

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E.
PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE
HUAYLLABAMBA, PROVINCIA DE URUBAMBA -
DEPARTAMENTO DE CUSCO - APLICANDO LA METODOLOGIA
BIM”**

PRESENTADO POR:

BACH. CRISOLOGO AGUILAR TACUSI

BACH. GROVER AYMA CUSIHUAMAN

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

ASESOR:

Ph. D. Ing. AIDA ZAPATA MAR VDA DE CAMINO

CUSCO – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. PRIMARIA DE PACCHI AYLLI DEL DISTRITO DE HUAYLABAMBA, PROVINCIA DE URUBAMBA- DEPARTAMENTO DE CUSCO- APLICANDO LA METODOLOGIA BIM presentado por: CRISÓLOGO AGUILAR TACUSI con DNI Nro.: 43117315 presentado por: GRUVER AYTA CUSIHUAMAN con DNI Nro.: 46288099 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO CIVIL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 15 de JUNIO de 2023

Aida Zapata de Cuenca

Firma

Post firma Ph.D. AIDA ZAPATA MAR

Nro. de DNI 46939604

ORCID del Asesor 0000-0002-5500-0134

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: OID: 27259:237833368

NOMBRE DEL TRABAJO

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS

AUTOR

CRISOLOGO AGUILAR TACUSI

RECUENTO DE PALABRAS

20747 Words

RECUENTO DE CARACTERES

113211 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

218 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

22.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 2, 2023 7:11 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 2, 2023 7:14 PM GMT-5**● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

Aida Zapata de la Cruz
Aida Zapata de la Cruz
Ph.D AIDA ZAPATA HAR.

● 5% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

	1	Universidad Continental on 2017-06-13	<1%
		Submitted works	
	2	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
		Internet	
	3	slideshare.net	<1%
		Internet	
	4	grafiati.com	<1%
		Internet	
	5	mef.gob.pe	<1%
		Internet	
	6	repositorio.unap.edu.pe	<1%
		Internet	
	7	cybertesis.unmsm.edu.pe	<1%
		Internet	
	8	unsaac on 2021-04-02	<1%
		Submitted works	

DEDICATORIA

A mi Madre, Manuela Tacusi Ccoto y mis
hermanos Heradio, Marina, Ofelia, Beatriz,
Arnaldo y Genry por su apoyo incondicional en
todo el proceso de graduación
Crisologo Aguilar T.

A mi Madre que me ilumina desde el cielo, Maxima

Cusihuaman Bravo

A mi Padre, Julian Ayma Conde. Por su gran enseñanza y
apoyo.

A mis Hermanos Cari Melida, Samuel, Sara y Anai

A mis Tios y familia en general por su apoyo incondicional en
todo este proceso de mi graduación.

Grover Ayma C.

AGRADECIMIENTO

Nuestro más profundo agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Civil de la Máxima Casa de estudios, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, por permitirnos ser parte de ella, por los conocimientos impartidos durante nuestra estancia en sus aulas y nuestra formación profesional.

También un agradecimiento muy especial al Mgt. Ing. Washington Martin Esquivel Zamora, Ing. Danny Teofilo Nieto Palomino, Ing. José Felipe Azpilcueta Carbonell, Ph. D. Ing. Aida Zapata Mar Vda De Camino, M. Sc. Ing. José Ronald Aguilar Huertas, de quienes recibimos orientaciones y consejos durante el proceso de elaboración de nuestro proyecto de tesis.

RESUMEN

El presente estudio se enfocó en el estudio de la aplicación de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto de institución educativa Racchi

Se propone la comparación entre el método tradicional y la metodología BIM para encontrar los beneficios que da en especial en los campos de los costos, tiempos e interferencias durante el desarrollo del proyecto.

Para el desarrollo de la investigación se recolecto información primaria como son datos del perfil del proyecto, así como información secundaria como son estudios básicos topográficos y mecánica de suelos, para seguidamente se realizaron los respectivos cálculos de gabinete y los datos se hicieron al modo tradicional utilizando medios y programas comunes mientras en el otro lado se hizo con la metodología BIM usando herramientas propias del BIM como son: Navisworks y Revit.

Al comparar estos resultados se llegó la conclusión que la diferencia promedio entre los costos con la metodología BIM era superior 3.4%, principal causa en la variación de los costos resultaría omisiones y poca visibilidad a la hora de metrar en una dimensión bidimensional y carencia de una propia base de datos, en la que la información se pierda

En la programación de los tiempos hubo una variación de 1.2% superior comparado con la metodología tradicional por efecto de variación de los metrados que se observó más detalles con la nueva herramienta de la metodología aplicada.

En análisis interferencias hubo la presencia de colisiones importantes entre las instalaciones sanitarias y la estructural que se tomaron en cuenta para evitar que afecte la parte estructural.

Las implicaciones de la metodología aplicada a este proyecto es intentar acercar entre lo realmente construido y proyectado.

Palabras Claves: metodología BIM, lod 500, coordinación, BIM 3D, metodología tradicional

ABSTRACT

The present study focused on the study of the application of the BIM methodology in the development of the Racchi educational institution project.

The comparison between the traditional method and the BIM methodology is proposed to find the benefits that it gives especially in the fields of costs, times and interferences during the development of the Project

For the development of the research, primary information was collected, such as project profile data, as well as secondary information such as basic topographic studies and soil mechanics, to then carry out the respective cabinet calculations and the data were made in the traditional way using common means and programs while on the other side it was done with the BIM methodology using tools of the BIM methodology such as Navisworks and Revit.

When comparing these results, it was concluded that the average difference between the costs with the BIM methodology was greater than 3.4%, the main cause of the variation in costs would be omissions and little visibility when measuring in a two-dimensional dimension and lack of a own database, in which the information is lost

In the programming of the times there was a variation of 1.2% higher compared to the traditional methodology due to the effect of variation of the measurements that more details were observed with the new tool of the applied methodology.

In the interference analysis, there was the presence of important collisions between the sanitary facilities and the structural one that were taken into account to avoid affecting the structural part.

The implications of the methodology applied to this project is to try to approach between what is actually built and what is projected.

Keywords: BIM methodology, lod 500, coordination, BIM 3D, traditional methodology

CONTENIDO

1	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL.....	16
1.1.	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	16
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1.	<i>Problema general</i>	16
1.2.2.	<i>Problemas específicos</i>	17
1.3.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5.1.	<i>Objetivo general</i>	18
1.5.2.	<i>Objetivos específicos</i>	18
1.6.	HIPÓTESIS.....	19
1.6.1.	<i>Hipótesis general</i>	19
1.6.2.	<i>Hipótesis específicos</i>	19
1.7.	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.....	19
1.8.	MUESTRA.....	20
1.9.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	20
1.10.	METODOLOGÍA.....	21
1.10.1.	<i>Tipo de investigación</i>	23
1.10.2.	<i>Diseño de investigación</i>	23
1.10.3.	<i>Unidad de análisis</i>	23
1.10.4.	<i>Población</i>	24
1.10.5.	<i>Tamaño muestral</i>	24
2	CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
2.1.1.	<i>Antecedente internacional</i>	25
2.1.2.	<i>Antecedente Nacional</i>	25
2.1.3.	<i>Antecedente regional</i>	26
2.2.	DEFINICIONES:.....	27
3	CAPITULO III RECOLECCION DE DATOS.....	33
3.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	33
3.1.1.	<i>Metodología empleada</i>	33

3.1.2. Puntos importantes en tomar cuenta	34
3.1.3. Equipos usados en el trabajo de campo.....	36
3.1.4. Características del terreno:	36
3.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOLOGICO	38
3.2.1. Información previa del terreno a investigar	38
3.2.2. Información previa para realizan trabajos de campo y laboratorio	39
3.2.3. Trabajo de campo	40
3.2.4. Ensayos de laboratorio	45
3.2.5. Evaluación de la capacidad portante y consolidación	50
4 CAPITULO IV MEMORIA DESCRIPTIVA Y CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	64
4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA ARQUITECTONICA	64
4.1.1. Nombre del proyecto.....	64
4.1.2. Ubicación del proyecto.....	64
4.1.3. Reconocimiento del terreno y edificación existente.....	66
4.1.4. Diagnóstico de edificación existente.....	68
4.2. PREDIMENSIONAMIENTO ARQUITECTÓNICO DE OBRA NUEVA	69
4.2.1. Normatividad arquitectónica	69
4.2.2. Propuesta Arquitectónica	70
4.2.3. Módulos físicos de la infraestructura	71
4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL	75
4.3.1. Marco normativo	75
4.3.2. Materiales empleados	75
4.4. ESTRUCTURACIÓN	76
4.4.1. Criterios generales de estructuración y diseño	76
4.4.2. Metrado de cargas de diseño.....	79
4.4.3. Predimensionamiento	81
4.4.4. Análisis sismo resistente	88
4.5.2. Sistema de agua fría.....	143
5 CAPITULO V PROYECTO DE ESTUDIO DE LA I.E 50589 RACCHI AYLLU	158
5.1. PROYECTO POR EL MÉTODO TRADICIONAL	158
5.1.1. Metrados	158
5.1.2. Especificaciones técnicas.....	158
5.1.3. Presupuesto de obra	159

5.2. PROYECTO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM.....	173
5.2.1. <i>Modelado 3D</i>	173
5.2.2. <i>BIM 3D:</i>	173
5.2.3. <i>Coordinación de especialidades</i>	177
5.2.4. <i>Colisiones de bloque estándar de la edificación en estudio</i>	180
5.2.5. <i>Presupuesto de obra</i>	193
5.2.6. <i>Programación de obra</i>	202
6 CAPITULO VI ANALISIS DE RESULTADOS - COMPARACION DE METODO TRADICIONAL Y BIM	205
6.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE INTERFERENCIAS.....	205
6.2. ANALISIS DE COSTOS DE METOD TRADICIONAL Y BIM.....	205
6.3. DISCUSIÓN.....	207
7 CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	209
7.1. CONCLUSIONES.....	209
7.2. RECOMENDACIONES.....	211
8 BIBLIOGRAFÍA	212
9 ANEXOS	213

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 <i>Modelado de una casa en la dimensión 3D</i>	29
Figura 2.2 <i>Niveles de desarrollo de la metodología BIM</i>	32
Figura 3.1 <i>Plano planimetrico de construcciones existentes</i>	37
Figura 3.2 <i>Mapa geológico donde se ubicará el proyecto</i>	39
Figura 3.3 <i>Posición de las calicatas en el emplazamiento del proyecto</i>	41
Figura 3.4 <i>Excavación de la calicata y estratigrafía del terreno</i>	43
Figura 3.5 <i>Imagen de los tipos de muestra tomada del RNE, E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES</i>	44
Figura 3.6 <i>Materiales y determinación de límite liquido del suelo del proyecto</i>	47
Figura 3.7: <i>Determinación del límite plástico</i>	48
Figura 3.8 <i>Zonificación sísmica del Perú</i>	51
Figura 3.9 <i>Líneas de interacción de esfuerzos sobre el suelos</i>	56
Figura 3.10: <i>Líneas de esfuerzo sobre el suelo a 1.20 m profundidad</i>	59
Figura 3.11 <i>Líneas de esfuerzo sobre el suelo a 1.20 m profundidad</i>	62
Figura 4.1 <i>Ubicación geográfica del proyecto</i>	65
Figura 4.2 <i>Ubicación de edificaciones existentes</i>	67
Figura 4.3 <i>Descripción de los bloques existentes del proyecto(A,B,C,D,E y F)</i>	67
Figura 4.4 <i>Planteamiento arquitectónico del proyecto</i>	71
Figura 4.5 <i>Configuración tridimensional del proyecto</i>	74
Figura 4.6 <i>Modelamiento estructural del proyecto en programa Etabs</i>	88
Figura 4.7 <i>Espectro de respuestas del bloque 3</i>	95
Figura 4.8 <i>Espectro de respuestas de bloque 1 y 2</i>	96

Figura 4.9 <i>Distribución de elementos estructurales bloque típico</i>	97
Figura 4.10 <i>Asignación de cargas a la estructura</i>	98
Figura 4.11 <i>Asignación de cargas vivas vista en planta bloque típico</i>	98
Figura 4.12 <i>Envolventes de momentos en losa típica</i>	110
Figura 4.13 <i>Envolventes de fuerzas cortantes de losa típica</i>	110
Figura 4.14 <i>Distribución de acero en losa típica</i>	113
Figura 4.15 <i>Envolvente de momentos para viga principal del proyecto</i>	114
Figura 4.16 <i>Envolvente de cortantes para viga principal</i>	114
Figura 4.17 <i>Guía para distribución de estribos de viga</i>	116
Figura 4.18 <i>Distribución de estribos en viga principal típica</i>	117
Figura 4.19 <i>Diagrama de interacción de columna típica</i>	120
Figura 4.20 <i>Grafico demanda y capacidad de la columna</i>	120
Figura 4.21 <i>Fuerzas cortantes en placas de pórtico típico</i>	125
Figura 4.22 <i>Diagrama de interacción de una placa típica</i>	128
Figura 4.23 <i>Acero vista en planta de muro estructural</i>	131
Figura 4.24 <i>Grafica asentamiento diferencial de cimentación</i>	135
Figura 4.25 <i>Grafica hallar cantidad de perdida carga de agua en función diámetro y caudal</i>	144
Figura 5.1 <i>Modelamiento arquitectónico</i>	174
Figura 5.2 <i>Modelamiento de estructuras de la edificación</i>	174
Figura 5.3 <i>Modelado de refuerzo de la estructura del proyecto</i>	175
Figura 5.4 <i>Modelamiento de instalaciones sanitarias bloque típico</i>	176
Figura 5.5 <i>Modelamiento de instalaciones eléctricas</i>	177

Figura 5.6: <i>Colisión de columna estructural con tubería de agua</i>	178
Figura 5.7 <i>Integración de las especialidades en bloque típico del proyecto</i>	179
Figura 5.8: <i>Corte de modelo exportado a programa Navisworks de especialidades del bloque típico de proyecto</i>	179
Figura 5.9 <i>Detección de interferencias forma de base de datos en la estructura en el programa naviswork</i>	180
Figura 5.10 <i>Metrado automático con el programa Revit 2018</i>	191
Figura 5.11: <i>Simulación constructiva 4D en Navisworks</i>	204

