | |
|-------------------|---|
| Comentario | <p>Cuantificación del proceso de dibujo: Abarca el dibujo de detalle de corte de las vigas del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso.</p> <p>Cuantificación del proceso de ensamblar: Comprende configurar la presentación de las láminas de detalle de vigas del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso.</p> <p>Cuantificación del proceso de revisar y corregir: Abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias.</p> |
|-------------------|---|

Nota: En la tabla 16 se presenta el plano correspondiente a los cortes detallados de las vigas de los 5 pisos del hotel de 5 pisos el cual fue elaborado empleando el método tradicional en el software AutoCAD.

Tabla 17*Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la "cimentaciones"*

| Código | Dia | |
|-------------------|---------------------------|------|
| PT-E4 | 30/08/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de Vigas | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 1.04 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 3.13 |

Nota: La tabla 17 abarca el dibujo de detalle de corte de las vigas del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 1.04 horas y el tiempo empleado por el cadista es de 3.13 horas.

Tabla 18*Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la "cimentaciones"*

| Código | Dia | |
|-------------------|---------------------------|------|
| PT-E4 | 30/08/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de Vigas | |
| | N° personal | 0 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.41 |

Nota: La tabla 18 comprende configurar la presentación de las láminas de detalle de vigas del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso. Donde el tiempo empleado por el cadista es de 1.41 horas.

Tabla 19

*Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la
"cimentaciones"*

| Código | Día | |
|-------------------|---------------------------|------|
| PT-E4 | 30/08/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de Vigas | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.57 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.72 |

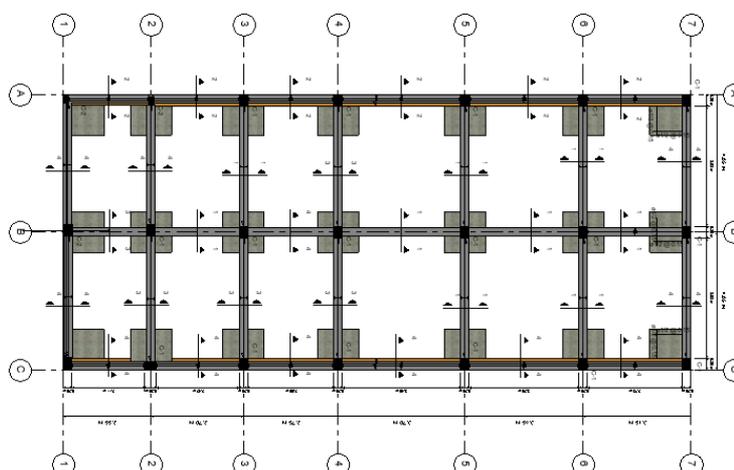
Nota: La tabla 19 abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.57 horas y el tiempo empleado por el cadista es de 1.72 horas.

4.1.4. PROCESAMIENTO DEL MÉTODO BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

Tabla 20

Ficha de cuantificación del tiempo con método BIM

| | | |
|---|-------------------------------|------------------------------|
|  | UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO | |
| | PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| | TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| | BLOQUE | A |
| | ACTIVIDAD | Cimentación |
| Metodología | | |
| Método tradicional [] | Método BIM [X] | |



| | |
|-------------------|--|
| Comentario | <p>Cuantificación del proceso de dibujo: Abarca el dibujo de los cimientos, el cual está conformado por cimientos corridos, vigas de cimentación, zapatas, sobrecimientos.</p> <p>Cuantificación del proceso de ensamblar: Comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano.</p> <p>Cuantificación del proceso de revisar y corregir: Abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad.</p> |
|-------------------|--|

Nota: En la tabla 20 se presenta el plano correspondiente a la cimentación del hotel de 5 pisos el cual fue elaborado empleando el método BIM en el software Revit.

Tabla 21*Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la "cimentaciones"*

| Código | | Día |
|-------------------|-------------|-------------|
| PB-E1 | | 29/08/2022 |
| Actividad | | Cimentación |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.8 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 2.4 |

Nota: En la tabla 21 abarca el dibujo de los cimientos, el cual está conformado por cimientos corridos, vigas de cimentación, zapatas, sobrecimientos en el software Revit. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.8 horas y del cadista es de 2.4 horas.

Tabla 22*Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la "cimentaciones"*

| Código | | Día |
|-------------------|-------------|-------------|
| PB-E1 | | 23/07/2022 |
| Actividad | | Cimentación |
| | N° personal | 0 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.08 |

Nota: En la tabla 22 comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano. Donde el tiempo empleado por el cadista es de 1.08 horas.

Tabla 23

*Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la
"cimentaciones"*

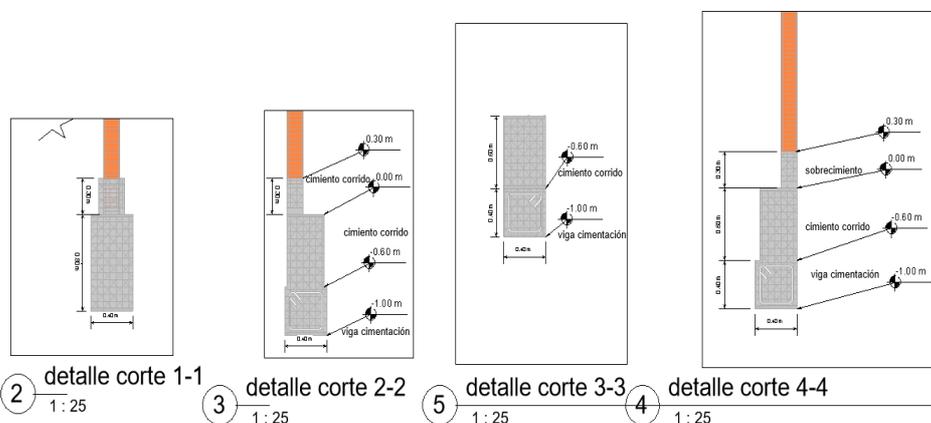
| Código | Día | |
|-------------------|-------------|------|
| PB-E1 | 23/07/2022 | |
| Actividad | Cimentación | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.44 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.32 |

Nota: En la tabla 23 abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.44 horas y del cadista es de 1.32 horas.

Tabla 24

Ficha de cuantificación del tiempo con método BIM

| | | |
|---|-------------------------------|--|
|  | UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO | |
| | PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| | TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| | BLOQUE | A |
| | ACTIVIDAD | Detalle de corte de cimientos corridos, VC |
| Metodología | | |
| Método tradicional [] | | Método BIM [X] |



Comentario

Cuantificación del proceso de dibujo: Abarca el dibujo de detalle del corte de los cimientos, el cual está conformado por cimientos corridos, vigas de cimentación y sobrecimientos.

Cuantificación del proceso de ensamblar: Comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano.

Cuantificación del proceso de revisar y corregir: Abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad.

Nota: En la tabla 24 se presenta el detalle de los cortes correspondiente a la cimentación del hotel de 5 pisos el cual fue elaborado empleando el método BIM en el software Revit.

Tabla 25

Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | | Día | |
|-------------------|--|------------|--|
| PB-E1 | | 25/07/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de cimientos corridos, VC | | |
| | N° personal | 01 | |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.35 | |
| | N° personal | 01 | |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.06 | |

Nota: La tabla 25 Abarca el dibujo de detalle del corte de los cimientos, el cual está conformado por cimientos corridos, vigas de cimentación y sobrecimientos. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.35 horas y el tiempo empleado por el cadista es de 1.06.

Tabla 26

Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | | Día | |
|-------------------|--|------------|--|
| PB-E1 | | 23/07/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de cimientos corridos, VC | | |
| | N° personal | 0 | |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0 | |
| | N° personal | 01 | |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 0.47 | |

Nota: La tabla 26 comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano. Donde el tiempo empleado por el cadista es de 0.47 horas.

Tabla 27

Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “detalle de cimiento corrido”

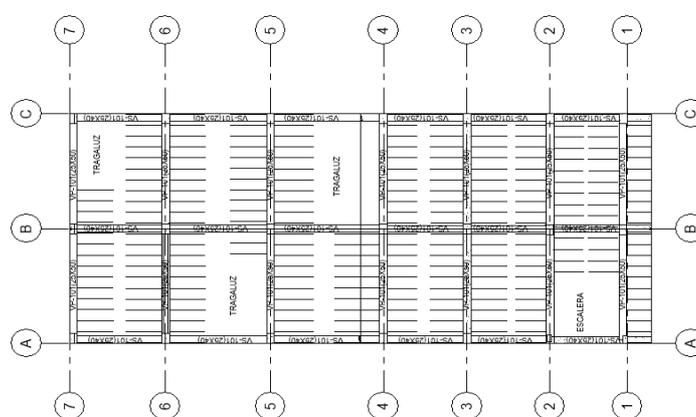
| Código | Dia | |
|-------------------|--|------|
| PB-E1 | 23/07/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de cimientos corridos, VC | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.19 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 0.58 |

Nota: La tabla 27 abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.19 horas y por parte del cadista es de 0.58 horas.

Tabla 28

Ficha de cuantificación del tiempo con método BIM

| | | |
|---|-------------------------------|--|
|  | UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO | |
| | PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| | TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| | BLOQUE | A |
| | ACTIVIDAD | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso |
| Metodología | | |
| Método tradicional <input type="checkbox"/> | | Método BIM <input checked="" type="checkbox"/> |



| | |
|-------------------|--|
| Comentario | <p>Cuantificación del proceso de dibujo: Abarca la planta de cimentación, vigas de conexión, detallado del acero, su estribaje además de detallar los cimientos corridos y sobrecimientos y las especificaciones técnicas.</p> <p>Cuantificación del proceso de ensamblar: Comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún detalle requerido para la presentación de la lámina.</p> <p>Cuantificación del proceso de revisar y corregir: Abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias</p> |
|-------------------|--|

Nota: En la tabla 28 se presenta el plano correspondiente a la losa aligerada de los 5 pisos del hotel de 5 pisos el cual fue elaborado empleando el método BIM en el software Revit.

Tabla 29

Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | Dia | |
|-------------------|--|------|
| PB-E3 | 06/09/2022 | |
| Actividad | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.91 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 2.73 |

Nota: La tabla 29 abarca el dibujo del aligerado de los techos del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso, vigas y viguetas. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.91 horas y el tiempo empleado por el cadista es de 2.73 horas.

Tabla 30

Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | Dia | |
|-------------------|--|------|
| PB-E3 | 06/09/2022 | |
| Actividad | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso | |
| | N° personal | 0 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.23 |

Nota: La tabla 30 comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún requerimiento para la presentación del plano. Donde el tiempo empleado por el cadista es de 1.23 horas.