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 <i>Comparación metodología tradicional y la metodología BIM.</i>	23
Tabla 3.1 <i>Punto de base topográfico del BM1</i>	35
Tabla 3.2 <i>Punto de base topográfico del BM2</i>	35
Tabla 3.3 <i>Punto de base topográfico del BM3</i>	36
Tabla 3.4 <i>Coordenadas UTM y perímetro del emplazamiento del proyecto</i>	38
Tabla 3.5 <i>Número puntos de exploración en función tipo de edificación</i>	40
Tabla 3.6 <i>Representación de calicatas y su profundidad</i>	41
Tabla 3.7 <i>Ubicación por coordenadas de las calicatas</i>	42
Tabla 3.8 <i>Número de muestras obtenidas de campo</i>	44
Tabla 3.9: <i>La granulometría del suelo del proyecto Racchi</i>	46
Tabla 3.10 <i>Resumen de límite líquido y plástico de calicatas</i>	49
Tabla 3.11 <i>Determinación y clasificación tipo suelo</i>	49
Tabla 3.12 <i>Parámetros para suelo para calculo capacidad portante suelo</i>	50
Tabla 3.13 <i>Clasificación suelo función variable</i>	52
Tabla 3.14 <i>Calculo parámetro de factor S</i>	53
Tabla 3.15 <i>Cálculo de parámetros T_p y T_l</i>	53
Tabla 3.16 <i>Estratigrafía del terreno en la calicata N° 1</i>	55
Tabla 3.17 <i>Asentamiento de calicata 01</i>	56
Tabla 3.18 <i>Asentamiento de calicata a 1.20 de profundidad</i>	57
Tabla 3.19: <i>Asentamiento de suelo profundidad 1.20 m</i>	58
Tabla 3.20 <i>Asentamiento de calicata 03</i>	60
Tabla 3.21 <i>Asentamiento de suelo para profundidad 1.50m</i>	62

Tabla 3.22 Capacidad de carga de suelo del proyecto	63
Tabla 4.1 Vías de acceso al proyecto.....	65
Tabla 4.2 Descripción de los bloques existentes del proyecto.....	68
Tabla 4.3 Distribución por área del bloque 1.....	73
Tabla 4.4 Distribución por área del bloque 2.....	73
Tabla 4.5 Distribución por área del bloque 3.....	74
Tabla 4.6 Factor de zona sísmica	90
Tabla 4.7 Factor de suelo	91
Tabla 4.8 Cálculo de factores sísmicos T_p y T_l	91
Tabla 4.9 Factor de uso de la edificación.....	92
Tabla 4.10 Coeficiente de reducción.....	92
Tabla 4.11 Espectro pseudoaceleracion bloque 3	94
Tabla 4.12 Cálculo de espectro pseudoaceleracion bloque 1y 2.....	95
Tabla 4.13 Masa participativa del bloque 1	99
Tabla 4.14 Masa participativa del bloque 2	100
Tabla 4.15 Masa participativa del bloque 3	101
Tabla 4.16 Verificación del sistema estructural de los bloques de la edificación.....	102
Tabla 4.17 Periodos de bloques de la edificación del proyecto	103
Tabla 4.18 Masas por nivel de la edificación	103
Tabla 4.19 Desplazamiento relativo de bloque 1.....	105
Tabla 4.20 Desplazamiento relativo de bloque 2.....	105
Tabla 4.21 Desplazamiento relativo de bloque 3.....	106
Tabla 4.22 Calculo de cortante dinámico bloque 1	106

Tabla 4.23 <i>Factor de escala para el cortante dinámico Bloque N°01</i>	107
Tabla 4.24 <i>Cálculo de cortante dinámica bloque 2</i>	107
Tabla 4.25 <i>Comparación de cortante dinámica y estática bloque 2</i>	107
Tabla 4.26 <i>Cálculo de cortante dinámica bloque 3</i>	108
Tabla 4.27 <i>Comparación de cortante dinámica y estática bloque 3</i>	108
Tabla 4.28 <i>Resumen de distribución de acero en losas típicas del proyecto</i>	112
Tabla 4.29 <i>Hoja de cálculo de viga típica</i>	115
Tabla 4.30 <i>Resumen de cálculo de fuerzas cortantes en viga</i>	116
Tabla 4.31 <i>Resumen cortantes y momentos de columna típica</i>	118
Tabla 4.32 <i>Resumen de cálculo de momentos y cortantes de placa típica</i>	127
Tabla 4.33 <i>Determinación de cuantía mínimas en la placa típica</i>	128
Tabla 4.34 <i>Resistencia mínima que resiste concreto por corte en placa</i>	129
Tabla 4.35 <i>Resistencia al cortante en el plano del muro</i>	130
Tabla 4.36 <i>Cuantías y separación de refuerzo horizontal</i>	130
Tabla 4.37 <i>Asentamientos diferenciales de una cimentación típica del proyecto</i>	135
Tabla 4.38 <i>Análisis fuerzas y momentos por cargas de servicio</i>	136
Tabla 4.39 <i>Cálculo de dotación de agua del proyecto</i>	143
Tabla 4.40 <i>Perdida de carga conexión red pública y cisterna</i>	145
Tabla 4.41 <i>Muestran las pérdidas de carga por succión de la tubería</i>	145
Tabla 4.42 <i>Calculo de diámetro de impulsión de la tubería del proyecto</i>	147
Tabla 4.43 <i>Niveles de agua para diseño de altura del tanque elevado</i>	147
Tabla 4.44 <i>Guía para cálculo de unidades de gasto</i>	148
Tabla 4.45 <i>Calculo de unidades de gasto de agua para el proyecto</i>	149

Tabla 4.46 <i>Hoja de cálculo de para hallar diámetros para tuberías de agua del proyecto</i>	150
Tabla 4.47 <i>Unidades de descarga para cada aparato sanitario</i>	152
Tabla 4.48 <i>Unidades de descarga por bloques del proyecto</i>	153
Tabla 4.49 <i>Dimensiones tubería en función cantidad de descarga</i>	154
Tabla 4.50 <i>Cálculo de diámetro de montante pluvial</i>	155
Tabla 4.51 <i>Requisitos mínimos de iluminación del proyecto</i>	156
Tabla 5.1: <i>Programas usados en proyecto</i>	173
Tabla 5.2 <i>Resumen de metrados importado de revit</i>	192
Tabla 6.1 <i>Comparación de costos por la metodología BIM y la tradicional</i>	206
Tabla 6.2 <i>Cuadro comparativo de la diferencia de tiempos</i>	207

GENERALIDADES

**TESIS INTITULADA: “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA
I.E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUYLLABAMBA
PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA
METODOLOGIA BIM”**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

La Investigación se Realizará en la Línea de Construcciones

AUTORES:

Bach. AGUILAR TACUSI CRISOLOGO

Bach. AYMA CUSIHUAMAN GROVER

INSTITUCIÓN:

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

LOCALIZACIÓN:

REGIÓN : CUSCO

PROVINCIA : CUSCO

DISTRITO : CUSCO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Los elevados costos en la realización en los trabajos de ejecución de obras y la poca relación entre el proyectista, el ejecutor de obra y beneficiarios traen que la obra no tome características para que el usuario requirió sino se desarrolla otro que tiene errores en los siguientes campos como son: seguridad, funcionalidad, calidad, y métodos constructivos y estos a su vez se podría generar que tomen mucho tiempo en su ejecución ocasionando retrasos y ampliaciones de plazos.

El uso de tecnologías como el cambio de la visualización tridimensional y herramientas que permiten una ubicación rápida de defectos y errores que en la metodología tradicional no se presenta debido a sus limitaciones en cuanto a herramientas y tecnologías.

Por lo indicado en los párrafos anteriores surge la importancia de atender la cuestión de la cantidad de interferencias e incongruencias que se encuentran en la etapa de proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO”

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

PG: ¿Cuáles serán los beneficios de la aplicación de la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba-departamento de Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

PE1: ¿En cuánto será la variación en costos usando la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba-departamento de Cusco?

PE2: ¿Cuál será la diferencia del tiempo de programación empleando metodología BIM en el proyecto Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba-departamento de Cusco?

PE3: ¿Existirá interferencias de las instalaciones sanitarias en los elementos estructurales aplicando la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba-departamento de Cusco?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a las mejoras en el sistema educativo como son: métodos de enseñanza, infraestructura, y equipamiento que el proyecto en mención estuvo quedando rezagada con el paso del tiempo en estándares de calidad de la enseñanza vigente por lo cual se hace necesario la aplicación de las nuevas innovaciones tecnológicas para elevar la calidad de la infraestructura y reducir los costos y tiempos de este proyecto

Con el transcurso del tiempo el centro educativo Racchi del proyecto estuvo quedando fuera de la modernidad y estándares de calidad por diversas razones y factores, por lo cual se desarrollará este proyecto con las nuevas metodologías y tecnologías que se está en uso en la actualidad para brindarle un proyecto sustentable, seguro, funcional y habitable para el correcto aprendizaje de los usuarios y así incrementar la calidad educativa de la comunidad.

1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el análisis actual de investigación incluye los siguientes puntos:

Abarcará el modelado de bloque estándar de la edificación educativa con sus respectivas especialidades (campo de la arquitectura, diseño estructural, servicios sanitarios e instalaciones eléctricas)

Las dimensiones de del marco metodológico BIM que se usó 3D, que comprende el modelado, (4D) la gestión del cronograma y 5D gestión costos Se consideró, estas dimensiones debido a la importancia al momento de modelarse.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. *Objetivo general*

OG: Definir los beneficios de la aplicación de la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba-departamento de Cusco.

1.5.2. *Objetivos específicos*

OE1: Medir la variación de costos usando la metodología BIM comparativamente con el método tradicional en el proyecto de: reforzamiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba-departamento de Cusco.

OE2: Estimar la diferencia del tiempo de programación empleando metodología BIM comparativamente con el método tradicional en el proyecto de: Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba-departamento de Cusco.

OE3: Determinar las interferencias de las instalaciones sanitarias en los elementos de la estructura aplicando la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento de los servicios

educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba- departamento de Cusco.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

HG: existirán beneficios en la aplicación de la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba- departamento de Cusco.

1.6.2. Hipótesis específicos

HE1: La modificación de costos usando la metodología BIM es 10% más, en el proyecto Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba- departamento de Cusco, comparado con el costo sin la aplicación del BIM

HE2: El tiempo de programación empleando metodología BIM es 10% más en el proyecto Renovación de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu del distrito de Huayllabamba provincia Urubamba- departamento de Cusco, comparado con el tiempo de programación sin la aplicación del BIM

HE3: Las interferencias de las instalaciones sanitarias en los elementos estructurales se dan en las columnas, vigas aplicando la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento de los servicios educativos de IE Primaria de Racchi Ayllu

1.7. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

1) Variable Independiente (X1): proyecto sin BIM

(X2): proyecto con metodología BIM

2) Variable Dependiente (Y1): costo

(Y2): tiempo

3) Unidad de Análisis : IE Racchi ayllu

4) Ámbito Geográfico: centro poblado de Racchi Ayllu-Huayllabamba-Urubamba

5) Periodo: 2023.

1.8. MUESTRA

Es no probabilístico porque se usará la información del proyecto, se buscó información primaria y secundaria para realizar el proyecto sin BIM y el mismo proyecto con BIM.

1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente

X : PROYECTO

X1 : PROYECTO CON BIM

X11 : ARQUITECTURA

X111 : MODELADO 3D.- Indicador n° de interferencias

X12 : ESTRUCTURAS

X121 : MODELADO 3D.- Indicador n° de interferencias

X13 : INSTALACIONES SANITARIAS

X131 : MODELADO 3D.- Indicador n° de interferencias

X14 : INSTALACIONES ELÉCTRICAS

X141 : MODELADO 3D.- Indicador n° de interferencias

X2 : PROYECTO SIN BIM

X21 : ARQUITECTURA

X211 : COSTOS.- Indicador soles

X212	: PROGRAMACIÓN.- Indicador días
X22	: ESTRUCTURAS
X211	: COSTOS.- Indicador soles
X212	: PROGRAMACIÓN.- Indicador días
X23	: INSTALACIONES SANITARIAS
X231	: COSTOS.- Indicador soles
X232	: PROGRAMACIÓN.- Indicador días
X24	: INSTALACIONES ELÉCTRICAS
X241	: COSTOS.- Indicador soles
X242	: PROGRAMACIÓN.- Indicador días

Variable dependiente

Y1	: COSTOS
Y11	: MANO DE OBRA.- Indicador hh
Y12	: MATERIALES.- indicador soles
Y13	: EQUIPOS.- indicador hm
Y2	: PROGRAMACIÓN
Y21	: DIAGRAMA DE GANTT.- Indicador días

1.10. METODOLOGÍA

Primero: Se sacó información necesaria del perfil del proyecto, como son: análisis de la demanda y la propuesta de ingeniería básica, entre otros.

Segundo: Se procedió a obtener datos de campo, del proyecto, como son: levantamiento topográfico y estudio de mecánica de suelos.

Tercero: Se realizó trabajo de gabinete obteniendo siguientes resultados:

Planimetría de la componente arquitectónica estructural, instalaciones sanitarias y eléctricas.

Cálculos de ingeniería en: cimentaciones, diseño estructural, diseño sanitario.

Análisis de los metrados, de las componentes arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas

Obtención del presupuesto del proyecto y programación del proyecto

Cuarto: Posteriormente, se desarrolló el modelamiento BIM (3D, 4D y 5D)

Quinto: Se analizó las interferencias en comparación de la parte arquitectónica, estructural, sanitaria y eléctrica

Sexto: Se determinó nuevamente los metrados presupuesto y programación del proyecto teniendo cuenta el modelado BIM

Séptimo: finalmente se comparó los resultados obtenidos sin BIM con los del proyecto con BIM, en la tabla se tiene los principales elementos de comparación de estos.

Se muestra la lista de procedimientos entre metodología tradicional y la metodología BIM en la siguiente tabla 1.1

Tabla 1.1

Comparación metodología tradicional y la metodología BIM.

CON BIM	SIN BIM
Revisión de reglamentos de edificaciones	Revisión de reglamentos de edificaciones
Premodelación	Predimensionamiento
Cálculos	Cálculos
Diseño	Diseño
Modelamiento 3D	Dibujo de planos
Coordinación de especialidades	Metrado tradicional
Verificación de interferencias	Elaboración de costos
Metrado de especialidades automático	Elaboración de programación
Elaboración de costos	
Elaboración de programación	

NOTA: Elaboración Propia.

1.10.1. Tipo de investigación

Es Aplicada Debido a que todos los procedimientos de cálculos de ingeniería como diseños en cimentaciones, diseño estructural, diseño instalaciones sanitarias y simulaciones de modelado en 3D con la herramienta del BIM, todo se realizaron en el “proyecto centro educativo N° 50589 del centro poblado de Racchi

1.10.2. Diseño de investigación

Es descriptiva debido a que se aplica los procesos a la recopilación de información de variables para ambos métodos como son estudios, planos cálculos y diseños para ambos métodos con el propósito de evaluar características y cantidad (costos y tiempo)

1.10.3. Unidad de análisis

Proyecto “INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 50589 RACCHI DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA”

1.10.4. Población

Todos los centros educativos del centro poblado de Racchi del DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO

1.10.5. Tamaño muestral

De acuerdo a la disponibilidad de la información se empleó el proyecto denominado “MEJORAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 50589 RACCHI DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA”

CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. *Antecedente internacional*

(Trejo Carvajal, Nicolás Andrés, 2018, Pag. 108).- Desarrollaron la tesis denominada “Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción”.

Donde señalan que: “El objetivo de la presente investigación analiza el cómo se ven afectadas las prácticas del Project Management (gestión proyectos), en proyectos de ingeniería y construcción, cuando se usa la metodología BIM”.

Los autores llevaron a cabo una investigación exhaustiva que incluyó revisión bibliográfica, entrevistas con profesionales en dirección y gestión de proyectos, encuestas a ingenieros y constructores, y estudio de diversos proyectos que aplicaban prácticas reconocidas de planificación y control. Una de las principales conclusiones obtenidas es que el uso de BIM no implica reemplazar el Project Management, sino que se trata de una herramienta complementaria que provoca cambios en los procesos de planificación y control de proyectos. Estos cambios están relacionados con el tipo de proyecto en el que se implementa BIM.

2.1.2. *Antecedente Nacional*

(Espinoza J, Aponte, García K, y Pumayali A, 2019, Pag. 38).- realizaron la tesis denominada: “Factores para la implementación de la metodología BIM en el diseño de condominios en Piura – 2019”

El objetivo de esta investigación fue determinar los factores necesarios para la implementación de la metodología BIM en el diseño de condominios en Piura.

El estudio de opinión realizado recopiló las percepciones de los profesionales sobre el BIM como una alternativa para abordar los problemas presentes en los proyectos. Los resultados revelaron que el 80% de los profesionales considera que el BIM es una solución viable para los desafíos de los proyectos, mientras que el 20% restante no comparte esta visión.

En última instancia, se llegó a la conclusión de que en la ciudad de Piura existen profesionales con la experiencia necesaria en el desarrollo de proyectos, quienes poseen conocimientos sobre el uso de la metodología BIM y están capacitados en el manejo de los nuevos softwares.

2.1.3. Antecedente regional

(Dheivis Jara, 2017, Pag.).- Realizo la tesis denominada VDC/BIM en la coordinación de especialidades durante el gerenciamiento de proyectos de construcción, 2017 (Tesis de pregrado). Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil. UNSAAC. Cusco.

El objetivo principal del estudio fue determinar los beneficios de utilizar VDC/BIM en la coordinación de especialidades durante la gestión del diseño en proyectos de construcción. Como resultado del análisis de casos, se identificaron 11 beneficios de aplicar VDC/BIM en esta etapa de gestión de proyectos de construcción. Estos beneficios se atribuyen, en parte, a la integración de las personas a través de las reuniones ICE (Interdisciplinary Coordination Meetings) y a los procesos establecidos y definidos desde el comienzo del proyecto. A continuación, se detallan los beneficios encontrados: Aquí deberías enumerar los beneficios específicos identificados en el estudio:

- Se produce una mejora en la coordinación y la comunicación entre todas las disciplinas involucradas.
- Detección de incompatibilidades e interferencias.

- Se logra una optimización y mejora en la calidad del diseño, lo que resulta en un aumento de su valor.
- Existe una mejor comprensión del proyecto por parte de todas las partes interesadas.
- Los requisitos y necesidades del cliente se perciben de manera más efectiva.
- Se fomenta la integración y la resolución colaborativa entre todos los involucrados.
- Proporciona apoyo en la toma de decisiones relacionadas con el proyecto.
- Se establecen claramente las actividades, fases y roles a desempeñar.
- Se reducen los costos y se ahorra tiempo en el desarrollo de los proyectos.
- Se brinda una mayor dedicación al diseño, lo que disminuye los errores y las modificaciones en etapas futuras.
- Gestión visual del proyecto (Generación de renders y layouts).

2.2. DEFINICIONES:

Building Information Modeling (BIM):

La definición de estas palabras traducido en español significaría. El Modelado de la Información de la Construcción (BIM, por sus siglas en inglés) se refiere a un conjunto de metodologías y herramientas que se caracterizan por el uso coordinado, coherente, computable y continuo de la información. Esto se logra mediante la utilización de una o varias bases de datos compatibles que contienen toda la información relacionada con el diseño, construcción y uso de un edificio en particular. El BIM permite tener una visión integral y digital del proyecto, facilitando la colaboración entre los diferentes actores involucrados y mejorando la eficiencia en todas las etapas del ciclo de vida del edificio. (Coloma, 2008, pág. 10)

Dimensión BIM 3D:

BIM aborda la tercera dimensión de manera similar, pero con la particularidad de que, a partir del modelado tridimensional, se puede extraer información en dos dimensiones. No se trata simplemente de una representación en perspectiva limitada desde un punto de vista específico, sino que se modela el conjunto de manera que todas las vistas son conocidas. Esto permite obtener secciones, elevaciones, planos y perfiles a partir del modelo tridimensional. Además, una característica novedosa de BIM es la parametrización de los objetos. El modelado se enfoca en los objetos individuales y se representa cada uno de ellos con una geometría detallada. Este nivel de detalle se logra mediante parámetros, que son datos numéricos que describen la geometría de los elementos. De esta forma, el modelado no se limita únicamente a dibujar, sino que también implica una representación paramétrica que introduce datos como dimensiones, materiales, textos y cualquier otra característica que defina el elemento. (Gonzales Perez, 2015).

En la figura 2.1 se muestra un gráfico en el modelado 3D que utiliza la metodología BIM usa como herramienta de modelado y base de datos tanto grafico como no grafico.

Figura 2.1

Modelado de una casa en la dimensión 3D



Nota. <https://www.arquimaster.com.ar/web/cursos-diseno-y-modelado-arquitectonico-3d-con-revit/>

Dimensión BIM 4D:

En el contexto del Modelado de la Información de la Construcción (BIM), se incorpora la dimensión del tiempo como una variable importante. Al modelar elementos, se agrega el uso de parámetros temporales permite una mayor precisión al definir el estado y la condición de un proyecto en diferentes momentos. Al incluir la dimensión temporal en el modelo, es posible realizar simulaciones de las distintas fases de ejecución y evaluar posibles retrasos o adelantos en el proyecto. Además, BIM facilita la generación de diagramas temporales convencionales, como el diagrama de Gantt, ampliamente utilizado en la planificación y programación de actividades en proyectos de construcción. Estos diagramas proporcionan una representación visual clara de las tareas que deben llevarse a cabo, y su secuencia en el tiempo. (Gonzales Perez, 2015)

Dimensión BIM 5D

Incluye todos los aspectos relacionados con el control de costos y estimaciones de gastos del proyecto. Cada elemento representado en el modelo tiene un costo asociado, lo que facilita la

realización de análisis presupuestarios detallados sin necesidad de trabajo adicional, ya que la información se obtiene directamente del modelo. Además, permite realizar predicciones más precisas sobre posibles desviaciones del proyecto y determinar los recursos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos. (Gonzales Perez, 2015).

Niveles de detallado de información

LOD. - (Level of Development) El Nivel de Desarrollo de la Información (LOD, por sus siglas en inglés) se refiere al grado de madurez o nivel de detalle que tiene la información de un elemento específico dentro del modelo. El LOD se aplica a componentes individuales, sistemas constructivos o ensamblajes del edificio. Es importante destacar que el LOD no se refiere a la totalidad del proyecto en su conjunto y tampoco está vinculado a una fase específica de desarrollo o construcción.

El LOD se utiliza para establecer la calidad y el nivel de detalle de la información asociada a cada elemento dentro del modelo BIM. Los diferentes niveles de LOD representan distintos grados de información, que van desde representaciones conceptuales hasta detalles precisos. A medida que el proyecto avanza en su desarrollo, se espera que los elementos del modelo alcancen un mayor nivel de detalle y precisión. El LOD es una herramienta útil para comunicar claramente el grado de información disponible y ayudar en la toma de decisiones durante el ciclo de vida del proyecto. (Imasgal, 2022)

LOD 100.- En este nivel, los elementos se enumeran de manera genérica, sin requerir una definición geométrica específica. Se trata de un nivel conceptual donde se identifican los elementos sin entrar en detalles de diseño. (Imasgal, 2022)

LOD 200.- En este nivel se necesita una representación gráfica parcial del elemento, donde se detallan cantidades aproximadas, tamaño y/o ubicación en relación al proyecto

evaluado. Aunque la definición no es completa, proporciona información visual que permite comprender la apariencia y la posición aproximada del elemento en cuestión. (Imasgal, 2022)

LOD 300.- En este nivel, la definición gráfica del modelo debe ser completa y precisa. Esto implica que la información representada incluye cantidades, forma, dimensiones y ubicación exacta del elemento. Además, en este nivel es posible obtener información no gráfica, lo que significa que se pueden extraer datos específicos relacionados con el elemento que no están necesariamente representados visualmente. (Imasgal, 2022)

LOD 350.- Este nivel es similar al LOD 300, pero se distingue por incluir la detección de interferencias entre diferentes elementos. Se utiliza en proyectos donde se desea analizar de manera independiente las disciplinas especializadas, identificando y resolviendo posibles conflictos o choques entre los elementos. Esto permite garantizar la coordinación adecuada entre las diferentes disciplinas y optimizar el diseño y la planificación del proyecto.(Imasgal, 2022).

LOD 400.- Este nivel se caracteriza principalmente por una definición geométrica completa del elemento, que incluye su posición, el tipo de uso previsto y detalles exhaustivos sobre cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. Además de la representación gráfica detallada, este nivel también puede contener información no gráfica relacionada con los elementos del modelo (Imasgal, 2022).

LOD 500.- Este nivel representa un nivel de detalle completo que incluye todos los detalles especificados en niveles anteriores. Permite verificar y confirmar la información en relación al proyecto ejecutado, también conocido como nivel de detalle constructivo. En este nivel, se proporciona un nivel de detalle máximo en términos de geometría, especificaciones y datos técnicos, lo que permite una representación precisa y completa del elemento en el modelo BIM “as built”, (Imasgal, 2022).

En la figura 2.2 se muestran los diferentes niveles de desarrollo de la información en la metodología BIM.

Figura 2.2

Niveles de desarrollo de la metodología BIM



Nota: extraído de página web: <https://biblus.accasoftware.com/es/lod-y-loin-en-bim/>

CAPITULO III RECOLECCION DE DATOS

3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Las labores en terreno relacionadas con el levantamiento topográfico de la infraestructura y del terreno que pertenece a la Institución Educativa (I.E.).50589, se hizo por objeto de establecer la disposición del terreno y la localización precisa de todos los elementos presentes. Conformantes de la infraestructura existente, así como de las zonas aledañas que servirán para el buen emplazamiento de la infraestructura educativa del proyecto.

3.1.1. Metodología empleada

3.1.1.1. Trabajo en campo

El trabajo de levantamiento topográfico se realizó el 23 de agosto del 2019.y tuvo el siguiente procedimiento:

Primero: Reconocimiento del campo, se ubica la zona atreves de datos de mapa y la presencia de los investigadores en campo, donde se tomarán los datos, para el desarrollo del proyecto

Segundo: Se utilizaron los puntos esenciales previamente establecidos, como los vértices del terreno, las esquinas de las edificaciones existentes, los puntos relevantes de los terrenos adyacentes, los límites de propiedad y la ubicación de las calicatas.

Tercero: Se complementó la información anterior mediante la medición utilizando una cinta métrica metálica, con el propósito de verificar los detalles internos de las edificaciones existentes. Esto incluyó la medición de la longitud de los muros colindantes, las dimensiones de las puertas y ventanas adyacentes, entre otros aspectos.

Cuarto: Tomar puntos de control BM (Bench Mark), los puntos bases fijos que se tomaran son los que están fijos en la vereda de la edificación

Quinto: Seguidamente se tomarán los datos de campo y todo ese base de datos serán almacenados y llevados a gabinete para su análisis

3.1.1.2. Trabajo de gabinete

Con todo el dato obtenido de campo, se procedió a importar los datos que fueron almacenados en la estación total hacia la computadora para, seguidamente realizar o calcular los siguientes parámetros del terreno que son: área, perímetro poligonal, descripción de edificaciones existentes entre otras que son muy importantes para el proyecto.

3.1.2. Puntos importantes en tomar cuenta

Puntos de control geodésico

Los puntos de control geodésicos, son puntos identificados que señalan una localización geográfica exacta de la ubicación del proyecto estableciendo una red de triangulación conectada con otros puntos geodésicos. En el distrito de Huayllabamba, más específicamente en la Comunidad de Racchi y sus alrededores no se cuenta con puntos de control geodésico. Por lo cual se utilizó un GPS Map 60CS de la marca GARMIN Bench Mark (BM's). Se registraron un total de 03 Bench Mark en el interior del perímetro del terreno. En las siguientes tablas: 3.1, 3.2 y 3.3 se muestran los puntos junto con sus propiedades específicas.