Tabla 31

Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | Día | |
|-------------------|--|------|
| PB-E3 | 06/09/2022 | |
| Actividad | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.50 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.50 |

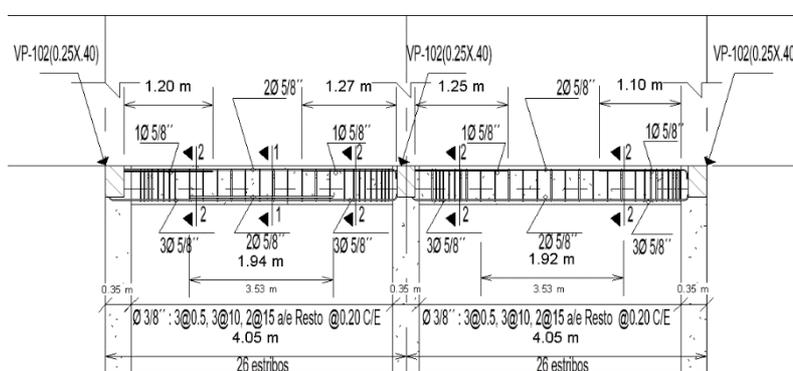
Nota: La tabla 31 abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias o alguna incompatibilidad. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.50 horas y por parte del cadista es de 1.50 horas.

Tabla 32

Ficha de cuantificación del tiempo con método BIM

| | | |
|---|-------------------------------|------------------------------|
|  | UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO | |
| | PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| | TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| | BLOQUE | A |
| | ACTIVIDAD | Detalle de corte de Vigas |

| Metodología | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Método tradicional [] | Método BIM [X] |



| | |
|-------------------|--|
| Comentario | <p>Cuantificación del proceso de dibujo: Abarca la planta de cimentación, vigas de conexión, detallado del acero, su estribaje además de detallar los cimientos corridos y sobrecimientos y las especificaciones técnicas.</p> <p>Cuantificación del proceso de ensamblar: Comprende configurar la presentación de las láminas, corregir o afinar algún detalle requerido para la presentación de la lámina.</p> <p>Cuantificación del proceso de revisar y corregir: Abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias</p> |
|-------------------|--|

Nota: En la tabla 32 se presenta el plano correspondiente a los cortes detallados de las vigas de los 5 pisos del hotel de 5 pisos el cual fue elaborado empleando el método BIM en el software Revit.

Tabla 33

Ficha de cuantificación del proceso de dibujar el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | Dia | |
|-------------------|---------------------------|------|
| PB-E4 | 06/09/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de Vigas | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.90 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 2.70 |

Nota: La tabla 33 abarca el dibujo de detalle de corte de las vigas del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.90 horas y el tiempo empleado por el cadista es de 2.70 horas.

Tabla 34

Ficha de cuantificación del proceso de ensamblar el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | Dia | |
|-------------------|---------------------------|------|
| PB-E4 | 06/09/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de Vigas | |
| | N° personal | 0 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.22 |

Nota: La tabla 34 comprende configurar la presentación de las láminas de detalle de vigas del 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso. Donde el tiempo empleado por el cadista es de 1.22 horas.

Tabla 35

Ficha de cuantificación del proceso de revisar y corregir el plano de la “detalle de cimiento corrido”

| Código | Día | |
|-------------------|---------------------------|------|
| PB-E4 | 06/09/2022 | |
| Actividad | Detalle de corte de Vigas | |
| | N° personal | 01 |
| Ingeniero | Tiempo (h) | 0.50 |
| | N° personal | 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) | 1.49 |

Nota: La tabla 35 abarca la parte de revisar y corregir medidas de aceros como diámetros, corrección de cortes que no corresponden para evitar interferencias. Donde el tiempo empleado por el ingeniero es de 0.50 horas y el tiempo empleado por el cadista es de 1.49 horas.

Tabla 36*Calculo del rendimiento mediante el método tradicional*

| (Método tradicional) | | | | | | |
|----------------------|-----------|---------|--------------|------------------|----------------------------|-------|
| Cod | Ingeniero | Cadista | Área techada | Rendimiento Ing. | Rendimiento Cadista(hh/m2) | Total |
| PT-E1 | 0.820 | 2.460 | | 0.006 | 0.017 | 0.023 |
| PT-E1 | 0.000 | 1.100 | 148.230 | 0.000 | 0.007 | 0.007 |
| PT-E1 | 0.450 | 1.350 | | 0.003 | 0.009 | 0.012 |
| PT-E2 | 0.360 | 1.080 | | 0.002 | 0.007 | 0.010 |
| PT-E2 | 0.000 | 0.490 | 148.230 | 0.000 | 0.003 | 0.003 |
| PT-E2 | 0.200 | 0.600 | | 0.001 | 0.004 | 0.005 |
| PT-E3 | 1.110 | 3.320 | | 0.007 | 0.022 | 0.029 |
| PT-E3 | 0.000 | 1.490 | 152.280 | 0.000 | 0.010 | 0.010 |
| PT-E3 | 0.610 | 1.830 | | 0.004 | 0.012 | 0.016 |
| PT-E4 | 1.040 | 3.130 | | 0.007 | 0.021 | 0.028 |
| PT-E4 | 0.000 | 1.410 | 152.280 | 0.000 | 0.009 | 0.009 |
| PT-E4 | 0.570 | 1.720 | | 0.004 | 0.011 | 0.015 |

Nota: La tabla 36 presenta el cálculo total de los rendimientos donde la actividad que posee un rendimiento más alto es el dibujo de losa aligerada 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso (PT-E3) de 0.029 h/m² y la actividad que posee el rendimiento más bajo es detalle de corte de cimientos corridos, VC y es de 0.003 (PT-E2).

Tabla 37*Calculo del rendimiento mediante el método BIM*

| (Método BIM) | | | | | | |
|--------------|-----------|---------|--------------|------------------|---------------------|-------|
| Cod | Ingeniero | Cadista | Área techada | Rendimiento Ing. | Rendimiento Cadista | Total |
| PB-E1 | 0.800 | 2.400 | | 0.005 | 0.016 | 0.022 |
| PB-E1 | 0.000 | 1.080 | 148.230 | 0.000 | 0.007 | 0.007 |
| PB-E1 | 0.440 | 1.320 | | 0.003 | 0.009 | 0.012 |
| PB-E1 | 0.350 | 1.060 | | 0.002 | 0.007 | 0.010 |
| PB-E2 | 0.000 | 0.470 | 148.230 | 0.000 | 0.003 | 0.003 |
| PB-E2 | 0.190 | 0.580 | | 0.001 | 0.004 | 0.005 |
| PB-E3 | 0.910 | 2.730 | | 0.006 | 0.018 | 0.024 |
| PB-E3 | 0.000 | 1.230 | 152.280 | 0.000 | 0.008 | 0.008 |
| PB-E3 | 0.500 | 1.500 | | 0.003 | 0.010 | 0.013 |
| PB-E4 | 0.900 | 2.700 | | 0.006 | 0.018 | 0.024 |
| PB-E4 | 0.000 | 1.220 | 152.280 | 0.000 | 0.008 | 0.008 |
| PB-E4 | 0.500 | 1.490 | | 0.003 | 0.010 | 0.013 |

Nota: La tabla 37 presenta el cálculo total de los rendimientos donde la actividad que posee un rendimiento más alto es el dibujo losa aligerada 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso (PB-E3) y dibujo de detalle de corte de Vigas y es de 0.024 h/m² y la actividad que posee el rendimiento más bajo es detalle de corte de cimientos corridos, VC y es de 0.003 (PB-E2).

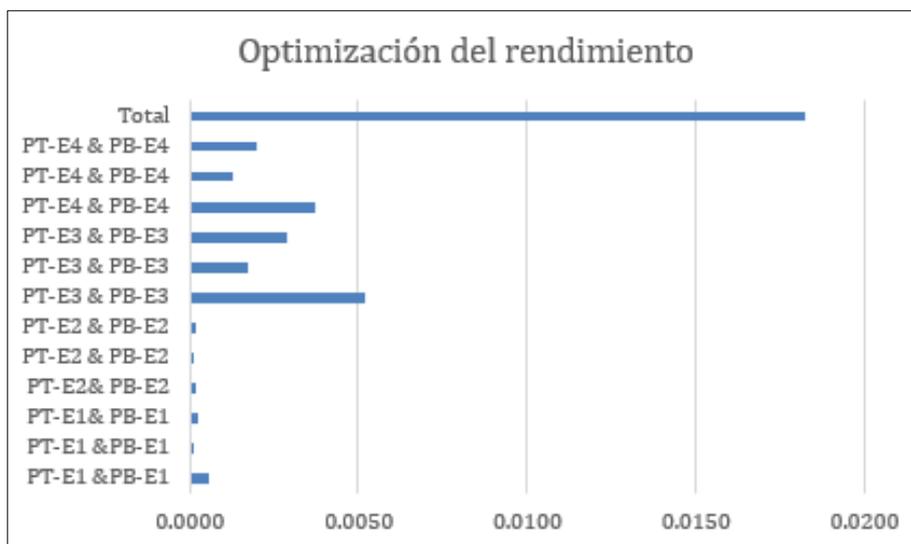
Tabla 38*Optimización del rendimiento*

| Cod | (Método tradicional) | | (Método BIM) | | Optimización | |
|-------|----------------------|-------|-------------------|-------------|--------------|--|
| | Rendimiento Total | Cod | Rendimiento Total | Rendimiento | Horas | |
| PT-E1 | 0.023 | PB-E1 | 0.022 | 0.001 | 0.08 | |
| PT-E1 | 0.007 | PB-E1 | 0.007 | 0.000 | 0.02 | |
| PT-E1 | 0.012 | PB-E1 | 0.012 | 0.000 | 0.04 | |
| PT-E2 | 0.010 | PB-E2 | 0.010 | 0.000 | 0.03 | |
| PT-E2 | 0.003 | PB-E2 | 0.003 | 0.000 | 0.02 | |
| PT-E2 | 0.005 | PB-E2 | 0.005 | 0.000 | 0.03 | |
| PT-E3 | 0.029 | PB-E3 | 0.024 | 0.005 | 0.79 | |
| PT-E3 | 0.010 | PB-E3 | 0.008 | 0.002 | 0.26 | |
| PT-E3 | 0.016 | PB-E3 | 0.013 | 0.003 | 0.44 | |
| PT-E4 | 0.028 | PB-E4 | 0.024 | 0.004 | 0.57 | |
| PT-E4 | 0.009 | PB-E4 | 0.008 | 0.001 | 0.19 | |
| PT-E4 | 0.015 | PB-E4 | 0.013 | 0.002 | 0.3 | |
| | | | Total | 0.018 | 2.77 | |

Nota: La tabla 38 presenta el cálculo de los rendimientos optimizados, comparando el rendimiento al diseñar el hotel empleando el método tradicional versus el método BIM se aprecia una optimización del rendimiento total de 0.018 y de 2.77 horas.

Figura 9

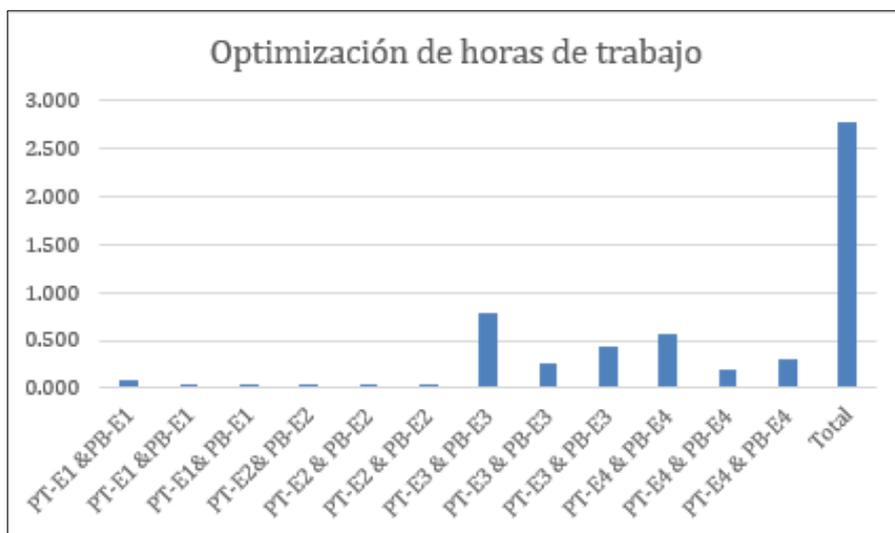
Detalle de la optimización de los rendimientos empleando Método Tradicional vs Método BIM



Nota: En la figura 9 se presenta mediante grafico de barras la optimización de los rendimientos al diseñar por el método tradicional y ello se compara con el método BIM, tal como se aprecia en la figura 9 se optimiza los rendimientos hasta en 0.018 h/m². Es por ello que podemos afirmar que la implementación de la metodología permite optimizar el diseño de los planos estructurales del hotel de 5 pisos en Pillco Marca.

Figura 10

Detalle de la optimización de las horas empleando el Método Tradicional vs Método BIM



Nota: En la figura 10 se presenta mediante grafico de barras la optimización de las horas al diseñar por el método tradicional y ello se compara con el método BIM, tal como se aprecia en la figura 10 se optimiza los tiempos hasta en 2.77 horas. Es por ello que podemos afirmar que la implementación de la metodología permite optimizar el diseño de los planos estructurales del hotel de 5 pisos en Pillco Marca.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPOTÉSIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

H1: La aplicación de la metodología BIM optimiza el rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales de un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.

El cálculo de los rendimientos optimizados, comparando el rendimiento al diseñar el hotel empleando el método tradicional versus el método BIM se aprecia una optimización del rendimiento total de 0.018 y de 2.77 horas, tal como se detalla en la tabla 38.

Mediante gráfico de barras la optimización de los rendimientos al diseñar por el método tradicional y se procede a comparar con el método BIM, tal como se aprecia en la figura 9, donde se logra optimizar los rendimientos hasta en 0.018 h/m². Es por ello que podemos afirmar que la implementación de la metodología permite optimizar el rendimiento de los diseños de los planos estructurales del hotel de 5 pisos en Pillco Marca.

Mediante grafico de barras la optimización de las horas al diseñar por el método tradicional se procede a comparar con el método BIM, tal como se aprecia en la figura 10, donde se logra optimizar los tiempos hasta en 2.77 horas. Es por ello que podemos afirmar que la implementación de la metodología permite optimizar el tiempo de los diseños de los planos estructurales del hotel de 5 pisos en Pillco Marca.

La aplicación de la metodología BIM referido a la optimización del rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales de un hotel del distrito de Pillco Marca tienes varios puntos a favor tal como se detalla en la tabla 38, en las figuras 9 y figura 10. Esto se da debido a que la metodología BIM emplea un software que consiste en graficar tridimensionalmente la edificación y dentro del mismo software se generan cortes y vistas en planta casi de forma automática. Ello permite reducir el tiempo de horas de trabajo y de manera simultánea mejora el rendimiento de la presentación del trabajo.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La aplicación de la metodología BIM referido a la optimización del rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales de un hotel del distrito de Pillco Marca tienes varios puntos a favor tal como se detalla en la tabla 38, en las figuras 9 y figura 10. Esto se da debido a que la metodología BIM emplea un software que consiste en graficar tridimensionalmente la edificación y dentro del mismo software se generan cortes y vistas en planta casi de forma automática. Ello permite reducir el tiempo de horas de trabajo y de manera simultánea mejora el rendimiento de la presentación del trabajo.

Por otro lado, Rojas (2017) coincide con lo hallado en esta investigación, el implemento la metodología BIM en la etapa de diseño, esto debido a que en esta etapa es donde inician los eslabones del proyecto. En su investigación efectuó el diseño del proyecto lo cual permite emplear todas las cualidades de la metodología BIM generando planos y metrados, también menciona que emplear el BIM permite obtener un modelo tridimensional ideal en la etapa de construcción y optimizando tiempos.

En esta investigación se optimizó el tiempo de trabajo lo cual arrojó un total de 2.77 horas de trabajo tal como se aprecia en la figura 10. En la misma línea Rojas (2017) en su investigación de infraestructura educativa obtuvo beneficios en la optimización del tiempo de trabajo

en la generación de planos estructurales empleando métodos tradicionales se empleó 0.1040 hh/m² mientras que al emplear la metodología BIM se empleó 0.0596 hh/m². Es decir se necesitó el doble de hh/ m² empleadas usando métodos tradicionales versus a las horas empleadas al utilizar la metodología BIM.

Por su parte Aliaga (2012) comenta que en la etapa de adecuación a la metodología de trabajo BIM indica mejoras a largo plazo y declara que buscar

mejoras cercanas o tener una visión cortoplacista no es conveniente en esta etapa.

Un factor importante es emplear plantillas de planos anteriores, esto permite optimizar mucho más la productividad. Ello coincide con lo mencionado por Roberto & Ulloa (2014) ellos aconsejan e instan a emplear o generar una plantilla con información primordial para de esa manera optimizar el tiempo del proceso del modelado.

CONCLUSIONES

Aplicando la metodología BIM y el método tradicional se logró diseñar el hotel de 5 pisos, donde se diseñó los planos estructurales, se pudo mejorar el rendimiento del trabajo y ello también influyó en reducir las horas de trabajo.

El levantamiento topográfico permitió obtener las dimensiones del terreno donde se obtuvo un área total de 140, dicha área se empleó para el diseño de la cimentación y para el diseño de las losas de techo se empleó un área de 152.28 m², debido al volado.

De la etapa de predimensionamiento se determinó que la losa será de 20cm, las columnas principales serán de 25x35 y las columnas de confinamiento serán de 15x25.

Al diseñar los planos estructurales empleando el método tradicional se obtuvo un rendimiento total de 0.167, mientras que al emplear la metodología BIM para diseñar los mismos planos estructurales del hotel de Pillco marca se obtuvo un rendimiento total de 0.148, la diferencia expresada en porcentajes es de 12.28%, esto en obras de más envergadura equivale a más trabajo por ende más costo del diseño.

Cuando se diseñó planos estructurales empleando el método tradicional se requirió 25.14 horas de trabajo mancomunado del ingeniero y del cadista, mientras que al emplear la metodología BIM para diseñar los mismos planos estructurales del hotel de Pillco marca se tuvo que emplear 22.37 horas, la diferencia sería de 2.77 horas, esto se traduce en horas de trabajo lo cual repercute en el costo económico del proyecto. Debido a todo lo mencionado podemos afirmar que la aplicación de la metodología BIM permite optimizar el diseño de planos estructurales.

RECOMENDACIONES

La aplicación del método de trabajo Building Information Modeling en constructoras, empresas privadas de nuestra región apoyándose en criterios cuantitativos como son los conseguidos en la presente investigación pues será útil como información comprobada y publicada, que nos provee tomar las decisiones de aplicar la metodología de trabajo Building Information Modeling puesto que se ha comprobado la disminución de tiempos en la producción y la reducción de defectos de diseño teniendo en cuenta las limitantes del proyecto.

desarrollar, replicar y perfeccionar la investigación en el cálculo de la productividad en la producción de planos y metrados en las especialidades de arquitectura o de instalaciones MEP. Pues tomando en cuenta que se ha generado un indicador en hh/m² que tiene manejo practico para la estimación de tiempos, y así dar un feedback el banco de información utilizando la metodología de recolección y procesamiento de datos utilizadas en la investigación.

Es indispensable que se conserve los conceptos de los 3 campos pues de ello dependerá la mejora en el desarrollo de la implementación. La aplicación compromete en gestionar el campo de políticas y el campo de procesos no solo enfocarse en el campo de tecnologías

La continuidad aplicando la siguiente etapa acuerdo al nivel de maduración Building Information Modeling utilizando una adecuada gestión en el campo de tecnologías que nos de flexibilidad en su manejo. También, se recomienda la continuidad aplicando con el objetivo de conseguir todos los privilegios del Building Information Modeling como es exterminar desperdicios, reconocer conflictos entre disciplina y llevar a cabo modificación virtualmente en el modelo 3D y no en campo, además de conceder evaluar aspectos constructivos y control de las actividades de edificación inclusive la gestión después de la construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aliaga Melo, G. (2012). *Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos multidisciplinario*. Obtenido de Repositorio Académico de la Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112356>
- Ángel, Y. (2019). *Coordinación de un proyecto de edificación mediante metodologías BIM. Caso de estudio: edificio Tequendama II - Permoda*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia -RIUCaC: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/c04859e1-9bc2-4e99-a919-e8637be3cff5>
- ArquiPARADOS. (s.f.). <https://www.arquiparados.com/>. Obtenido de <https://www.arquiparados.com/>.
- Arrelos. (2010). *Wordpress*. Obtenido de Wordpress: <https://le0el.wordpress.com/2010/02/01/disenio-asistido-por-computadora-cad/>
- Associates, B. (s.f.). *BIM Associates*. Obtenido de BIM Associates: <https://www.associates.com>
- Bnamericas. (6 de setiembre de 2019). *Bnamericas*. Obtenido de Bnamericas: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/crece-uso-de-software-bim-en-sector-chileno-de-la-construccion#:~:text=El%2069%25%20de%20las%20empresas,de%20la%20Universidad%20de%20Chile.>
- Cheng, j., & QIQI LU, P. (2015). *A Review Of The Efforts And Roles Of The Public Sector*. <https://www.itcon.org/paper/2015/27>.
- Compartir. (29 de octubre de 2018). *Compartir por una sociedad mas equitativa*. Obtenido de Compartir por una sociedad mas equitativa: <https://fundacioncompartir.org/noticias/bim-forum-colombia-apuesta-por-digitalizacion-productividad-de-construccion#:~:text=BIM%20F%C3%B3rum%20Colombia%20tiene%20como,del%2016%25%20al%2030%25.>

- Domínguez, N., & Moreno, A. (2018). *“Diseño estructural sismorresistente de un edificio de siete niveles bajo la metodología bim en la provincia de Pomabamba, Ancash, 2018”*. Obtenido de Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26694>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/82354154/METODOLOGIA_SAMPIERI_2018-libre.pdf?1647698613=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTA.pdf&Expires=1680519102&Signature=YAyh14iYltKg2BsdqLnDNLKndIQ5-9EXO5Mu
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGrawHill. Obtenido de https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf
- Huaricallo, Y., & Montesinos, L. (2020). *Implementación de BIM en obras de edificaciones en la Municipalidad Provincial de Puno*. Obtenido de Repositorio Académico UPC: <http://hdl.handle.net/10757/653409>
- Institute., P. M. (s.f.). *Guia de los Fundamentos Para la Direccion de Proyectos. Project Manage Institute*. Obtenido de https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/PMBOK_Guide5th_Spanish.pdfJOFO.pdf
- Martin. (2018). *Autodesk University*. Obtenido de Autodesk University: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/BIM-and-FM-Stories-Field-Practical-Guide-Lifecycle-BIM-2012>
- Meléndez, J. (2021). *Influencia del método de gestión y optimización en los costos, tiempos y calidad de las empresas constructoras: una revisión sistemática entre 2010-2020*. Obtenido de Repositorio Institucional UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25772>
- Olomolaiye P, J., & Harris, F. (1998). *Construction Productivity Management*. Londres: Longman. Obtenido de https://openlibrary.org/books/OL21742613M/Construction_productivity

_management_Paul_O._Olomolaiye_Ananda_K.W._Jayawardane_Frank_C._Harris.