Tabla 3.1*Punto de base topográfico del BM1*

Ficha de descripción del BM		Categoría BM
Nombre del punto BM-01		Técnica de medición Nivelación geométrica
Descripción		Coordenadas UTM WGS - ZONA 18L
BM-01 es una zona donde se demolerá y se recomienda trasladar a una zona fuera de la construcción.		E:816,483.89 N:8'520,822.22
Equipo estación total Topcon OS-205	Fecha 23 de agosto 2019	Altura (m,s,n,m) 3,699.70 m,s,n,m
		Ubicación Centro poblado de Racchi pertenece al distrito Huayllabamba

Nota. Datos sacados del perfil de proyecto de municipalidad distrital de Huayllabamba

Tabla 3.2*Punto de base topográfico del BM2*

Ficha de descripción del BM		Categoría BM
Nombre del punto BM-02		Técnica de medición Nivelación geométrica
Descripción		Coordenadas UTM WGS - ZONA 18L
BM-02 es una zona donde se demolerá y se recomienda trasladar a una zona fuera de la construcción.		E:816,642.28 N:8'520,804.92
Equipo estación total Topcon OS-205	Fecha 23 de agosto 2019	Altura.(m,s,n,m) 3,700.72 m,s,n,m
		Ubicación Centro poblado de Racchi pertenece al distrito Huayllabamba

Nota. Datos sacados del perfil de proyecto de municipalidad distrital de Huayllabamba

Tabla 3.3*Punto de base topográfico del BM3*

Ficha de descripción del BM		Categoría BM
Nombre del punto BM-03		Técnica de medición Nivelación geométrica
Descripción		Coordenadas UTM WGS - ZONA 18L
BM-03 es una zona donde se demolerá y se recomienda trasladar a una zona fuera de la construcción.		E:816,442.34 N:8'520,797.08
Equipo estación total Topcon OS-205	Fecha 23 de agosto 2019	Altura.(m,s,n,m) 3,701.02 m,s,n,m
		Ubicación Centro poblado de Racchi perteneciente al distrito Huayllabamba

Nota. Datos sacados del perfil de proyecto de municipalidad distrital de Huayllabamba

3.1.3. Equipos usados en el trabajo de campo

En concordancia a la naturaleza del trabajo encomendado se utilizó el siguiente equipo: 01 estación total, Topcon OS-205, prismas, jalones wincha y otras herramientas básicas para trabajo de campo.

3.1.4. Características del terreno:

Posee una forma de polígono irregular, presenta un relieve topográfico con una inclinación de Sur a Norte de 0° a 0.61° grados, y un porcentaje de pendiente de 1.1 %, el terreno tiene características entre suave a moderada pendiente para el desarrollo del proyecto.

No existe muchas interferencias en las zonas de proyecto, solo que los bloques A, B y C tendrán que ser demolidas para construir la nueva edificación.

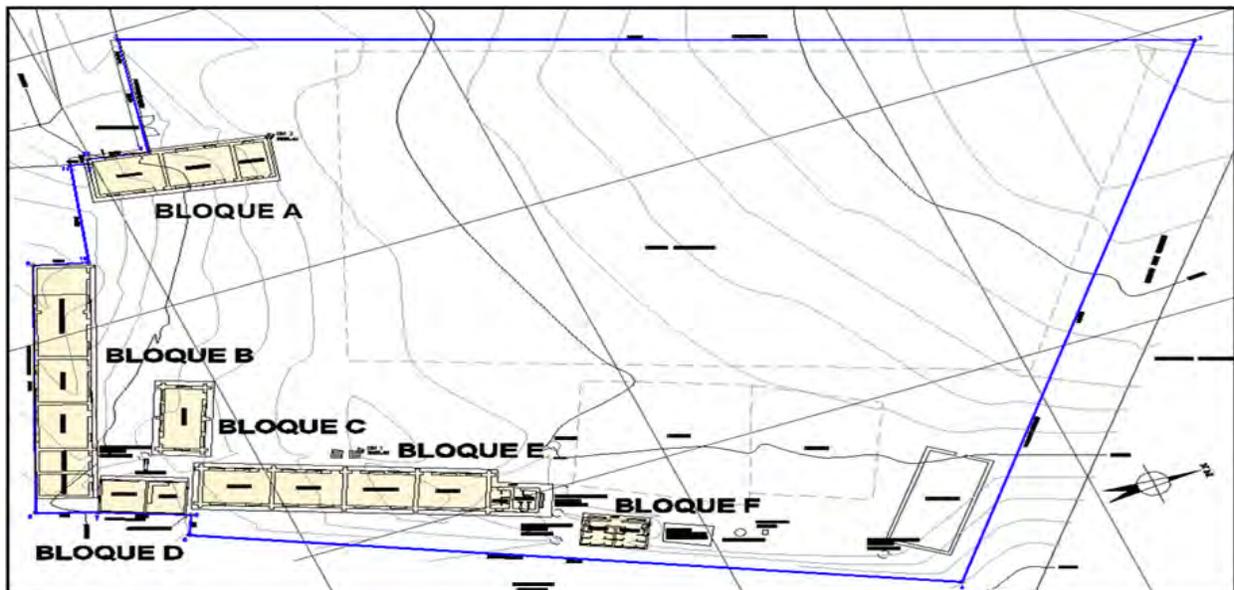
Los puntos de control tendrán que trasladarse, porque se ubican en las zonas donde se construirá el proyecto nuevo.

El área y el perímetro calculado son: 12671.21 m² y perímetro 476.38 ml

En la figura 3.1 se observa el plano planimétrico con los respectivos módulos existentes y también en la tabla 3.4 se muestra las coordenadas de la poligonal del terreno, vértices y perímetro.

Figura 3.1

Plano planimétrico de construcciones existentes



Nota. Perfil de la Municipalidad Distrital de Huayllabamba

Tabla 3.4*Coordenadas UTM y perímetro del emplazamiento del proyecto*

NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACION					
LADO VERTIC E	PV	DISTANCIA	ANG. INTERNO	COORDENADAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)
1	1-2	21.25m	271°40'37"	816422.4564	8520807.5392
2	2-3	141.35m	79°0'30"	816401.5680	8520811.4550
3	3-4	105.02m	73°6'27"	816453.6230	8520942.8690
4	4-5	101.74m	102°3'0"	816535.8090	8520877.4910
5	5-6	3.76m	90°56'58"	816490.4900	8520786.4040
6	6-7	12.24m	271°43'15"	816487.0984	8520788.0219
7	7-8	8.17m	182°48'42"	816482.1630	8520776.8220
8	8-9	45.91 m	89°50'37"	816479.2396	8520769.1945
9	9-10	7.32m	93°47'27"	816436.4146	8520785.7419
10	10-11	18.20m	273°19'59"	816438.5949	8520792.7268
11	11-12	2 36m	87°31'25"	816420.9380	8520797.1300
12	12-13	0.91m	274°29'29"	816421.6074	8520799.3930
13	13-1	8.15m	89°41'35"	816420.7220	8520799.5810
TOTAL		476.38m	1980°0'1"		

Nota: origen de perfil de municipalidad de Huayllabamba

3.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOLOGICO

3.2.1. Información previa del terreno a investigar

Marco normativo

El análisis de suelos se ha llevado a cabo siguiendo las directrices y sugerencias establecidas en la Norma Técnica de Edificación NTE E-050 Cimentaciones del Reglamento Nacional de Construcciones. Esto implica el cumplimiento de las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) y AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) para la realización de ensayos y análisis de laboratorio.

Las tareas de campo relacionadas con la mecánica de suelos de la infraestructura y terreno perteneciente a la I.E. 50589, se hizo por objeto determinar las propiedades mecánicas

del suelo, comportamiento frente a cargas y otras agentes como el agua que son muy importantes para hallar la carga admisible y asentamiento de una cimentación.

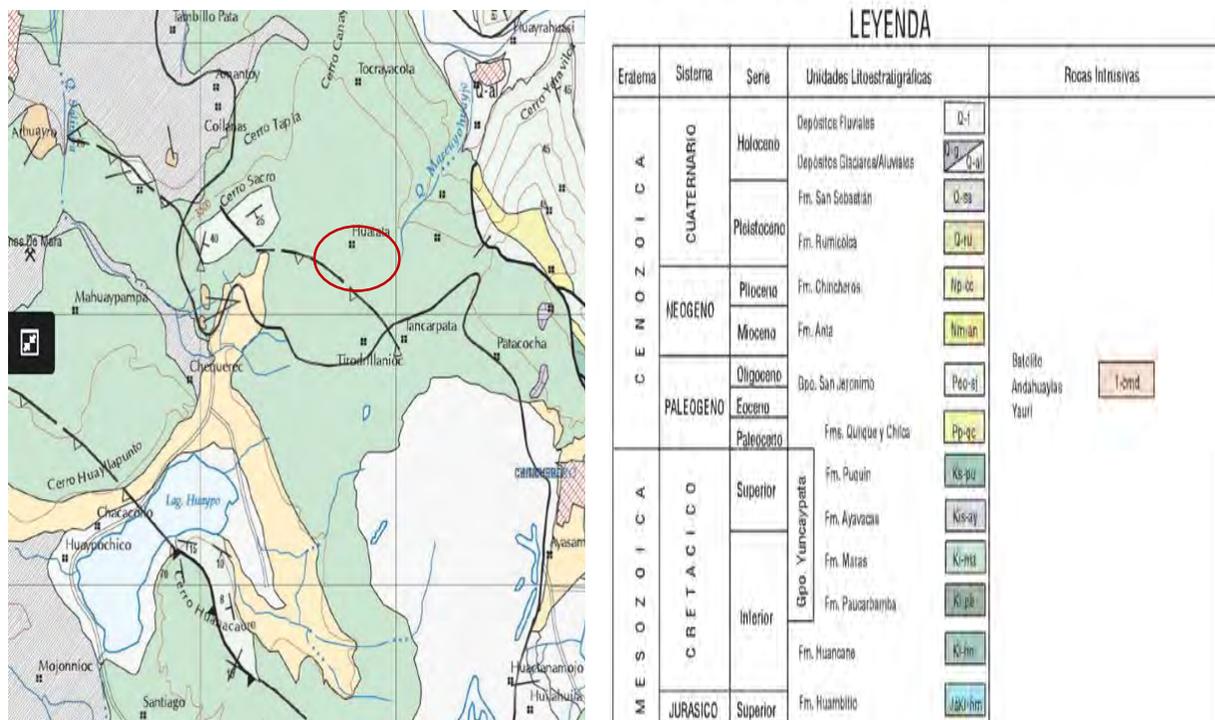
3.2.2. Información previa para realizan trabajos de campo y laboratorio

Geología Local.

La conformación geológica que presenta la zona, según se observa en plano geológico del cuadrángulo de Urubamba (27-r), corresponde a afloramientos importantes de depósitos aluviales (Qr-al) de la Formación Copacabana de origen cuaternario reciente. Se encontró mediante calicatas un suelo fino de origen aluvial y de alto estado de consolidación. En la figura 3.2 se muestra clasificación geológica en modo de un círculo de la zona, donde se emplazará la infraestructura educativa.

Figura 3.2

Mapa geológico donde se ubicará el proyecto



Nota. Los datos extraídos ingente (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico)

3.2.3. Trabajo de campo

Ubicación de calicatas

Para ubicar los pozos de exploración (calicatas), se llevó a cabo de acuerdo con el Reglamento nacional de edificaciones (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES) donde indica la cantidad mínima, profundidad y otros requerimientos que se deberán cumplir dependiendo del tipo de proyecto, en el caso del proyecto de institución educativa primaria Racchi, según la clasificación de la norma que se visualiza en la tabla 3.5 es un tipo III y como recomendación mínima es 3 calicatas.

Tabla 3.5

Número puntos de exploración en función tipo de edificación

NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACION	
Tipo de edificación de obra (Tabla 1)	Número de puntos de exploración (n)
I	uno por cada 225 m ² de área techada del primer piso
II	uno por cada 450 m ² de área techada del primer piso
III	uno por cada 900 m ² de área techada del primer piso*
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habilitación urbana para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habitar

* Dentro de esta categoría se incluyen las plantas de tratamiento de agua en la que se considera en lugar de área techada, el área en planta de la misma. nunca será menor de 3

Nota. Origen reglamento nacional de edificaciones (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES)

El área del techada de la edificación es de 1028.74 m² que usando la tabla anterior se calcula $1028.74 / 900 = 1.14$ el mínimo número de calicatas por reglamento son 3, pero por criterio del caso se realizaron otras calicatas en el centro del patio y perímetro del cerco. En la

Tabla 3.6 se muestra el número de calicatas desarrollados y la profundidad de exploración, estos serán comparados con la normativa vigente.

Tabla 3.6

Representación de calicatas y su profundidad

	Unidad	RNE (min)	Campo
Numero calicatas	Puntos	3	5
Profundidad	Metros	3	3

Nota. Elaboración propia

En el caso del proyecto es una institución educativa el cual, de acuerdo a las normas y criterios, se toman puntos de localización de las calicatas de acuerdo a coordenadas UTM, que se muestran en la figura 3.3 y la tabla 3.7.

Figura 3.3

Posición de las calicatas en el emplazamiento del proyecto



Nota. Elaboración propia

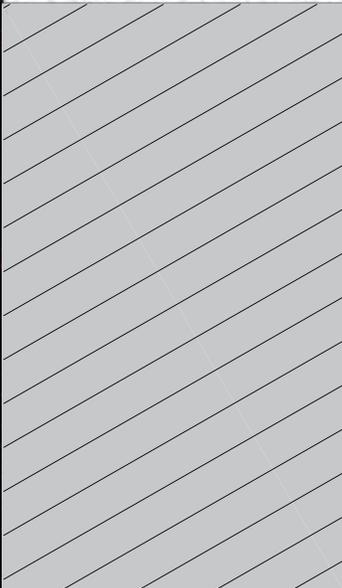
Tabla 3.7*Ubicación por coordenadas de las calicatas*

Ubicación por coordenadas de las calicatas			
CALICATA	X	Y	Z
C-01	816418.363	8520910.93	3665.2
C-02	816453.709	8520868.99	3664.8
C-03	816443.898	8520879.87	3665.2
C-04	816445.444	8520806.64	3666.2
C-05	816470.409	8520829.41	3665.2

Nota. Elaboración propia

La descripción estratigráfica y profundidad de la exploración del suelo en la calicata estándar que muestra la figura 3.4, donde el primer estrato que abarca desde 0.00 a -0.40 m, consiste en un suelo orgánico de cultivo compuesto por arcillas, arenas arcillosas y arcillas con grava que contiene raíces. El segundo estrato, que se extiende desde -0.40 m a -3.00 m, corresponde a un suelo de partículas finas identificado como arcilla de mediana plasticidad con presencia de arena. Este suelo presenta un color rojizo y una consistencia media. Durante la investigación, no se encontraron evidencias de un nivel freático superficial ni se observaron variaciones abruptas en el suelo.

Figura 3.4*Excavación de la calicata y estratigrafía del terreno*

ESC.	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓN	COTA
		MATERIAL ALUVIAL FINO	-0.40
-0.50		SUELO DE PARTICULAS FINAS ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD CON ARENA CL	-3.00

Nota. Elaboración propia

Muestreo

Para la obtención de muestras se tomaron de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, donde la figura 3.5 indica: los tipos, normas aplicables, formas de obtención, estados y características de las muestras de suelo.