- Piña, F., & Urquiaga, M. (2020). *Propuesta de implementar la metodología BIM para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de edificación de la ciudad de Yurimaguas*. Obtenido de Repositorio Institucional de la UNSM: <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3820>
- Prado, C. (2021). *BIM - Building Information Modeling, como herramienta de mejora para el desarrollo, planificación y ejecución de proyectos de inversión pública*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Mayor de San Andrés: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/26769>
- Roberto Salinas, J., & Ulloa Román, K. (2014). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan*. Lima.
- Rojas, J. (2017). *Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Andina del Cusco: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1775>
- SMART, B. F. (20 de Agosto de 2018). *BIM FORUM BUILDING SMART*. Obtenido de BIM FORUM BUILDING SMART.
- Standars, N. B. (20 de Agosto de 2018). *National Institute Fir Building Sciences*. Obtenido de National Institute Fir Building Sciences: www.nationalbimstandard.org. 5.
- Supo, J. (2020). *Metodología de la investigación Científica*. Perú.
- Tabraj, B., & Herrera, J. (2019). *Estudio del rendimiento de la mano aplicando el BIM en las partidas de concreto armado en la obra Hospital Regional Hermilio Valdizan Nivel III-1*. Obtenido de Repositorio Institucional UNHEVAL: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4523>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Santos Pimentel, G. (2023). *Optimización del rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TIEMPO EN EL DISEÑO DE PLANOS ESTRUCTURALES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM EN UN HOTEL DE 5 PISOS DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2022

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLE | METODOLOGÍA |
|---|--|--|--|--|
| <p>Problema General: ¿Cómo optimizar el rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022?</p> <p>Problema Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Qué dimensiones topográficas tiene el terreno del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca,2022? ¿Qué dimensiones tienen los elementos estructurales del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca,2022? ¿Cuál es el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando el método tradicional en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022? ¿Cuál es el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022? | <p>Objetivo General: Realizar la optimización del rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Realizar el levantamiento topográfico del terreno del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022. Realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales del hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022. Calcular el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando el método tradicional de un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022. Calcular el rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales aplicando la metodología BIM en un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022. | <p>Hipótesis General: La aplicación de la metodología BIM optimiza el rendimiento del tiempo en el diseño de planos estructurales de un hotel de 5 pisos del distrito de Pillco Marca ,2022</p> | <p>Variable independiente Aplicación de la Metodología BIM.</p> <p>Variable dependiente Optimización del rendimiento del tiempo al diseñar planos estructurales.</p> | <p>Tipo de investigación: tipo aplicada</p> <p>Nivel de investigación: descriptivo</p> <p>Diseño de Investigación: diseño no-experimental</p> <p>Población: La población está conformada por los hoteles de la ciudad de Pillco Marca</p> <p>Muestra: Un Hotel de 5 pisos</p> <p>Técnica: técnica de Observación</p> <p>Instrumento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ficha para predimensionamiento. Fichas de rendimiento del tiempo <p>Técnica de procesamiento de datos: El procesamiento de la información se hará a través de softwares como el AutoCAD y softwares que empleen la metodología BIM como el Revit, en estos se modelarán los planos estructurales para posteriormente medir mediante plantillas la optimización del tiempo.</p> |

ANEXO 2: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| Estación | Puntos | Este | Norte |
|----------|--------|------|-------|
| A1 | P1 | E1 | N1 |
| A2 | P2 | E2 | N2 |
| A3 | P3 | E3 | N3 |
| A4 | P4 | E4 | N4 |
| A5 | P5 | E5 | N5 |
| An | Pn | En | Nn |



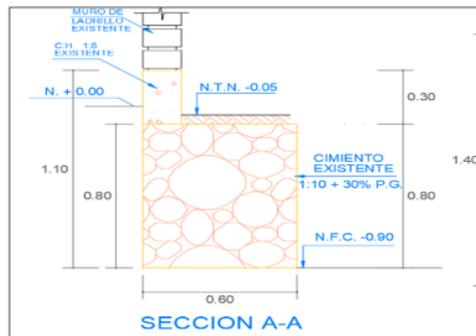
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

| | |
|-----------|------------------------------|
| PROYECTO: | Hotel de 5 pisos |
| TESISTA: | Bach. Gleydi Santos Pimentel |
| BLOQUE | A |
| ACTIVIDAD | aa |

Metodología

Método tradicional

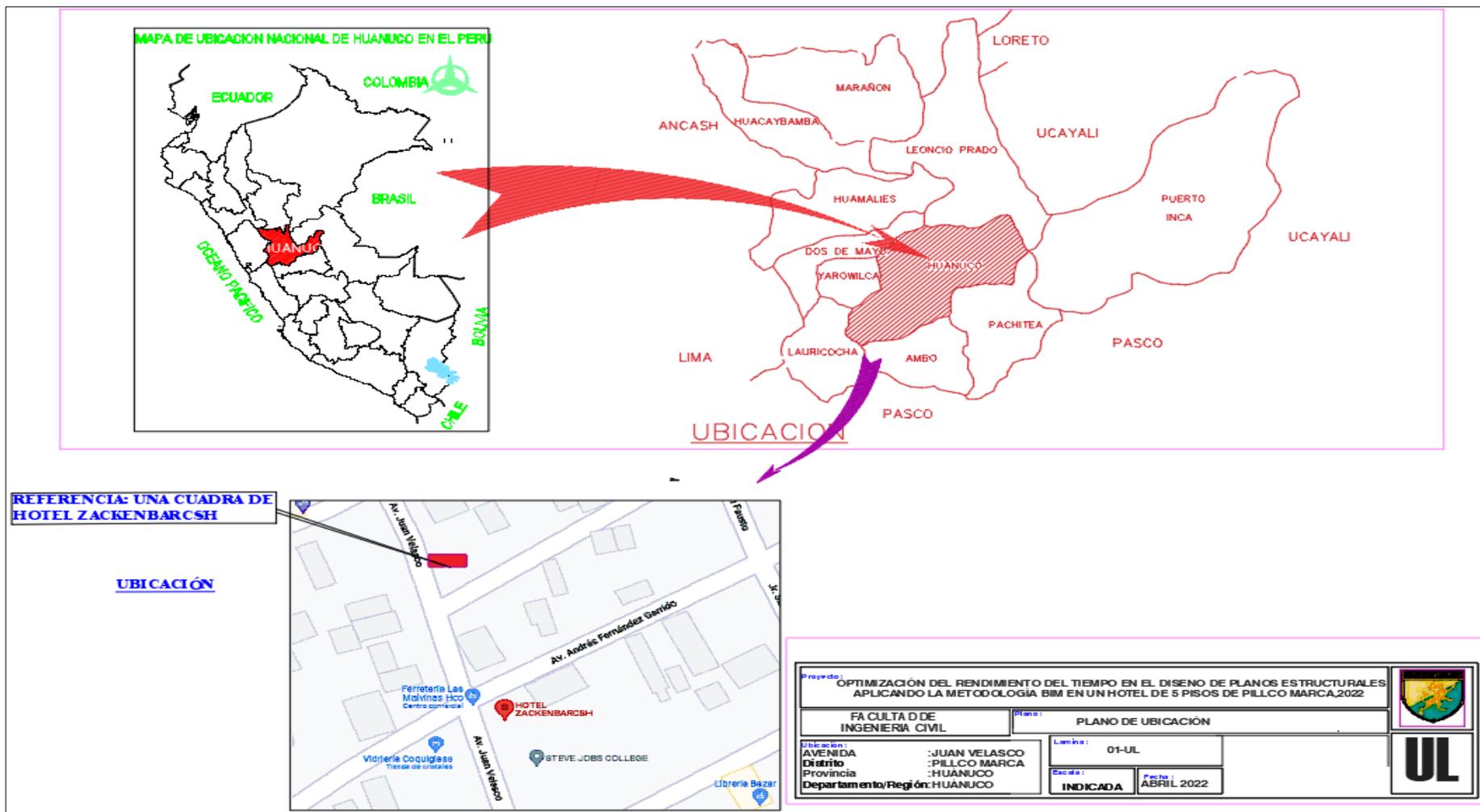
Método BIM



Comentario Ejemplo de plano de cimentación

| Código | Dia |
|-------------------|--|
| PT-E3 | 28/08/2022 |
| Actividad | Plano de losa aligerada del 1,2,3,4 y 5 piso |
| Ingeniero | Nº personal 01 |
| | Tiempo (h) 1.11 |
| | Nº personal 01 |
| Cadista/Modelador | Tiempo (h) 3.32 |

ANEXO 3: PLANO DE UBICACIÓN



| | | |
|---|----------------------------------|--|
| Proyecto: OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TIEMPO EN EL DISEÑO DE PLANOS ESTRUCTURALES APLICANDO LA METODOLOGIA BIM EN UN HOTEL DE 5 PISOS DE PILLCO MARCA, 2022 | | |
| FA CULTA D DE INGENIERIA CIVIL | Plano: PLANO DE UBICACIÓN | |
| Dirección: AVENIDA : JUAN VELASCO | Lugar: 01-UL | |
| Distrito: : PILLCO MARCA | Escala: | |
| Provincia: : HUANUCO Departamento/Región: HUANUCO | Fecha: ABRIL 2022 | |