Figura 3.5

Imagen de los tipos de muestra tomada del RNE, E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES

TABLA 4				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubo de pared delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

Nota. Elaboración propia

En el caso de la edificación se obtuvieron muestras como alteradas y no alteradas de las respectivas calicatas y estas se muestran en la tabla 3.8 con su respectivo método de obtención.

Tabla 3.8

Número de muestras obtenidas de campo

	Muestras inalteradas	Muestras alteradas
Numero muestras	5	5
Forma de obtener	Tubos de pared delgada	Bolsas de plástico

Nota. Elaboración propia

3.2.4. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio, se hicieron en base al Manual de Ensayo de Materiales, y la NORMA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, siendo los siguientes:

3.2.4.1. El Análisis granulométrico de suelos por tamizado: norma NTP 339.128 (ASTM D-422-63).

El objetivo principal consiste en determinar la proporción de las medidas de las partículas que se encuentran en una muestra de suelo. Esto permite clasificar el suelo utilizando sistemas como AASHTO (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte) o SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). Para lograrlo, se emplean Tamices calibrados y con numeración definida que se disponen en orden descendente. La muestra de suelo se pasa a través de los tamices y se registra la retención de suelo en cada uno de ellos. A continuación en la tabla 3.9 se analiza y se presenta la distribución de los tamaños de las partículas presentes en la muestra. Esto proporciona información fundamental para comprender las características y propiedades del suelo en cuestión.

Tabla 3.9:*La granulometría del suelo del proyecto Racchi*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (VIA HUMEDA) NTP-339.128 - ASTM-D4318					
HABERTURA DE TAMIZ		PASA	PASANTE	RETENIDO	RETENIDO
Tamiz	(mm)	(%)	(%)	Acumulado (%)	parcial (%)
4"	100	100	100	0	0
3"	75	100	100	0	0
2 1/2"	63	100	100	0	0
2"	50	100	100	0	0
1 1/2"	40	100	100	0	0
1"	25	100	100	0	0
3/4"	20	100	100	0	0
1/2"	12.5	100	100	0	0
3/8"	10	100	100	0	0
1/4"	6.3	95.12	95.12	4.88	4.88
#4	4.75	90.46	90.46	9.54	4.66
#10	2	86.24	86.24	13.76	4.22
-	1.25	77.32	77.32	22.68	8.92
#40	0.45	72.45	72.45	27.55	4.87
#100	0.15	67.09	67.09	32.91	5.36
#200	0.075	62.34	62.34	37.66	4.75

Nota. Elaboracion propia

3.2.4.2. Cálculo del límite de flujo del suelo (Norma NTP 339.129 (ASTM D-4318)).

Es el nivel de humedad, expresado en forma de porcentaje, del suelo que ha sido secado en el horno y se encuentra en el punto en el cual se sitúa en el límite entre su estado plástico y su estado líquido.

En la figura 3.6 se muestran los equipos y la realización de laboratorio del límite líquido del proyecto. Que son: la cuchara de Casagrande, pipetas, pocillos y anotes que servirán para la estimación del límite de flujo.

Figura 3.6

Materiales y determinación de límite líquido del suelo del proyecto



Nota. Elaboracion propia

3.2.4.3. Determinación del límite plástico (L.P.) (Norma NTP 339.129 (ASTM D-4318))

El límite plástico se refiere al nivel de humedad, expresado en forma de porcentaje, en el cual un suelo experimenta un cambio de consistencia de plástica a semisólida al reducir su contenido de humedad, o de semisólida a plástica al aumentar su contenido de humedad. Es el límite inferior que define el punto en el que el suelo transita entre estos estados de consistencia. En la figura 3.7 se muestra los equipos y la realización de laboratorio del límite plástico del proyecto.

Figura 3.7:

Determinación del límite plástico



Nota. Elaboracion propia

3.2.4.4. Resumen del análisis de laboratorio

Los ensayos de laboratorio de las calicatas, se presentan en las tablas, tabla 3.10, y tabla 3.11 respectivamente.

Tabla 3.10*Resumen de límite líquido y plástico de calicatas*

MUESTRA	POZO	ESTRATO N°	PROFUNDIDAD	C. A. %	LP %	LL %	IP %
1	C-01	E-02	0,40 – 3.00	10,53	13,50	33,57	20,07
2	C-02	E-02	0,40 – 3.00	14,61	11,47	32,39	20,92
3	C-03	E-02	0,40 – 3.00	8,73	11,45	26,95	15,50
4	C-04	E-02	0,40 – 3.00	11,17	11,36	29,96	18,60
5	C-05	E-02	0,20 – 3.00	8,40	15,42	23,97	8,54

Nota. Elaboracion propia**Tabla 3.11***Determinación y clasificación tipo suelo*

Pozo y/o Calicata (C)	N°	CLASIFICACION SUCS	Descripción	Color
C-01	E-02	CL	Arcilla ligera	Marrón
C-02	E-02	CL	Arcilla ligera	Marrón
C-03	E-02	CL	Arcilla ligera con arena	Marrón
C-04	E-02	CL	Arcilla ligera con arena	Marrón
C-05	E-02	CL	Arcilla ligera con arena	Marrón

Nota. Elaboracion propia

Los parámetros de diseño de cimentación se muestran en la tabla 3.12 que se obtuvieron como sigue.

Tabla 3.12*Parámetros para suelo para calculo capacidad portante suelo*

Pozos y/o Calicatas (C)	Caracterización de Estratos					
	Estrato (E)	Profundidad Media (m)	ϕ (°)	C Kg/cm ²	γ tn/m ³	γ_{sat} tn/m ³
C-01	E – 1	0.00 m. – 0.40 m.	-	-	-	-
	E – 2	0.40 m. – 3 m.	6.00	0.61	1.76	1.88
C-02	E – 1	0.00 m. – 0.40 m.	-	-	-	-
	E – 2	0.40 m. – 3 m.	9.00	0.67	1.88	1.9
C-03	E – 1	0.00 m. – 0.40 m.	-	-	-	-
	E – 2	0.40 m. – 3 m.	4.00	0.62	1.89	1.9
C-04	E – 1	0.00 m. – 0.40 m.	-	-	-	-
	E – 2	0.40 m. – 3 m.	4.30	0.6	1.87	1.9
C-05	E – 1	0.00 m. – 0.40 m.	-	-	-	-
	E – 2	0.40 m. – 3 m.	4.50	0.5	1.86	1.9

Nota. Elaboracion propia**3.2.5. Evaluación de la capacidad portante y consolidación****3.2.5.1. Capacidad de carga****a. Perfil del Suelo**

Caracterización del suelo obtenido a través de las calicatas hasta la profundidad de investigación se compone de los siguientes estratos, los cuales se presentaron en la Tabla 3.11 de resumen de ensayos de campo.

b. Nivel Freático

En relación a las Calicatas investigadas: C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 no fue identificada la presencia del Nivel Freático a la profundidad promedio de investigación de 3.00 m, tal como se advierte en las imágenes.

c. Efecto del Sismo

Según la Norma de Diseño Sismo Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se establece la Zonificación Sísmica del Perú, la Región Cusco se identifica en la Zona 2. En la figura 3.8 del mapa peruano y todas las zonas de clasificación sísmica.

Figura 3.8

Zonificación sísmica del Perú



Nota. origen reglamento nacional de edificación (2018_E030)

La Región Cusco se clasifica en la Zona 2 Según la clasificación sísmica del Perú establecida en la Norma de Diseño Sismo Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones. El factor de zona correspondiente, denotado como "Z", es igual a 0.25.

d. Condiciones geotécnicas.

- Perfiles de suelo.
- Perfil tipo So: Roca dura.
- Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos.
- Perfil tipo S2: Suelos intermedios
- Perfil tipo S3: Suelos blandos. (Perfil de suelo del presente proyecto)
- Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales.

En la tabla 3.13 se observa la clasificación del suelo de acuerdo a diferentes variables entre ellos, velocidad, número de golpes y esfuerzos de corte del suelo.

Tabla 3.13

Clasificación suelo función variable

Tabla N° 2			
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N 60	Su
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S	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		

Nota. origen reglamento nacional de edificación (2018_E030)

Basado en los ensayos de caracterización y durabilidad mecánica, el perfil del suelo en el proyecto actual se clasifica como S3.

e. **Parámetros de sitio (S, Tp y Tl)**

Tabla 3.14

Calculo parámetro de factor S

Tabla N° 3				
FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota. origen reglamento nacional de edificación (2018_E030)

En el presente análisis se toman en cuenta los parámetros que se detallan a continuación:

Para S3 y Z2, se tienen:

$$S = 1.40.$$

Tabla 3.15

Cálculo de parámetros Tp y Tl

Tabla N° 4				
PERIODOS "Tp " Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
Tp (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota. origen reglamento nacional de edificación (2018_E030)

$$TP = 1, \text{ y } TL = 1.6$$

3.2.5.2. Calculos y analisis de capacidad portante y asentamiento del suelo

- **Calicata 01**

a) Prof. encaje: 1.00 m.

DATOS GENERALES

Ancho cimentación	2,0	m
Largo cimentación	2,0	m
Profundidad plano de cimentación	1,0	m
Altura de encaje	1,0	m
Inclinación plano de cimentación	0,0°	
Inclinación talud	0,0°	
Factor de seguridad (Fc)	3,0	
Factor de seguridad (Fq)	2,5	
Factor de seguridad (Fg)	3,0	
Aceleración máxima horizontal	0,0	
Asientos después de T años	0,0	

b) Estratigrafía Terreno

DH: Espesor del estrato; Gam: Peso específico; Gams: Peso específico saturado; Fi: Ángulo de rozamiento interno; Ficorr: Ángulo de rozamiento interno corregido según Terzaghi; c: Cohesión; c Corr: Cohesión corregida según Terzaghi; Ey: Módulo elástico; Ed: Módulo edométrico; Ni: Poisson; Cv: Coef. Consolidac. Primaria; Cs: Coef. Consolidación secundaria; cu: Cohesión sin drenar

Tabla 3.16*Estratigrafía del terreno en la calicata N° 1*

DH (m)	Gam (Kg/m ³)	Gams (Kg/m ³)	Fi (°)	Fi Corr. (°)	c (Kg/cm ²)	c Corr. (Kg/cm ²)
0,4	1420,0	1870,0	28,0	19,61	0,0	0,0
3,0	1890,0	1900,0	4,0	2,68	0,6	0,402

Nota. Elaboración propia

Acciones de proyecto - Estado límite de daño [S.L.D.]

Fuerza vertical [V]	32000,0	Kg
Fuerza horizontal [HB]	0,0	Kg
Fuerza horizontal [HL]	0,0	Kg
Excentricidad en B [eB]	0,0	m
Excentricidad en L [eL]	0,0	m

Acciones de proyecto - Estado límite último [S.L.U.]

Fuerza vertical [V]	32000,0	Kg
Fuerza horizontal [HB]	0,0	Kg
Fuerza horizontal [HL]	0,0	Kg
Excentricidad en B [eB]	0,0	m
Excentricidad en L [eL]	0,0	m

CARGA ÚLTIMA SEGÚN MEYERHOF (1963) (Condición drenada)

Factor Nq	1,27	
Factor Nc	5,81	
Factor Ng	0,02	
Factor Sc	1,22	
Factor Dc	1,1	
Presión última	3,15	Kg/cm ²
Presión admisible	1,05	Kg/cm ²

c) Asiento por estrato

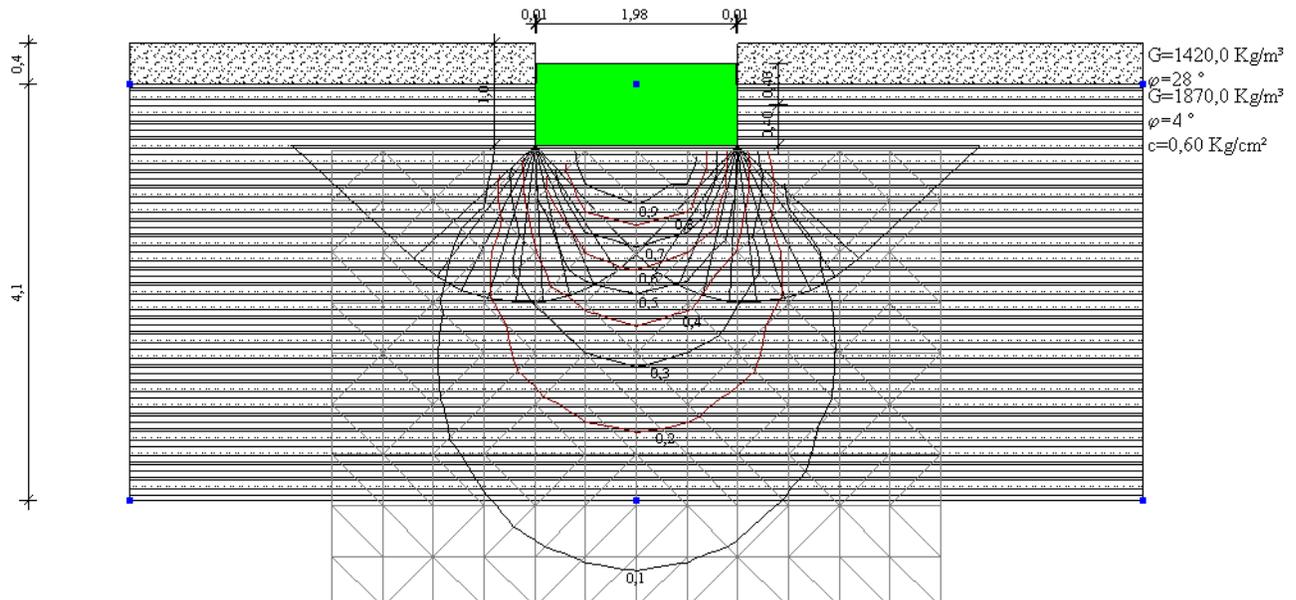
Asiento edométrico calculado con: Método consolidación unidimensional de Terzaghi

Z: Profundidad promedio del estrato; Dp: Incremento de tensiones; Wc: Asiento de consolidación; Ws: Asiento secundario (deformaciones viscosas); Wt: Asiento total.

Tabla 3.17*Asentamiento de calicata 01*

Estrato	Z (m)	Tensión (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Método	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2,75	0,496	0,254	Edométrico	1,776	0,0	1,776

Asiento total Wt=1,776 cm

*Nota. Elaboracion propia***Figura 3.9***Líneas de interacción de esfuerzos sobre el suelos**Nota. Elaboracion propia*

a) Prof. Encaje: 1.20 m.