ANEXO 4: REFERENCIA DE ESTUDIO DE SUELOS



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



CONTENIDO

- 1. GENERALIDADES**
 - 1.1 Objetivo del Estudio
 - 1.2 Características Estructurales de la Obra a Cimentar
 - 1.3 Ubicación y Descripción del Área en Estudio
 - 1.4 Acceso al Área en Estudio
 - 1.5 Condición Climática y Altitud de la Zona
- 2. GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD**
 - 2.1 Geomorfología
 - 2.2 Geología
 - 2.2.1 Litoestratigrafía
 - 2.3 Geodinámica Externa
 - 2.4 Geodinámica Interna
 - 2.5 Sismicidad
- 3. INVESTIGACIONES EN CAMPO**
 - 3.1 Metodología
 - 3.2 Registro de Calicatas
 - 3.3 Muestreo de Suelos
- 4. ENSAYOS DE LABORATORIO**
 - 4.1 Ensayos Estándar
 - 4.2 Trabajos en Laboratorio
 - 4.2.1 Secado
 - 4.2.2 Identificación
 - 4.2.3 Granulometría
 - 4.2.4 Clasificación de Suelos
 - 4.2.5 Contenido de Humedad
 - 4.2.6 Límites de Atterberg (LL, LP, IP)
- 5. PERFILES ESTADÍSTICOS**
- 6. ANÁLISIS DE LA CIMENTACION**
 - 6.1 Tipo de Cimentación.
 - 6.2 Profundidad de la Cimentación.
 - 6.3 Capacidad de Carga Admisible
 - 6.3.1 Cálculo de la Capacidad Portante Admisible C-01
 - 6.3.2 Cálculo de la Capacidad Portante Admisible C-02
 - 6.4 Cálculo de Asentamientos Totales

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- 6.4.1 Cálculo de Asentamientos Totales C-01
- 6.4.2 Cálculo de Asentamientos Totales C-02
- 7. CÁLCULO DE COEFICIENTE DE BALASTO**
- 8. AGRESIÓN QUÍMICA DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN**
- 9. AGUA EN EL SUELO**
 - 9.1 Introducción
 - 9.2 Reconocimiento de Aguas Freáticas
- 10. PARÁMETROS DE EMPUJE LATERAL DE TIERRAS**
- 11. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE CALZADURAS O MURO DE ANCLADO**
- 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- RESUMEN DE VALORES Y PARÁMETROS**
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
- ANEXOS**
 - I. ENSAYOS DE LABORATORIOS ORIGINALES
 - II. PERFIL ESTRATIGRÁFICO
 - III. PANEL FOTOGRÁFICO

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



TABLA N° 01. TIPO DE EDIFICACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN

| DESCRIPCIÓN | DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m) * | N° DE PISOS (INCLUIDO SÓTANOS) | | | |
|--|------------------------------------|--------------------------------|-------|-----------------|------|
| | | <= 3 | 4 a 8 | 9 a 12 | > 12 |
| APORTICADA DE ACERO | <12 | III | III | III | II |
| PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO | <10 | III | III | II | I |
| MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA | <12 | II | I | - | - |
| BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES | Cualquiera | I | - | - | - |
| ESTRUCTURAS ESPECIALES | Cualquiera | I | I | I | I |
| OTRAS ESTRUCTURAS | Cualquiera | II | I | I | I |
| *Cuando la distancia sobrepasa lo indicado, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior. | | | | | |
| TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES | | ≤ 9 m de altura | | > 9 m de altura | |
| | | II | | I | |
| PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA | | III | | | |
| INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS | | IV | | | |

Fuente: Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones

De acuerdo a la Tabla N° 01, por el tipo de estructura, la edificación califica en la categoría III.

TABLA N° 02. NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN

| Tipo de edificación u obra (Tabla N° 01) | Número de puntos de investigación (n) |
|--|--|
| I | Uno por cada 225 m ² de área techada |
| II | Uno por cada 450 m ² de área techada |
| III | Uno por cada 900 m ² de área techada |
| IV | Uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas |
| Urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos | 3 por cada hectárea de terreno por habilitar |

Fuente: Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones.

Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, **n** se determinará en función del área techada en planta del primer piso de esta; cuando no se conozca dicho emplazamiento, **n** se determinará en función del área total del terreno.

De acuerdo a la Tabla N° 02, sabiendo que la estructura se encuentra dentro de una clasificación "III" y teniendo en cuenta el área de influencia del muro de contención (1,528.8 m²), se realizó **dos (02)** calcatas o puntos de exploración, con lo cual se cubre el requerimiento mínimo de número de calcatas.

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a las categorías indicadas en la Tabla N° 03. El factor de uso o importancia (U) se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar U = 1.

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Jr. Tarma 96298
LABORTEC
Elio Augusto Saavedra C.
ING. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE CONCRETO Y ASFALTO

LABORTEC
Ing. Rider Cajaron Jaramillo
CIP N° 169967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



TABLA N° 03. CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO

| CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN | FACTOR U |
|-----------------------------------|---|------------|
| A Edificaciones Esenciales | A1: Establecimientos de sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud. | VER NOTA 1 |
| | A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado. | 1.5 |
| B Edificaciones Importantes | Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento. | 1.3 |
| C Edificaciones Comunes | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1.0 |
| IV Edificaciones Temporales | Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares. | VER NOTA 2 |

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1.5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente

De acuerdo a lo señalado en la Tabla N° 03, la edificación califica como Tipo A, con un factor de uso U = 1.5, clasificada como Edificaciones Esenciales.

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:

Jr. Tarma 96298
Elio Augusto Saavedra C.
LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO
labortec_eid@boltonet.com

LABORTEC
Ing. Rider Cajalón Jaramilla
CIP N° 169667

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).

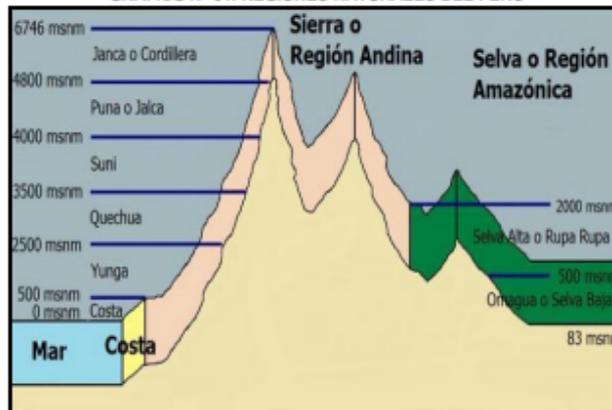


LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



GRÁFICO N° 01. REGIONES NATURALES DEL PERÚ



2. GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD

2.1 Geomorfología

La Geomorfología peruana, es el estudio de los relieves que tiene el Perú a lo largo y ancho de su territorio. Geomorfológicamente la forma estructural del área en estudio presenta una topografía plana y moderadamente accidentada.

• Geomorfología Andina:

La sierra, conformada por las altitudes del macizo andino es un conjunto de elevaciones que corren alineadas en cadenas paralelas: tres en el norte, tres en el centro, dos en el sur.

Los Andes del norte confluyen con los del centro en el Nudo de Pasco y los de centro confluyen con los del sur en el Nudo de Vilcanota.

La región andina del Perú se divide en tres sectores:

Los Andes del norte: son más bajos y húmedos que el promedio. Ello ha permitido que parte de la humedad y vegetación de la selva norte pueda trasladarse a la costa. Además en los Andes del norte podemos encontrar el punto más bajo de toda la Cordillera Andina: la Abra de Porculla que con 2145 metros permite pasar al otro lado de la vertiente.

Los Andes del centro: son los más altos y empinados y ello hace del centro un lugar de difícil acceso sólo impulsado por la dinámica que la ciudad de Lima genera.

Los Andes del sur: son de mayor espesor que los Andes del norte y del centro. En este paisaje se instalan los pueblos de mayor acervo y tradición de nuestro país. Si hacemos un

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR.

Jr. Tarma 9629
LABORTEC
ING. Elio Augusto Saavedra C.
ING. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

LABORTEC
ING. Rider Cajalón Jaramilla
CIP 14169887

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



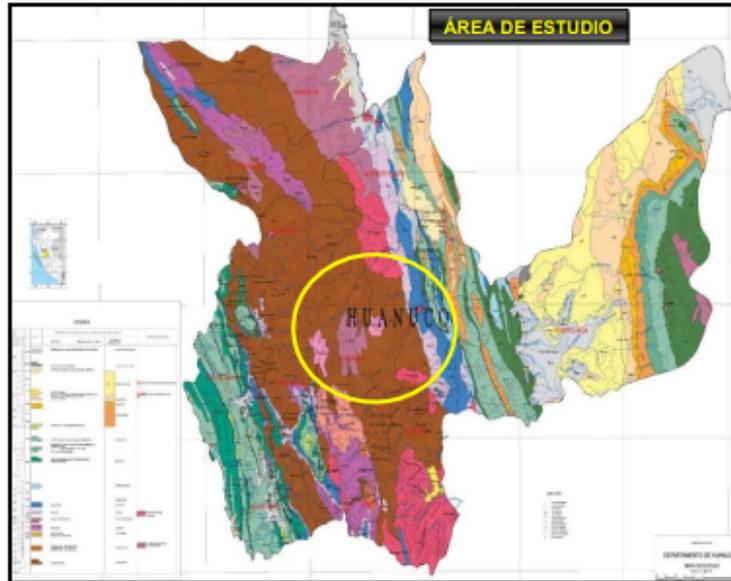
LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



sierra central del Perú, donde se ubica el proyecto. Los estratos están claramente divididos y se debe a la desintegración, meteorización del Neoproterozoico del Complejo Marañón que se encontraba hace muchos millones de años geológicos en áreas cercanas. Así mismo, la erosión, los deslizamientos producidos por drenaje y acumulación de agua dando el desplazamiento de estas sobre grandes extensiones de la zona, dándole la configuración actual de su relieve.

MAPA N° 04. Geología del Cuadrángulo del departamento de Huánuco – INGEMMET



2.2.1 Litoestratigrafía

La zona en estudio se encuentra comprendida en el Cuadrángulo de Huánuco (20-k) y presenta las siguientes unidades litoestratigráficas:

Cuadro N° 02. LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO – INGEMMET

| SÍMBOLOS | UNIDADES SEDIMENTARIAS VOLCÁNICAS METAMÓRFICAS |
|----------|--|
| | GEOMORFOLOGÍA AMAZÓNICA |
| Pe-cm | COMPLEJO MARAÑÓN – ESQUISTOS |
| Qr-al | DEPÓSITOS ALUVIALES |

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:

Jr. Tarma 96298
LABORTEC
Ing. Augusto Saavedra C.
RUC: 20509034200
Labortec_eiri@hotmail.com

LABORTEC
Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 109967

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



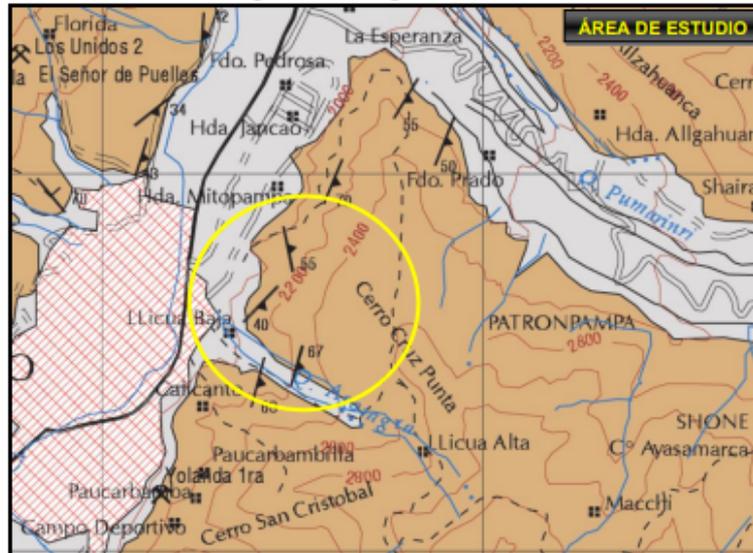
LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ambas márgenes de los valles y quebradas anexas. Estas acumulaciones son reconocidas en el río Huallaga y en el río Higuera, ambos situados en el centro sur del área en estudio.

MAPA N° 05. Geología del Cuadrángulo 20-k – Huánuco – INGEMMET



2.3 Geodinámica Externa

Los riesgos geológicos como deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas, erosión de laderas, están relacionados a las fuertes pendientes, abundantes precipitaciones, mal uso de las tierras de cultivo y a la ocurrencia de sismos.

En la zona de estudio **NO** se observan:

- **Erosión de laderas.**- Se entiende por erosión de laderas todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de los materiales de superficie (suelo o roca). Ello se produce por el continuo ataque de agentes erosivos tales como: agua de lluvias, escurrimiento superficial, vientos, etc., que tienden a degradar la superficie natural del terreno. El terreno es producto del proceso de intemperización de estas montañas rocosas y al corte realizado en el área en estudio existente. Durante la etapa de exploración, **NO** se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Deslizamientos.**- Es la ruptura o desplazamiento pendiente abajo y hacia fuera, de pequeñas a grandes masas de suelo, rocas o combinaciones de estos en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla a lo

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR.



Jr. Tarma
96298
062-2
Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto
LABORTEC
Elio Augusto Saavedra C.



Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 169967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MAPA N° 06. ZONIFICACIÓN SÍSMICA



Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente

Cuadro N° 03. PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

| FACTORES DE ZONA | |
|------------------|------|
| ZONA | Z |
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.10 |

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

a) Perfil Tipo S₀: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte V_s , mayor que 1500 m/s. Las mediciones corresponden al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de V_s .

b) Perfil Tipo S₁: Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

Dirección: Jr. Tarma 1000
Celular: 962988888
Teléfono: 062-2000000
E-mail: Labortec_etri@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.



Elvira Saavedra C.
ING. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajitón Jaramallo
CIP N° 169967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- b.1) Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada que mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- b.2) Arena muy densa o grava arenosa densa, con N_{60} mayor que 50.
- b.3) Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada S_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

c) Perfil Tipo S₂: Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte V_s entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT N_{60} , entre 15 y 50.
- c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada S_u entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d) Perfil Tipo S₃: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte V_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- d.1) Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT N_{60} menor que 15.
- d.2) Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada S_u entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- d.3) Cualquier perfil que no corresponda al tipo S₄ y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P_t mayor que 20, contenido de humedad w ; mayor que 40 %, resistencia al corte en condición no drenada S_u menor que 25 kPa.

e) Perfil Tipo S₄: Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo es necesario considerar un perfil tipo S₄ cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

La siguiente tabla resume los valores típicos para los distintos tipos de suelos:

Dirección: Jr. T...
Celular: 96298...
Teléfono: 062-2...
E-mail: Labortec_eiri@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.


Elio Augusto Saavedra C.
REG. ABOGADOS SAJES N.º 01 DEL CONAJO N.º 14814/19


Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N.º 169967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



| Perfil | V _s | N ₆₀ | S _u |
|--------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| S0 | >1500 m/s | - | - |
| S1 | 500 m/s a 1500 m/s | >50 | >100 kPa |
| S2 | 180 m/s a 500 m/s | 15 a 50 | 50 kPa a 100 kPa |
| S3 | <180 m/s | <15 | 25 kPa a 50 kPa |
| S4 | Clasificación basada en el EMS | | |

El factor de suelo depende de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. Teniendo en cuenta el terreno, clasificaremos a los suelos como tipo 2 (S₂) - suelos intermedios, correspondiéndole un valor de S₂ = 1,20.

CUADRO N° 04. FACTOR DE SUELO "S"

| ZONA | SUELO | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

El factor de uso depende de la categoría de la edificación, la cual para nuestro caso se le califica como categoría A2 (Edificaciones Esenciales), correspondiéndole un valor de U = 1,5.

De acuerdo a las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente, La fuerza sísmica horizontal (V) que debe utilizarse para el diseño de una estructura debe calcularse con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * U * S * C}{R} * P$$

Dónde:

- Z = Factor de zona
- U = Factor de uso
- S = Factor de suelo
- C = Coeficiente sísmico
- P = Peso de la edificación
- R = Coeficiente de reducción

El coeficiente sísmico se debe calcular en función del período de vibración fundamental de la estructura (T) y del período predominante de vibración del perfil del suelo TL(s) = 2.0 y TP(s) = 0.6 segundos.

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Jr. Tarma 96290100
LABORTEC
Labortec_eiri@hotmail.com
ING. AUGUSTO SAavedra C.
REG. LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORTEC
ING. RIDER CAJALÓN JARAMILLO
CIP N° 169967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



| Perfil | V _s | N ₆₀ | S _u |
|--------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| S0 | >1500 m/s | - | - |
| S1 | 500 m/s a 1500 m/s | >50 | >100 kPa |
| S2 | 180 m/s a 500 m/s | 15 a 50 | 50 kPa a 100 kPa |
| S3 | <180 m/s | <15 | 25 kPa a 50 kPa |
| S4 | Clasificación basada en el EMS | | |

El factor de suelo depende de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. Teniendo en cuenta el terreno, clasificaremos a los suelos como tipo 2 (S₂) - suelos intermedios, correspondiéndole un valor de S₂ = 1,20.

CUADRO N° 04. FACTOR DE SUELO "S"

| ZONA | SUELO | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

El factor de uso depende de la categoría de la edificación, la cual para nuestro caso se le califica como categoría A2 (Edificaciones Esenciales), correspondiéndole un valor de U = 1,5.

De acuerdo a las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente, La fuerza sísmica horizontal (V) que debe utilizarse para el diseño de una estructura debe calcularse con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * U * S * C}{R} * P$$

Dónde:

- Z = Factor de zona
- U = Factor de uso
- S = Factor de suelo
- C = Coeficiente sísmico
- P = Peso de la edificación
- R = Coeficiente de reducción

El coeficiente sísmico se debe calcular en función del período de vibración fundamental de la estructura (T) y del período predominante de vibración del perfil del suelo TL(s) = 2.0 y TP(s) = 0.6 segundos.

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:

Elio Augusto Saavedra C.
ING. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
LABORTEC
labortec_eiri@hotmail.com

Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 169967
LABORTEC

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



muestras deben guardarse en bolsas impermeables y de resistencia adecuada. Cada bolsa debe identificarse clara e indeleblemente. Las muestras en bolsas se toman con pala, barreta o cualquier otra herramienta de mano conveniente y se colocan en bolsas sin tratar de mantener al suelo en forma inalterada.

c) Muestra Inalteradas

Este tipo de muestra se recorta de las paredes de los pozos y compromete estratos bien definidos. Después de cortadas deben revestirse con una capa de parafina sólida aplicada con brocha. Es conveniente agregar alrededor de un 30% de cera virgen a la parafina sólida con el fin de que la capa protectora sea menos rígida.

Si la consistencia de la muestra es relativamente blanda, debe rodearse de grasa y recubrir una vez más con parafina sólida y cera. Una vez dado el tratamiento anterior, debe colocarse en cajas de madera con aserrín u otro producto que actúe como amortiguador de golpes. Las muestras sin perturbar deberán tomarse apenas excavadas las calicatas, en especial cuando se trate de suelos cuya estructura se ve afectada por los cambios de humedad.

En todo caso, al tomar una muestra no perturbada, debe elegirse la pared de la calicata menos expuesta al sol y debe excavar el espesor superficial que haya sido afectado por los cambios de humedad. No deben escatimarse esfuerzos en el embalaje adecuado de las muestras, ya que el grado de perturbación que se le ocasione a una muestra no perturbada es irrecuperable y lleva a resultados erróneos.

En las calicatas, es posible realizar ensayos en sitio tales como las pruebas de carga con placas, CBR, permeabilidades, medidas de densidad, etc. Las pruebas de carga pueden realizarse contra el fondo de la perforación o las paredes de la misma. Cada vez que sea necesario realizar un ensayo en sitio en una calicata, la excavación deberá realizarse considerando este hecho, dado que este tipo de prueba obliga a tomar medidas especiales que determinan la forma de excavación.

Salvo situaciones que exijan determinación de resistencia o consolidación, las muestras necesarias para diseño de superestructura de obras proyectadas. Dentro de los trabajos exploratorios se realiza una prospección visual manual, para obtener algunos parámetros en campo como son:

- **Tamaño:** Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 80 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado independientemente del material inferior a 80 mm. La fracción gruesa comprende los

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:

Jr. T...
96296...
062-2...
LABORTEC
Labortec_eiri@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.



Elio Augusto Saavedra C.
REG. LABORATORIOS TÉCNICOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajirón Jaramillo
CIP N° 169967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



tamaños de gravas y arenas, y la fracción fina los limos y arcillas. En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los siguientes adjetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; indicios: 0-10%, poco: 10-20%, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%.

- **Olor:** Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.
- **Color:** Se debe indicar el color predominante.
- **Humedad:** En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener un óptimo de compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.
- **Estructura:** Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.
- **Cementación:** Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.
- **Densificación:** La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera. La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas de acuerdo con el criterio indicado. Los valores de resistencia al corte están basados en correlaciones con penetrometro de bolsillo usado frecuentemente para estimar la consistencia.
- **Clasificación:** Se debe indicar además la clasificación probable. Pueden usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas.
- **Nombre local:** El uso de nombres típicos tales como caliche, maicillo, pumicita, canchagua, etc., además de su designación según el sistema de clasificación de suelo, ayuda a identificar sus condiciones naturales.

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR.



Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Todos los trabajos de campo fueron realizados, por el personal calificado del laboratorio de suelo **LABORTEC E.I.R.L.**, a cargo del Técnico **ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA** y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta. Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos de sondaje.

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio Técnico especializado en Suelos, Concreto y Asfalto, para la realización de los ensayos estándar, para determinar el Angulo de fricción interna de los suelos y la cohesión del mismo, para el cálculo de la capacidad portante.

4.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

CUADRO N° 06

| | |
|--|----------------------|
| - Análisis Granulométrico por tamizado | (NTP 339.128) |
| - Limite Líquido | (NTP 339.129) |
| - Limite Plástico | (NTP 339.129) |
| - Contenido de Humedad | (NTP339.127) |
| - Peso volumétrico | (NTP 339.139:1999) |
| - Densidad Natural | (Norma ASTM D1556)4. |
| - Clasificación SUCS. | (NTP 339.134)4. |
| - Ensayo de corte directo | (NTP 339.171:2002) |
| - Sales solubles en los suelos | (NTP 339.152:2002) |

4.2 TRABAJOS EN LABORATORIO

Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo, las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas, según el objetivo que se persiga con ellas. Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo, las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas, según el objetivo que se persiga con ellas.