DATOS GENERALES

Ancho cimentación	2,0	m
Largo cimentación	2,0	m
Profundidad plano de cimentación	1,2	m
Altura de encaje	1,2	m
Inclinación plano de cimentación	0,0°	
Inclinación talud	0,0°	
Factor de seguridad (Fc)	3,0	
Factor de seguridad (Fq)	2,5	
Factor de seguridad (Fg)	3,0	
Aceleración máxima horizontal	0,0	
Asientos después de T años	0,0	

b) Estratigrafía Terreno

DH: Espesor del estrato; Gam: Peso específico; Gams: Peso específico saturado; Fi: Ángulo de rozamiento interno; Ficorr: Ángulo de rozamiento interno corregido según Terzaghi; c: Cohesión; c Corr: Cohesión corregida según Terzaghi; Ey: Módulo elástico; Ed: Módulo edométrico; Ni: Poisson; Cv: Coef. consolidac. Primaria; Cs: Coef. Consolidación secundaria; cu: Cohesión sin drenar.

Tabla 3.18*Asentamiento de calicata a 1.20 de profundidad*

DH	Gam	Gams	Fi	Ficorr.	c	c Corr.
(m)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)	(°)	(°)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
0,4	1420,0	1870,0	28,0	19,61	0,0	0,0
4,1	1870,0	1900,0	4,0	2,68	0,6	0,402

Nota. Elaboración propia

Acciones de proyecto - Estado límite de daño [S.L.D.]		
Fuerza vertical [V]	32000,0	Kg
Fuerza horizontal [HB]	0,0	Kg
Fuerza horizontal [HL]	0,0	Kg
Excentricidad en B [eB]	0,0	m
Excentricidad en L [eL]	0,0	m

Acciones de proyecto - Estado límite último [S.L.U.]		
Fuerza vertical [V]	32000,0	Kg
Fuerza horizontal [HB]	0,0	Kg
Fuerza horizontal [HL]	0,0	Kg
Excentricidad en B [eB]	0,0	m
Excentricidad en L [eL]	0,0	m

CARGA ÚLTIMA SEGÚN MEYERHOF (1963) (Condición drenada)

Factor Nq	1,27	
Factor Nc	5,81	
Factor Ng	0,02	
Factor Sc	1,22	
Factor Dc	1,13	
Presión última	3,21	Kg/cm ²
Presión admisible	1,07	Kg/cm ²

c) Asientos por estrato

Se obtuvo el asiento isométrico mediante el cálculo utilizando el método de consolidación unidimensional de Terzaghi. Los parámetros utilizados fueron: Z para representar la profundidad habitual del estrato, Dp para denotar el aumento de cargas, Wc para indicar el asiento de consolidación, Ws para representar el asiento secundario debido a las deformaciones viscosas, y Wt para denotar el asiento total.

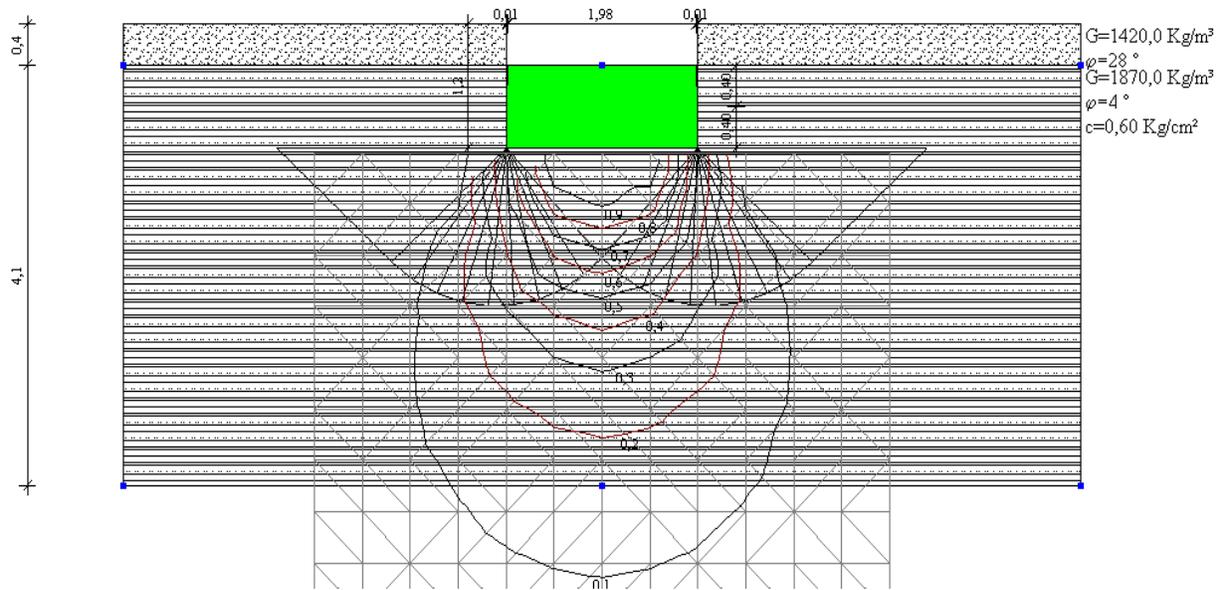
Tabla 3.19:

Asentamiento de suelo profundidad 1.20 m

Estrato	Z (m)	Tensión (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Método	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2,85	0,515	0,257	Edométrico	1,696	0,0	1,696

Asiento total Wt=1,696 cm

Nota. Elaboración propia

Figura 3.10:*Líneas de esfuerzo sobre el suelo a 1.20 m profundidad**Nota. Elaboración propia***a) Prof. Encaje: 1.50 m.****DATOS GENERALES**

Ancho cimentación	2,0	m
Largo cimentación	2,0	m
Profundidad plano de cimentación	1,2	m
Altura de encaje	1,2	m
Inclinación plano de cimentación	0,0°	
Inclinación talud	0,0°	
Factor de seguridad (Fc)	3,0	
Factor de seguridad (Fq)	2,5	
Factor de seguridad (Fg)	3,0	
Aceleración máxima horizontal	0,0	
Asientos después de T años	0,0	

b) Estratigrafía terreno

DH: Espesor del estrato; Gam: Peso específico; Gams: Peso específico saturado; Fi: Ángulo de rozamiento interno; Ficorr: Ángulo de rozamiento interno corregido según Terzaghi; c: Cohesión; c Corr: Cohesión corregida según Terzaghi; Ey: Módulo elástico; Ed: Módulo edométrico; Ni: Poisson; Cv: Coef. consolidac. primaria; Cs: Coef. Consolidación secundaria; cu: Cohesión sin drenar

Tabla 3.20

Asentamiento de calicata 03

DH (m)	Gam (Kg/m ³)	Gams (Kg/m ³)	Fi (°)	Fi Corr. (°)	c (Kg/cm ²)	c Corr. (Kg/cm ²)
0,4	1420,0	1870,0	28,0	19,61	0,0	0,0
4,1	1870,0	1900,0	4,0	2,68	0,6	0,402

Nota. Elaboración propia

Acciones de proyecto - Estado límite de daño [S.L.D.]

Fuerza vertical [V]	32000,0	Kg
Fuerza horizontal [HB]	0,0	Kg
Fuerza horizontal [HL]	0,0	Kg
Excentricidad en B [eB]	0,0	m
Excentricidad en L [eL]	0,0	m

Acciones de proyecto - Estado límite último [S.L.U.]

Fuerza vertical [V]	32000,0	Kg
Fuerza horizontal [HB]	0,0	Kg
Fuerza horizontal [HL]	0,0	Kg
Excentricidad en B [eB]	0,0	m
Excentricidad en L [eL]	0,0	m

CARGA ÚLTIMA SEGÚN MEYERHOF (1963) (Condición drenada)

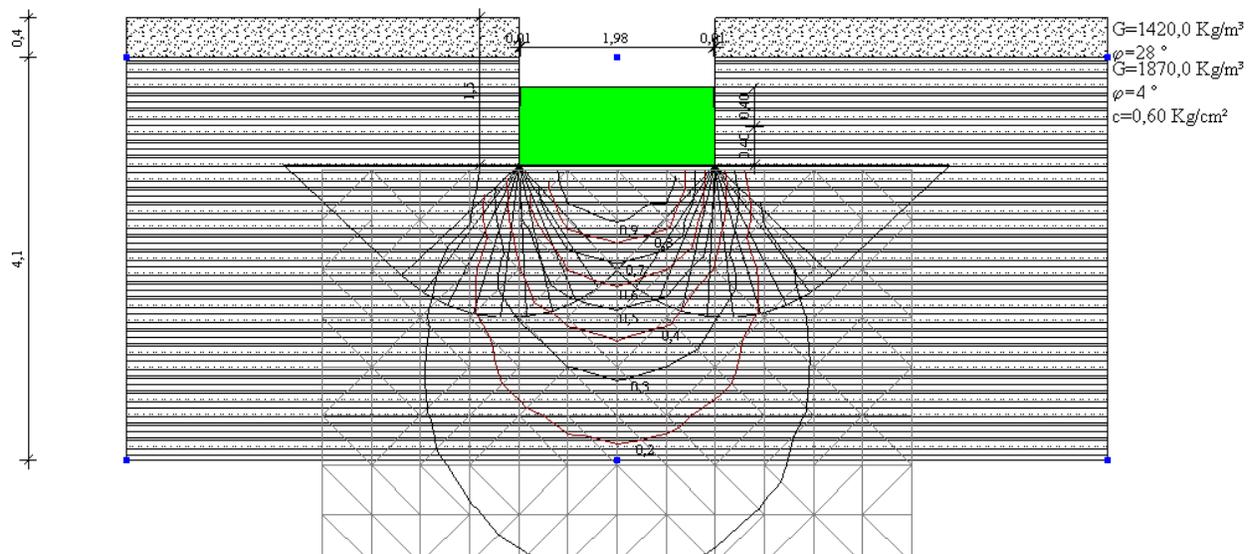
Factor Nq	1,27	
Factor Nc	5,81	
Factor Ng	0,02	
Factor Sc	1,22	
Factor Dc	1,16	
Presión última	3,3	Kg/cm ²
Presión admisible	1,1	Kg/cm ²

c) Asientos por estrato

El cálculo del asiento edométrico se realiza empleando la técnica de consolidación unidimensional de Terzaghi. Esta técnica tiene en cuenta diversos parámetros, como Z que representa la profundidad regular del estrato, De que es el aumento de cargas, que indica el asiento de consolidación, Ws que representa el sentamiento adicional debido a deformaciones inelásticas, y Wt que denota el asentamiento global.

Tabla 3.21*Asentamiento de suelo para profundidad 1.50m*

Estrato	Z (m)	Tensión (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Método	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	3	0,543	0,26	Edométrico	1,561	0,0	1,561

Asiento total Wt=1,561 cm*Nota.* Elaboración propia**Figura 3.11***Líneas de esfuerzo sobre el suelo a 1.20 m profundidad**Nota.* Elaboración propia

En la tabla 3.22 se presenta una síntesis de la capacidad de la carga del suelo y su respectivo asentamiento en función de la profundidad de desplante.

Tabla 3.22*Capacidad de carga de suelo del proyecto*

Prof. de Cimentación (metros)	Q admisible (kg/cm ²)	Asentamiento (cm)
1.00	1.05	1.776
1.20	1.07	1.696
1.50	1.10	1.561

Nota. Elaboración propia

El asentamiento máximo no sobrepasa el límite permitido por norma que es 2.5 cm, entonces profundidad de cimentación es admisible.

Características del terreno

Se determinó las siguientes pautas

- Tipo de suelo que mayormente fue el tipo arcilla poco plástica (CL)
- No se constató la presencia de nivel freático.
- No presenta accidentes geológicos importantes
- El asentamiento total no sobrepasa el de la norma

CAPITULO IV MEMORIA DESCRIPTIVA Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA ARQUITECTONICA

4.1.1. *Nombre del proyecto*

“MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N°50589 RACCHI DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA - PROVINCIA DE URUBAMBA - DEPARTAMENTO DE CUSCO”

4.1.2. *Ubicación del proyecto*

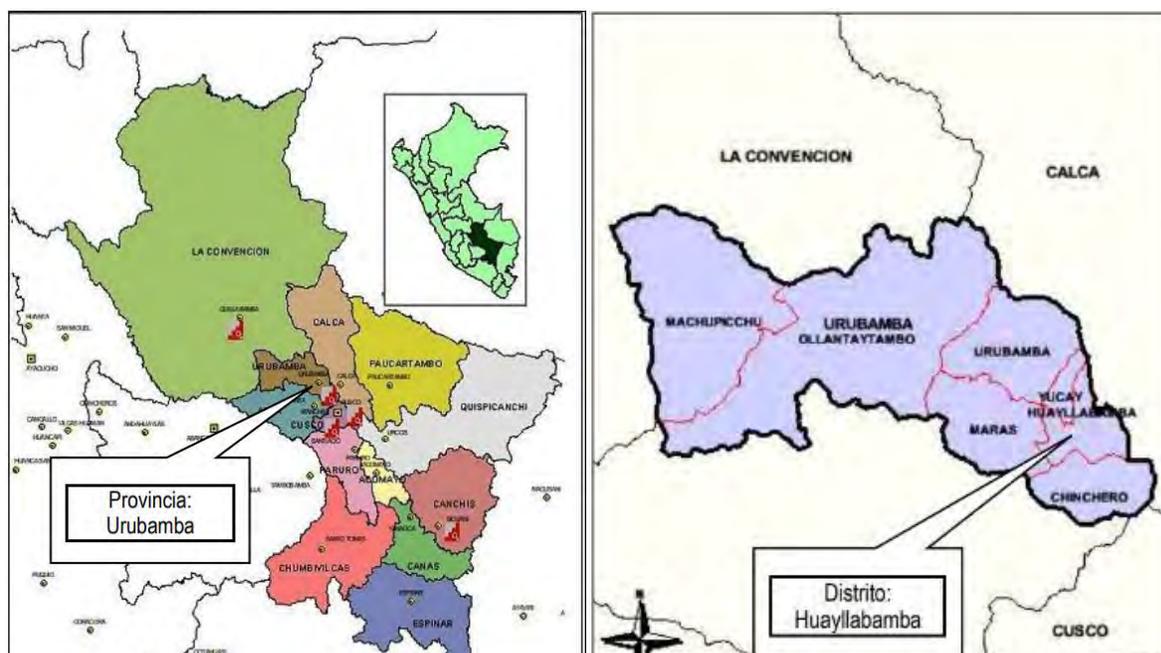
La I.E N°50589 Racchi, materia de la presente investigación, está ubicada en el centro poblado de Racchi distrito de Huayllabamba provincia de Urubamba departamento de Cusco en la figura 4.1 se muestra la ubicación exacta de la zona del proyecto.