4.2.1 Secado

Las muestras que se piensan almacenar durante algún tiempo antes de concluirlos análisis se deben secar previamente para evitar cambios químicos que se puedan producir al almacenarlas húmedas durante mucho tiempo. Debido a las rápidas variaciones que se producen en las condiciones químicas del suelo durante la desecación, algunos análisis se

Dirección:
Cetular:
Teléfono:
E-mail:

Jr. Tarma
96298700
062-24
Labortec_eir@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.



Elío Augusto Saavedra C.
REG. LABORATORIOS NACIONALES DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 169867

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



recomiendan hacerlos usando muestras húmedas poco después de haber sido tomadas en el campo. Los valores que pueden sufrir cambios durante el desecado son los que corresponden a pH. Muchas determinaciones no se afectan significativamente al ser secadas al aire con el fin de almacenarlos. Para el secado, las muestras se extienden en una superficie plana sobre bandejas o papel limpio, en un local bien ventilado. Se debe evitar el secado brusco utilizando altas temperaturas.

4.2.2 Identificación

Una vez homogenizadas las muestras se envasan adecuadamente en bolsas de plástico o papel, selladas adecuadamente y se identifican con toda la información necesaria para ser procesado en los ensayos básicos de clasificación de suelos.

4.2.3 Granulometría

La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca. Aprenderemos a utilizarla como un instrumento en la clasificación de los materiales, ya que la descripción por tamaño tiene especial interés en la selección de materiales para rellenos de carreteras y presas, los cuales requieren materiales con graduaciones determinadas.

IMAGEN N° 07. ENSAYO GRANULOMÉTRICO



Distribución Granulométrica: Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división de este en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes; las partículas de cada fracción se caracterizan por que su tamaño se encuentra

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:

Jr. Tarma
962918
052-21
Labortec_eri@hotmail.com

LABORTEC

Elbio Augusto Saavedra C.
ING. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

LABORTEC

Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 169967

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente.

4.2.4 Clasificación de Suelos

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra.

Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos. Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,08 mm; se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz 5 mm, y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz 5 mm. A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la graduación: W, buena graduación con poco o ningún fino; P, graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla. Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 mm, se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O). Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor.

4.2.5 Contenido de Humedad

El proceso de la obtención del contenido de humedad de una muestra se hace en laboratorios, el equipo de trabajo consiste en un horno donde la temperatura pueda ser controlable. Una vez tomada la muestra del sólido en estado natural se introduce al horno. Ahí se calienta el espécimen a una temperatura de más de 100 grados Celsius, para producir la evaporación del agua y su escape a través de ventanillas.

Se debe ser cuidadoso de no sobrepasar el límite, para no correr el riesgo de que el suelo quede cremado con la alteración del cociente de la determinación del contenido de humedad. El material debe permanecer un periodo de doce horas en el horno, por esta razón se acostumbra a iniciar el calentamiento de la muestra de suelo al final del día, para que así de deshidrate durante toda la noche.

El objetivo del estudio es conocer y determinar el porcentaje de humedad de suelo. Es la proporción porcentual entre la fase líquida (agua) y la parte sólida del suelo (partículas minerales del suelo). Se muestra en la siguiente expresión:

Dirección: Jr. Tarma 1000
Celular: 96298
Teléfono: 062-3
E-mail: Labortec_eiri@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR.



Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



$$w(\%) = \frac{Ww \cdot 100}{Ws}$$

Ww = Peso del agua en la muestra

Ws = Peso del suelo seco

4.2.6 Límites de Atterberg (LL, LP, IP)

- **Determinación del límite líquido, plástico e índice plástico.** El objetivo del ensayo es determinar el límite líquido, plástico e índice plástico de una muestra de suelo. Una vez realizado el análisis granulométrico el cual nos permite estudiar el tamaño de estas partículas y medir la importancia que tendrán según la fracción de suelo que representen (gruesos, gravas, arenas, limos y arcillas). Si bien un análisis granulométrico es suficiente para gravas y arenas, cuando se trata de arcillas y limos, turbas y margas se debe completar el estudio con ensayos que definan la plasticidad del material.

Límite Líquido LL: es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado líquido. En este estado la mezcla se comporta como un fluido viscoso y fluye bajo su propio peso. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla se encuentra en estado plástico. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LL produce un cambio en el volumen del suelo.

Límite Plástico LP: es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado plástico. En este estado la mezcla se deforma a cualquier forma bajo ligera presión. Por debajo de éste contenido de humedad la mezcla está en un estado semi sólido. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LP produce un cambio en el volumen del suelo.

Índice de Plasticidad IP: Atterberg definió el índice de plasticidad para describir el rango de contenido de humedad natural sobre el cual el suelo era plástico. El índice de plasticidad IP, es por tanto numéricamente igual a la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:

$$IP = LL - LP$$

5. PERFILES ESTATIGRÁFICOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a las calicatas, luego del estudio obtenido de los récords de las excavaciones, así como los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

- El terreno estudiado no presenta una diferencia de cotas significativas (anexos perfil estratigráfico).
- Las excavaciones se realizaron de manera manual hasta encontrar terreno firme.

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:

Jr. T...
96298...
062-2...
Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.



Elio Augusto Saavedra C.
REG. LABORATORIOS SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajalón Jaramilla
CIP N° 169667

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- De acuerdo al nivel freático no existente en dichas calicatas, los estratos de las mismas varían solo en el contenido de humedad.

Calicata C-01

- De 0.00 a 0.10 m: M0 – Suelo disturbado / material orgánico.
- De 0.10 a 1.00 m: M1 – Arena limosa con grava.

| | | |
|-----------------------------|-------|--------------|
| Límite Líquido (LL) | (%) | 20 |
| Límite Plástico (LP) | (%) | 17 |
| Índice Plástico (IP) | (%) | 2 |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | SM |
| Clasificación (AASHTO) | | A-2-4 (0) |
| Color | | Marrón claro |
| Consistencia | | Compacta |
| Presencia de nivel freática | | No se halló |

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Calicata C-02

- De 0.00 a 0.10 m: M0 – Suelo disturbado / material orgánico.
- De 0.10 a 1.00 m: M1 – Arena limosa arcillosa con grava.

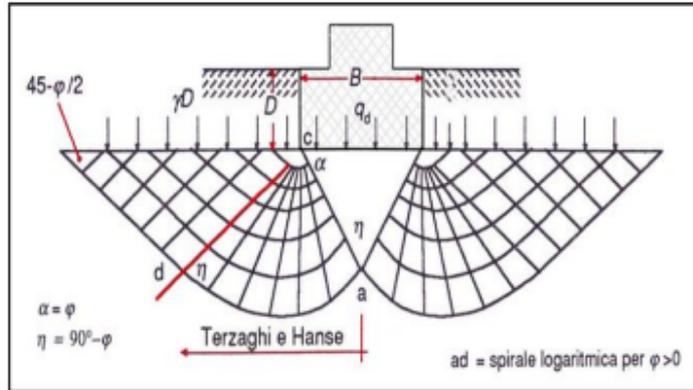
| | | |
|-----------------------------|-------|--------------|
| Límite Líquido (LL) | (%) | 17 |
| Límite Plástico (LP) | (%) | 13 |
| Índice Plástico (IP) | (%) | 4 |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | SC-SM |
| Clasificación (AASHTO) | | A-2-4 (0) |
| Color | | Marrón claro |
| Consistencia | | Compacta |
| Presencia de nivel freática | | No se halló |

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022)



se tomaron muestras alteradas e inalteradas en diferentes puntos, para determinar el ángulo de fricción y la cohesión interna de los suelos donde se edificarán dichas estructuras.

Figura N° 01



- D_f = Profundidad de desplante
- γ_m = Peso específico volumétrico del suelo (cada estrato)
- B = Ancho de cimentación
- N_c, N_q, N_y = Factores de capacidad de carga que depende de la fricción (ϕ).
- $F.S.$ = Factor de seguridad

6.1 TIPO DE CIMENTACIÓN.

En estas estructuras se va emplear un sistema estructural tradicional, que transmite sus cargas al terreno mediante una **losa o platea de cimentación**.

El concepto estructural de la platea de cimentación consiste en que, si tomamos el centro de la losa como punto de giro, los momentos hacia la derecha son iguales a los de la izquierda, de esta manera se consigue que las presiones hacia el terreno sean constantes.

6.2 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN.

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos y las condiciones de ausencia nivel freático y las características de las estructuras, se recomienda cimentar a una profundidad:

$D_f = 1.00 \text{ m}$ Con respecto al nivel superficial (0.00 m)

Dirección: Jr. Tarma 98298
Celular: 082-2800000
Teléfono: 082-2800000
E-mail: Labortec_eri@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

LABORTEC
ING. AUGUSTO SAavedra C.
R.C. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

LABORTEC
ING. RIDER CAJALBON Jaramillo
CIP N° 169967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



6.3 CÁPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic.

$$q_b = 1.3 * C * N_c + \gamma_1 * D_f * N_\gamma + 0.4 * \gamma_2 * B * N_q$$

6.3.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE C-01

Para el sistema de diseño, se ha considerado un ancho de 1.00 m. para la losa de cimentación.

De acuerdo a lo verificado In Situ, confirmado en Laboratorio, se han obtenido los siguientes valores:

Ángulo de fricción interna $\phi = 7.7^\circ$ y cohesión $c = 0.397 \text{ kg/cm}^2$

Del análisis de los resultados, de la revisión y verificación de los datos de campo y aplicando la experiencia del suscrito en este tipo de suelos, se ha seleccionado como representativa para los cálculos de la capacidad portante los resultados indicados y **NO** se ha considerado el criterio de falla local.

a) Losa de Cimentación

$$q_b = 1.3 * C * N_c + \gamma_1 * D_f * N_\gamma + 0.4 * \gamma_2 * B * N_q$$

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

| | | | | |
|---|----------------------------------|----------------|--------|----------|
| o | Peso volumétrico seco | (γ) = | 1.574 | ton/m3 |
| o | Ángulo de fricción interna | (ϕ) = | 7.7 | ϕ' |
| o | Ángulo de fricción interna | (ϕ) = | 7.7 | ϕ'' |
| o | Cohesión | (c) = | 3.97 | ton/m2 |
| o | Ancho de Zapata | (B) = | 1.00 | m. |
| o | Profundidad de cimentación | (Df) = | 1.00 | m. |
| o | Presencia de nivel freático | = | NO | |
| o | Considerando Falla Local | = | NO | |
| o | Factor de seguridad | (Fs) = | 3.0 | |
| o | Factores de carga adimensionales | : | | |
| | | $N_c' =$ | 7.44 | |
| | | $N_q' =$ | 2.0189 | |
| | | $N_\gamma' =$ | 0.25 | |

$$q_b = 1.3 * 3.97 * 7.44 + 1.574 * 1.00 * 2.02 + 0.40 * 1.574 * 1.00 * 0.253$$

$$q_b = 38.37 + 3.18 + 0.16$$

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:

Jr. T...
96296...
052-28...
Labortec_eirl@hotmail.com



Elio Augusto Saavedra C.
ING. CARRERA NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Ing. Rider Cajalón Jaramilla
CIP N° 163967

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



$$q_h = 41.71 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = \frac{41.71}{3.0} \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 13.9 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 1.39 \text{ Kg/cm}^2$$

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Tipo de Cimentación:

Losa de Cimentación

Estrato de Apoyo de la Cimentación:

SM – Arena limosa con grava

Parámetros de diseño:

| | | |
|-------|---|-------------------------|
| Df | = | 1.00 m |
| Qadm. | = | 1.39 Kg/cm ² |
| F.S. | = | 3.00 |

6.3.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE C-02

Para el sistema de diseño, se ha considerado un ancho de 1.00 m. para la losa de cimentación.