Coordenadas geográficas decimales WGS84

Latitud : -13.3634

Longitud : -72.07883

Altura (m.s.n.m) : 3770.

Figura 4.1*Ubicación geográfica del proyecto*

Nota. El gráfico fue tomado del perfil del proyecto de la Municipalidad distrital de Huayllabamba.

Cuyo acceso para llegar a la institución educativa, se muestra en la tabla 4.1, que se toma en base la ciudad del Cusco son la vía carretera pavimentada de la vía que une Urubamba con la ciudad del Cusco Accesibilidad más cercana se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 4.1*Vías de acceso al proyecto*

TRAMO	TIPO DE VIA	KM	TIEMPO DE VIAJE
Cusco-Chinchero	Pavimentada	25	30 min
Chinchero-Racchi	Pavimentada	5.5	10 min

Nota. Elaboracion Propia

4.1.3. Reconocimiento del terreno y edificación existente

Dirección : centro poblado de Racchi Ayllu

Distrito : Huayllabamba

Provincia : Urubamba

Departamento: Cusco

Linderos:

Por el frente (sur) : colinda con terrenos comunales y la vía de acceso a la institución educativa una distancia de 85.36 ml

Por la derecha. (Este) : con terrenos comunales con una distancia de 121 ml

Por la izquierda (oeste): con el nivel secundario de la institución educativa 141.35 ml

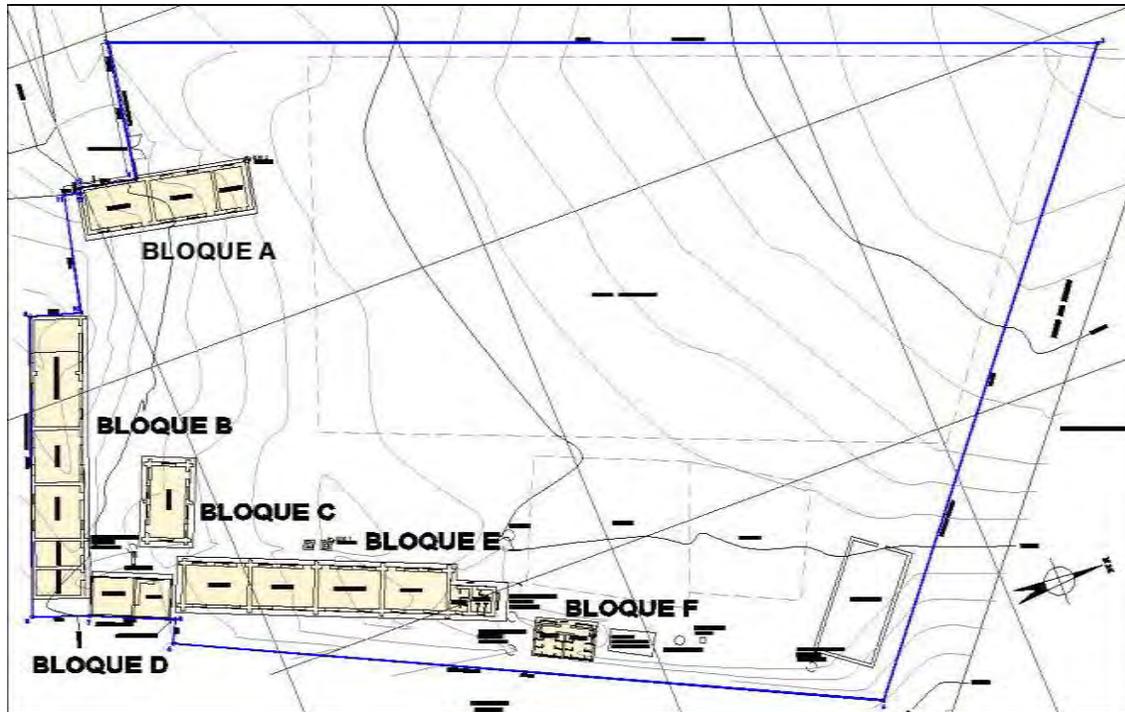
Por el fondo (norte) : con terrenos comunales distancia 105.02 ml

Área y perímetro del terreno donde ubicara el proyecto

El área de terreno es de : 12,671.21 m².

El perímetro de terreno es : 476.38 ml.

En la figura 4.2 se muestra el plano planimétrico de la ubicación del proyecto con sus respectivas construcciones existentes y también en la figura 4.3 se observa la descripción de cada bloque existente.

Figura 4.2*Ubicación de edificaciones existentes**Nota. Elaboracion Propia***Figura 4.3***Descripcion de los bloques existentes del proyecto(A,B,C,D,E y F)**Nota. Elaboracion Propia*

4.1.4. Diagnóstico de edificación existente

La edificación existente cuenta con una antigüedad estimada de 35 años de edificación casi todas hechas de adobe y algunas de albañilería, y todos de un solo nivel. Actualmente hay aulas donde hacen clases los estudiantes del nivel primario del centro educativo y las oficinas administrativas. La técnica de soporte con la que se encuentra construida es de albañilería confinada, y muros de adobe, presencia defectos tales como columnas cortas y configuración estructural no adecuada, por falta de uso de normas de uso y estándares de calidad actualizados.

En la tabla 4.2 se muestra los puntos destacados de la infraestructura como son: antigüedad, materiales de construcción y área construida.

Tabla 4.2

Descripción de los bloques existentes del proyecto

Bloque	Antigüedad	Área m2	Niveles	Sistema Estructural	Acabados
A	25	174.47	1	Muro de adobe	Enlucido de yeso
B	35	353.21	1	Muro de adobe	Enlucido de yeso
C	35	107.64	1	Muro de adobe	Enlucido de yeso
D	25	81.60	1	Albañilería	Tarrajeo de cemento
E	35	388.53	1	Muro de adobe	Enlucido de yeso
F	25	52.16	1	Albañilería	Tarrajeo de cemento

Nota. Elaboracion Propia

4.2. PREDIMENSIONAMIENTO ARQUITECTÓNICO DE OBRA NUEVA

4.2.1. Normatividad arquitectónica

- a) Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). DS N° 011-2006-Vivienda –Decreto Supremo que aprueba 66 Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, y sus modificatorias que son:
- A-010 Condiciones generales de Diseño.
 - A-040 Educación y su modificatoria aprobada mediante RM N° 068-2020, aprobado el 12 de marzo del 2020.
 - A-080 Oficinas
 - A-120 Accesibilidad para personas con discapacidad.
- b) Ley N° 28044 – Ley General de Educación y sus modificatorias y su Reglamento.
- c) Ley N° 29973 – Ley General de la Persona con Discapacidad, y sus modificatorias y su Reglamento.
- d) Diseño de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos - 2008
- e) RM N. ° 153-2017-MINEDU –Aprueba el Plan Nacional de Infraestructura Educativa al 2025-PNIE del Ministerio de Educación.
- f) RVM N. ° 054 – 2021- MINEDU Criterios de Diseño para Ambientes de Servicios de Alimentación en los Locales Educativos de la Educación Básica.
- g) RSG N. ° 239-2018-MINEDU – Resolución de Secretaría General que aprueba la Norma Técnica de Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa.
- h) RVM N° 084-2019-MINEDU, aprueba la NT “Criterios de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria”.

- i) RVM N°208-2019-MINEDU, aprueba modificatoria de NT “Criterios de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria”.
- j) RM N° 307 - 2019-MINEDU, Racionalización de plazas de personal directivo, jerárquico, docente y auxiliar de educación en IE públicas de educación básica y técnico productiva.
- k) RVM N° 164-2020-MINEDU, Aprueba la NT denominada Criterios de Diseño para Mobiliario Educativo de la Educación Básica Regular”.

4.2.2. Propuesta Arquitectónica

Organización

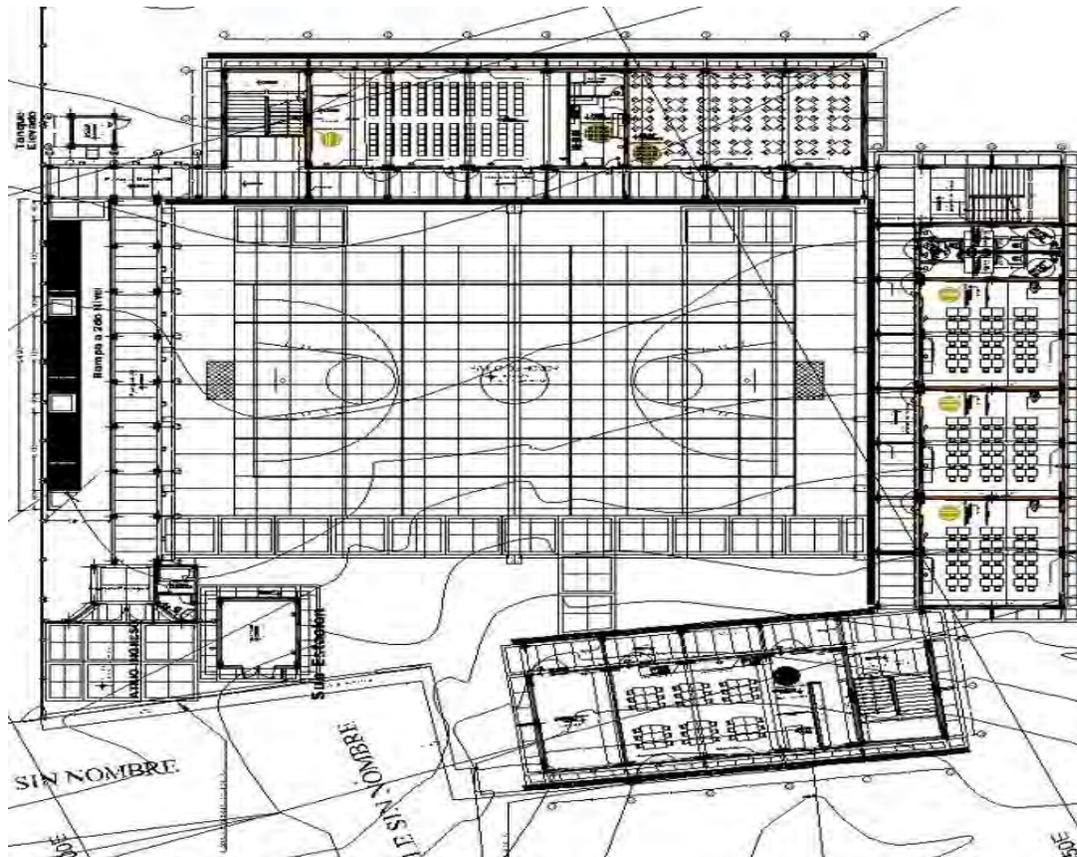
Se genera un ordenamiento usando una organización tipo claustro con patio central. La cual emplaza los bloques entorno a un patio, en donde se ubicará una losa deportiva.

Zonificación

Las zonas definidas son:

- Zona de ambientes Básicos. (salones, baños, patio corredor)
- Zona de ambientes Complementarios. (comedor biblioteca, centro computo)
- Zona de infraestructura exterior Complementaria. (accesos peatonales vehicular y otros)

En el plano de la figura 4.4 se muestra la distribución arquitectónica de la infraestructura proyectada.

Figura 4.4*Planteamiento arquitectónico del proyecto*

Nota: Origen perfil del proyecto municipalidad distrital de Huayllabamba

4.2.3. Módulos físicos de la infraestructura

Bloque 1- Administrativo:

La ubicación de este bloque, de acuerdo a zonificación y tiene un acceso directo desde el ingreso a través de una rampa, para el segundo nivel, este bloque alberga zonas administrativas, sala de docentes, cocina y comedor.

Bloque 2: Aulas de clase

La ubicación del bloque de aulas consta con dos niveles, un total de 6 aulas que van desde primer grado al sexto grado con sus respectivos servicios sanitarios y equipamientos respectivos.

Bloque 3: Zonas complementarias.

La ubicación de la biblioteca, maestranza, almacén con sus respectivos pasillos y escaleras, como indica las normas arquitectónicas. El tipo de acabado en general del proyecto es la siguiente.

- Aulas: Pisos de madera machihembrada.
- Cobertura de módulos: Muro de ladrillo kk de cabeza y sogá.
- Revestimiento de muros: Tarrajeado y pintado.
- Pilares, placas y Vigas: Tarrajeado y pintado.
- Carpintería Puertas: Madera
- Carpintería Ventanas: Madera.
- Cristales: Vidrios laminados de 6 y 8 mm.

Cuadro de áreas del proyecto

En las tablas: tabla 4.3, tabla 4.4 y tabla 4.5 se muestran las áreas predimensionadas y la función que realizan en el proyecto de la institución educativa Racchi.

Tabla 4.3*Distribución por área del bloque 1*

Bloque 1			
Primer nivel	Área(m2)	Segundo nivel	Área(m2)
comedor	91.69	deposito materiales oficina	4.01
cocina	21.11	sala de reuniones	4.01
escenario	100.11	almacén general	9.85
Área total	212.91	área espera	5.39
		espacio para personal administrativo	9.55
		sala de docentes	30.11
		tópico	9.05
		módulo de conectividad	27.17
		centro de computo	92.79
		archivo	5.89
		Área total	197.82

Nota. Elaboracion Propia**Tabla 4.4***Distribución por área del bloque 2*

Bloque 2			
primer nivel	Área(m2)	primer nivel	Área(m2)
primer grado	60.1	primer grado	60.1
segundo grado	60.1	segundo grado	60.1
tercer grado	60.1	tercer grado	60.1
cuarto grado	60.1	cuarto grado	60.1
quinto grado	60.1	quinto grado	60.1
sexto grado	60.1	sexto grado	60.1
ss.hh niños	11.89	ss.hh niños	11.89
ss.hh niñas	12.43	ss.hh niñas	12.43
Area total	384.92		384.92

Nota. Elaboracion Propia

Tabla 4.5*Distribución por área del bloque 3*

Bloque 3	
primer nivel	Área(m2)
taller creativo	90.08
maestranza	30.3
área total	120.38
segundo nivel	
biblioteca	93.03
deposito implementos deportivos	27.29
área total	120.32

Nota. Elaboracion Propia

En la figura 4.5 se observa la configuración tridimensional de la institución educativa en su totalidad.