De acuerdo a lo verificado In Situ, confirmado en Laboratorio, se han obtenido los siguientes valores:

Ángulo de fricción interna $\phi = 9.9^\circ$ y cohesión $c = 0.381 \text{ kg/cm}^2$

Del análisis de los resultados, de la revisión y verificación de los datos de campo y aplicando la experiencia del suscrito en este tipo de suelos, se ha seleccionado como representativa para los cálculos de la capacidad portante los resultados indicados y **NO** se ha considerado el criterio de falla local.

a) Losa de Cimentación

$$q_b = 1.3 * C * N_c + \gamma_1 * D_f * N_\gamma + 0.4 * \gamma_2 * B * N_q$$

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Jr. Tarma 962918
062-2
LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO
Elío Augusto Saavedra C.

LABORTEC
Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 169967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



asentamiento uniforme que se puede evaluar por: El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la Elasticidad

$$S_e = q_o * B * (1 - \mu_s) * I_f / E_s$$

Dónde:

| | | |
|--|---|-------|
| ▪ Capacidad admisible de carga (ton/m ²) | = | 41.71 |
| ▪ Ancho de zapata (m) | = | 1.00 |
| ▪ Módulo de Elasticidad (ton/m ²) | = | 2000 |
| ▪ Relación de Poisson | = | 0.30 |
| ▪ Factor de Forma L/B (cimentación rígida) (cm/m) | = | 82.00 |
| ▪ Asentamiento Permisible Rígido (cm) | = | 1.556 |

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_e = 1.556 \text{ cm}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm) según Terzaghi y Peck (1967). Luego:

$$S_e (1.556 \text{ cm}) < 1" (2.54 \text{ cm})$$

Con los valores indicados, el asentamiento es menor a 2.54 cm, que es el asentamiento máximo tolerable para este tipo de cimentación. Recomendándose finalmente lo siguiente:

$$Q_{ad} = 1.39 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo con las características de los estratos del subsuelo en el área de estudio, no se esperan asentamientos, aunque se traten de suelos comprensibles y hay carencia de agua tanto superficial como subterránea.

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Tipo de Cimentación:

Losa de cimentación

Estrato de Apoyo de la Cimentación:

SM – Arena limosa con grava

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Jr. Tarma 96298
062-22111111
LABORTEC
Labortec_eirl@hotmail.com
Ing. Augusto Saavedra C.
ING. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORTEC
Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 109607

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Parámetros de diseño:

| | | |
|---------------|---|-------------------------|
| Df | = | 1.00 m |
| Qadm. | = | 1.39 kg/cm ² |
| F.S. | = | 3.00 |
| Asent. Difer. | = | 1.556 cm |

6.4.2 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS TOTALES C-02

Tratándose de una Arena limosa con grava, se calcula por la teoría elástica aplicada por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por: El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la Elasticidad

$$S_e = q_o * B * (1 - \mu_s) * I_f / E_s$$

Dónde:

| | | |
|--|---|-------|
| ▪ Capacidad admisible de carga (ton/m ²) | = | 45.42 |
| ▪ Ancho de zapata (m) | = | 1.00 |
| ▪ Módulo de Elasticidad (ton/m ²) | = | 2500 |
| ▪ Relación de Poison | = | 0.30 |
| ▪ Factor de Forma L/B (cimentación rígida) (cm/m) | = | 82.00 |
| ▪ Asentamiento Permisible Rígido (cm) | = | 1.356 |

Remplazando valores se obtiene:

$$S_e = 1.356 \text{ cm}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm) según Terzaghi y Peck (1967). Luego:

$$S_e (1.356 \text{ cm}) < 1" (2.54 \text{ cm})$$

Con los valores indicados, el asentamiento es menor a 2.54 cm, que es el asentamiento máximo tolerable para este tipo de cimentación. Recomendándose finalmente lo siguiente:

$$Q_{ad} = 1.51 \text{ kg/cm}^2$$

Dirección:
Celular:
Teléfono:
E-mail:

Jr. Tarma 96298
LABORTEC
Elio Augusto Saavedra C.
ING. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE CONCRETO Y ASFALTO
Labortec_eiri@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

LABORTEC
Ing. Rider Cajalón Jaramilla
CP N° 109867

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



De acuerdo con las características de los estratos del subsuelo en el área de estudio, no se esperan asentamientos, aunque se traten de suelos comprensibles y hay carencia de agua tanto superficial como subterránea.

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Tipo de Cimentación:

Losa de cimentación

Estrato de Apoyo de la Cimentación:

SC-SM – Arena limosa arcillosa con grava

Parámetros de diseño:

| | | |
|---------------|---|-------------------------|
| Df | = | 1.00 m |
| Qadm. | = | 1.51 kg/cm ² |
| F.S. | = | 3.00 |
| Asent. Difer. | = | 1.356 cm |

7. CÁLCULO DE COEFICIENTE DE BALASTO

Uno de los métodos de cálculo más utilizado para modernizar la interacción entre estructuras de cimentación y terreno es el que supone el suelo equivalente a un número infinito de resortes elásticos -muelles o bielas biarticuladas- cuya rigidez, denominada módulo o coeficiente de balasto (K_s), se corresponde con el cociente entre la presión de contacto (q) y el desplazamiento -en su caso asiento- (δ).

A partir de la determinación de parámetros característicos del suelo (módulo de deformación, tensión admisible, etc.) que se relacionan con el módulo de balasto mediante fórmulas dadas por varios autores.

Es conocida, por ejemplo, la fórmula de Vesic en función del módulo de deformación o elasticidad (E_s) y coeficiente de Poisson (ν_s) el terreno, que en su forma reducida tiene la siguiente expresión:

$$k_s = E_s / [B (1 - \nu_s^2)]$$

Donde B es el ancho de la cimentación (fórmula de Klepikov)

Dirección:
Celular: 96298
Teléfono: 062-2
E-mail: Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.

Jr. Tarma
96298
LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO
Ing. Augusto Saavedra C.

LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO
Ing. Rider Cajalán Jaramillo
CIP N° 16967

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Calicata C-01

| | | |
|--|---|-------|
| Capacidad admisible de carga (ton/m ²) | = | 41.71 |
| Ancho de zapata (m) | = | 1.00 |
| Módulo de Elasticidad (ton/m ²) | = | 2000 |
| Relación de Poison | = | 0.30 |
| Módulo de Balasto (Modulus of sub grade reaction) | = | 1820 |

Calicata C-02

| | | |
|--|---|-------|
| Capacidad admisible de carga (ton/m ²) | = | 45.42 |
| Ancho de zapata (m) | = | 1.00 |
| Módulo de Elasticidad (ton/m ²) | = | 2500 |
| Relación de Poison | = | 0.30 |
| Módulo de Balasto (Modulus of sub grade reaction) | = | 2275 |

Nota: Adaptado de LABORTEC (2022).

ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO



Levantamiento topográfico realizado con el apoyo de los técnicos topógrafos.



Ensayos de un Estudio de Mecánica de Suelos



Ensayos de un Estudio de Mecánica de Suelos

ANEXO 6: RESOLUCIÓN DESIGNACIÓN DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 975-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 16 de mayo de 2022

Visto, el Oficio N° 566-2022-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 345924-0000003144, de la Bach. **Gleydi SANTOS PIMENTEL**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 345924-0000003144, presentado por el (la) Bach. **Gleydi SANTOS PIMENTEL**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas, 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 Primero. - **DESIGNAR**, como Asesor de Tesis de la Bach. **Gleydi SANTOS PIMENTEL**, al Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Ethel Inés Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Rios
DECANA(R) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BLCR/EJML/nto.

ANEXO 7: RESOLUCIÓN APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

INFORME N° 089-JPJR-2022-PAIC-UDH

A : Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

DE : Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas
JURADO REVISOR

ASUNTO : Aprobación de Proyecto de Tesis:

“OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TIEMPO EN EL DISEÑO DE PLANOS ESTRUCTURALES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM EN UN HOTEL DE 5 PISOS DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2022”

FECHA : Huánuco, 12 de mayo de 2022

De mi especial consideración:

Por medio del presente me dirijo a usted, enviándole un cordial saludo y aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento la aprobación del proyecto de Tesis de la Bachiller **GLEYDI SANTOS PIMENTEL** del Programa Académico de Ingeniería Civil, intitulado “OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TIEMPO EN EL DISEÑO DE PLANOS ESTRUCTURALES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM EN UN HOTEL DE 5 PISOS DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2022”.

Realizada la revisión del Proyecto de tesis se sugiere a la interesada siga con el trámite que establece el Reglamento General de Grados y Títulos de la UDH, por lo que informo a usted para los fines pertinentes.

Atentamente.



Johnny P. Jacha Rojas
Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas
CIP 446207
JURADO REVISOR

ANEXO 8: RESOLUCIÓN JURADO REVISOR



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL
COORDINACIÓN ACADÉMICA



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Huánuco, 27 de Mayo de 2022

Oficio Múltiple N° 072-2022-C-PAIC-FI-UDH

SEÑOR (A):
MG. REYDER ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA
MG. JOEL LUIS GUARNIZ FLORES
MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO
JURADO REVISOR - P.A. DE INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Presente. -

De mi consideración:

Por medio del presente me dirijo a usted para saludarlo (a) cordialmente, y hacer de conocimiento que con Expediente N° 348271-000003581 del (la) Bachiller. SANTOS PIMENTEL, GLEYDI - del P.A. de Ingeniería Civil de la Sede Huánuco, que solicita la **Designación de Jurados para la Revisión del Trabajo de Investigación (TESIS)** titulado: **“OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL TIEMPO EN EL DISEÑO DE PLANOS ESTRUCTURALES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM EN UN HOTEL DE 5 PISOS DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, 2022”**.

Para atender la solicitud del (la) Bachiller. SANTOS PIMENTEL, GLEYDI; se propone a los siguientes Jurados Revisores:

- ❖ MG. REYDER ALEXANDER LAMBRUSCHINI ESPINOZA - PRESIDENTE
- ❖ MG. JOEL LUIS GUARNIZ FLORES - SECRETARIO
- ❖ MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO - VOCAL

Remitimos a su persona el Trabajo de Investigación Tesis de la Bachiller, para que al término de 15 días calendarios se haga llegar el respectivo Informe de Observaciones y/o Aprobación, al correo institucional del Programa Académico de Ingeniería Civil secretaria.civil.hco@udh.edu.pe con copia al correo del (la) Bach. SANTOS PIMENTEL, GLEYDI (2014102177@udh.edu.pe).

Sin otro particular, es propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

cc.
Acho
J.PJ/teras