Figura 4.5*Configuración tridimensional del proyecto**Nota.* Elaboración propia

4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL

4.3.1. Marco normativo

Las normas usadas en esta parte para el diseño de la estructura de la infraestructura serán:

- NORMA E.020. CARGAS.
- NORMA E.030. DISEÑO SISMORRESISTENTE
- NORMA E.050. SUELOS Y CIMENTACIONES.
- NORMA E.060. CONCRETO ARMADO.
- NORMA E.070. ALBAÑILERIA

Esta memoria de cálculo incluye cada uno de los elementos, información y se requieren exámenes fundamentales para valorar la organización del proyecto. La estructura del proyecto consiste en 3 bloques que forman el nivel primario de la escuela primaria Racchi La totalidad está compuesta por bloques de dos niveles cada uno con una elevación típica de 3.5 metros tanto en el primer nivel como en el segundo nivel, y presenta un techo tipo losa.

El proyecto I.E. primaria Racchi está ubicado en la Zona 2, con base a la Norma Sismo resistente E.030 del RNE, de resistencia sísmica media. La carga está evaluada de acuerdo a la Norma de Metrado de Cargas E.020 del RNE. La norma peruana de concreto armado E.060 actualizada al 2009, fue utilizada para el diseño.

4.3.2. Materiales empleados

Concreto

Se espera que el concreto utilizado presente una capacidad de resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Para llevar a cabo la evaluación de las estructuras, es necesario tener conocimiento del coeficiente de elasticidad, el cual será determinado según la normativa E.060 y

adoptará un valor específico $E_c = 1500 \sqrt{f'c \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}$

Donde:

f_c' : es la resistencia a la compresión del concreto (210kg/cm²), la deformación unitaria asumida es de $\epsilon_c = 0.003$

Acero

La resistencia a la fluencia del acero es $f_y = 4200$ kg/cm², con base a la norma E.060 El coeficiente de elasticidad del acero tiene un valor idéntico ($E_s = 2 \times 10^6$ kg/cm²), la deformación unitaria asumida es $\epsilon_s = 0.0021$.

4.4. Estructuración

La etapa de estructuración implica determinar la posición y las propiedades de los diversos elementos de la estructura como losas, vigas, muros y columnas para proporcionar una rigidez adecuada a la estructura. Por otro lado, se busca que sea sencillo y de confianza replicar el comportamiento real de la estructura.

4.4.1. Criterios generales de estructuración y diseño

Generalidades

El enfoque de estructuras antisísmicas con base a la normativa. E.030 del RNE:

- Prevenir la pérdida de personas.
- Garantizar la ininterrupción de los servicios esenciales.
- Reducir al mínimo los perjuicios a la propiedad.
- En línea con esta mentalidad, se establecen los siguientes principios:
- La arquitectura tiene que ser capaz de resistir movimientos sísmicos severos sin colapsar ni causar daños graves a las personas.

- La organización debe tener la capacidad de resistir movimientos sísmicos de intensidad moderada que puedan ocurrir durante su período de uso, con la posibilidad de sufrir daños mínimos dentro de límites tolerables.
- Para las construcciones catalogadas como construcciones fundamentales según la norma E030, se tomarán medidas especiales con el objetivo de asegurar que estas instalaciones primordiales puedan mantenerse en buen estado de funcionamiento después de un terremoto severo.

4.4.1.1. Características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico

Peso

Se tiene el conocimiento que la fuerza de inercia se relaciona directamente con la masa y, consecuentemente, con el peso del edificio. Por lo tanto, es crucial conseguir que la estructura sea lo más liviana posible.

Forma del edificio en planta

Las siguientes son características de la forma en planta de un edificio que generan respuestas sísmicas desfavorables y deben evitarse:

- a) La presencia de asimetría en la planta del edificio puede provocar vibraciones en curvatura, lo cual es una respuesta sísmica desfavorable que se debe evitar.
- b) Tener alas demasiado largas en la estructura también puede generar problemas, ya que estas tienden a vibrar en distintas orientaciones. Esto aumenta la posibilidad de que ocurran movimientos variados en los costados desde la raíz del ala, lo cual es una situación indeseable desde el punto de vista sísmico. Por lo tanto, es importante evitar la presencia de alas excesivamente largas en la forma en planta del edificio.

Dentro de la norma técnica peruana NTP E.030 se reconoce la relevancia de mantener la simetría en las estructuras clasificadas como categoría A. Por lo tanto, se establece que no se permite la presencia de ninguna forma de asimetría en este tipo de estructuras. Esta medida se toma con el fin de garantizar la seguridad y estabilidad de las edificaciones, evitando respuestas sísmicas adversas. En consecuencia, es necesario cumplir con esta restricción establecida en la norma para las estructuras categorizadas como categoría A.

Forma del edificio en elevación

Es recomendable buscar la simplicidad, regularidad y simetría en la estructura vertical del edificio, con el fin de evitar concentraciones de esfuerzos en pisos específicos y amplificaciones de vibraciones en las partes superiores del edificio.

4.4.1.2. Criterios para lograr estructuras sismo resistentes de concreto armado

Cuando se incrementa la irregularidad de una estructura, más difícil es predecir el comportamiento durante un sismo.

“Por lo tanto, se recomienda que el proceso de estructuración sea lo más simple posible, de manera que la representación necesaria para el análisis sísmico se ajuste de manera precisa a la estructura real a construir. Los criterios principales que deben considerarse para lograr una estructura resistente a los terremotos son”: (Blanco, 1994)

- a) Simplicidad y simetría
- b) Resistencia y ductilidad
- c) Hiperestaticidad y monolitismo
- d) Uniformidad y continuidad de la estructura
- e) Rigidez lateral
- f) Diafragma rígido

4.4.2. *Metrado de cargas de diseño*

Generalidades

Las estructuras y todas sus componentes deben ser capaces de soportar las fuerzas generadas por su propio peso y las cargas que se les impongan debido a su uso previsto. Estas fuerzas actúan en conjunto y no deben provocar esfuerzos o deformaciones que excedan los límites establecidos para cada material estructural según las regulaciones vigentes.

Es importante destacar que las cargas utilizadas en el diseño de la estructura no deben ser inferiores a los valores mínimos establecidos en la Norma de Cargas E.020 del reglamento nacional de edificaciones. Esto garantiza que se tengan en cuenta las cargas adecuadas para asegurar la estabilidad y seguridad de la estructura.

Definiciones:

- a) **Carga:** Las cargas generadas por el peso de los materiales de construcción, los impactos de fenómenos naturales, las cargas causadas por la ocupación y otros factores similares, constituyen las fuerzas y acciones que deben ser consideradas en el diseño estructural.
- b) **Carga muerta:** El peso total de todos los elementos que son soportados por la edificación, incluyendo su propio peso, materiales de construcción, dispositivos de servicio, equipos y tabiquería, que son de carácter permanente en la estructura.
- c) **Carga viva:** La carga generada por el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, accesorios y otros elementos móviles que son soportados por el edificio.

En las tabla 4.6, tabla 4.7 y tabla 4.8, se muestran tanto el peso de losa aligeradas en una dirección, pesos de cargas vivas y pesos unitarios de los materiales que se usó en el cálculo estructural del proyecto.

Tabla 4.6

Espesor de losas aligeradas en función carga distribuida

<i>Espesor (m)</i>	<i>Peso (kg/cm²)</i>	<i>Luces recomendadas (m)</i>
0.17	280	$l_n < 4.00$
0.20	300	$4.00 \leq l_n < 5.50$
0.25	350	$5.00 \leq l_n < 6.50$
0.30	420	$6.00 \leq l_n \leq 7.50$

Tabla 4.7

Distribución de cargas vivas en función ocupación

<i>Ocupación</i>	<i>Carga repartida(kg/m²)</i>
aulas	250
talleres	350
laboratorios	300
corredores y laboratorio	400
losa de techo	280

Tabla 4.8

Peso volumétrico de materiales de concreto

<i>Materiales</i>	<i>Peso(kg/m³)</i>
concreto armado	2400
concreto simple	2300
mortero de cemento	2000

4.4.3. Predimensionamiento

En el siguiente pre-dimensionamiento, se llevó a cabo una inspección preliminar de las dimensiones propuestas en el diseño arquitectónico antes de analizar la estructura. Este proceso se realizó siguiendo los parámetros de resistencia y servicio establecidos en la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Entre los elementos estructurales pre-dimensionados, se incluyen los siguientes:

- Vigas
- Losas Aligeradas
- Columnas
- Placas

4.4.3.1. Predimensionamiento de vigas

Las dimensiones están dadas en función a las cargas de gravedad

a) Viga principal

En la tabla 4.9 se indica los datos tomados de los planos para predimensionamiento de la viga principal.

Tabla 4.9

Datos para predimensionamiento de viga principal

Condición para la viga principal	
Luz libre	7.200 m
Area tributaria	4.250 m
L1	2.125 m
L2	2.125 m
b	25 cm

Nota. Elaboración propia

- Cargas que intervienen en el predimensionamiento de la viga

Tabla 4.10

Cargas para predimensionamiento de viga principal

Oficina/Colegio	
S/C	300 kg/m^2
Peso del aligerado	300 kg/m^2
Pesos acabados	100 kg/m^2
Tabiquería móvil	330 kg/m^2
Carga muerta	730 kg/m^2
Carga viva	300 kg/m^2

Nota. Elaboración propia

- Calculamos W_U en función al uso que se le da a la estructura y sus características geométricas

$$L_n = 7.20 \text{ m}$$

$$CM = 300 + 100 + 330 = 730 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$W_U = 1.4CM + 1.7CV = 1532 \text{ kg/m}^2$$

$$h = \frac{L_n}{\left(\frac{4}{\sqrt{W_U}} \right)}$$

$$h = \frac{L_n}{10.22} = 0.705 \approx 0.70 \text{ m}$$

En la tabla 4.11, se observa los predimensionamiento de viga principal para los bloques respectivos del proyecto.

Tabla 4.11

Asignación de sección de viga principal de los bloques

CUADRO DE RESUMEN CON GEOMETRÍA DE VIGAS				
<i>BLOQUE</i>	L_n (m)	B (m)	b	h
1	7.20	4.25	0.30	0.70
2	7.20	4.25	0.30	0.70
3	7.20	4.25	0.30	0.70

Nota. Elaboración propia

b) Viga secundaria

- Ancho

$$L_n = 4.250 m$$

$$B = 4.925 m$$

$$b = \frac{\text{Ancho tributaria}}{20} \geq 25 \cdot cm$$

- Peralte

$$h = \frac{L_n}{10} = 0.425 \approx 0.50 m$$

En la tabla 4.12, se observa el predimensionamiento para las vigas secundarias de los bloques del proyecto.

Tabla 4.12*Resumen asignación de sección para viga secundaria*

CUADRO DE RESUMEN CON GEOMETRÍA DE VIGAS					
<i>BLOQUE</i>	L_n (m)	B (m)	b	h	
1	4.25	4.925	0.30	0.50	
2	4.25	4.925	0.30	0.50	
3	4.25	4.925	0.30	0.50	

Nota. Elaboración propia**4.4.3.2. Predimensionamiento de losa**

Se utilizó el libro "Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado" como referencia para llevar a cabo el dimensionamiento de las losas aligeradas "Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado" del Ingeniero (Blanco, 1994) el cual recomienda:

En el caso del proyecto el máximo luz tomada es 4.5 m y está en el intervalo 4 y 5.50 y le pertenece un espesor de losa en una dirección de $h = 20$ cm, En la tabla 4.13 se muestra datos y parámetros para predimensionar una losa en una dirección.

Tabla 4.13*Datos para predimensionar una losa aligerada*

Espesor(m)	peso(kg/cm ²)	luzes recomendadas(m)
0.17	280	$l_n < 4.00$
0.2	300	$4.00 < l_n < 5.50$
0.25	350	$5.00 < l_n < 6.50$
0.3	420	$6.50 < l_n < 7.50$

Nota. Espesor de losa según su luz (Blanco, 1994)

4.4.3.3. Predimensionamiento de columnas

Las columnas se dimensionan con:

$$bD = \frac{P}{nf'_c}$$

D : Dimensión de la sección en la dirección de análisis

b : La otra dimensión de la sección de la columna

P : Carga total que soporta la columna

n : Valor que depende de la ubicación de la columna

f'_c : Resistencia del concreto a la compresión simple

En la tabla 4.14 como sigue se visualiza la distribución de pesos de la edificación por columna.

Tabla 4.14

Distribución de pesos de la edificación por columna

COLUMNA	n	P
Interior	0.30	$1.10P_u$
Extrema de pórticos interiores	0.25	$1.25P_u$
esquina	0.20	$1.50P_u$

La carga de servicio la obtenemos del software Etabs que son los siguientes y se muestra en la tabla

Tabla 4.15

Pesos de cargas por columna

COLUMNA	CM (kg)	CV (kg)	P_u (kg)
Interior	33660	5390	56287
Extrema de pórticos interiores	36370	8420	66282

Para una columna central

$$bD = \frac{1.10(56287)}{0.3(210)} = 982.79 \text{ cm}^2$$

$$b = 30 \text{ cm}, D = 32.76 \approx 40 \text{ cm}$$

Para una columna externa

$$bD = \frac{1.25(66282)}{0.25(210)} = 1578.14 \text{ cm}^2$$

$$b = 30 \text{ cm}, D = 52.60 \approx 60 \text{ cm}$$

Comprobación por inercia

$$I_c > I_v$$

En la tabla 4.16 se hace comparación de inercias entre la columna y la viga en la que la columna debe ser mayor para evitar la formación de rotulas plásticas.

Tabla 4.16

Comparación de inercia de columnas y vigas típicas

<i>COLUMNA</i>	$I_c \text{ (cm}^4\text{)}$	<i>VIGA</i>	$I_v \text{ (cm}^4\text{)}$	$I_c > I_v$
C1(30X40)	160000	V(30X70)	857500	No verifica
C2(30X60)	540000	V(30X50)	312500	Verifica

Finalmente se asume para: C1 (30X70) ya que el ACI 318 2014 (6.6.3.1.1) permite reducir 0.35I e 0.70I el momento de inercia de las vigas y columnas respectivamente, C2 (30X60)

4.4.3.4. Placas

El predimensionamiento se hará con la siguiente expresión:

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

El corte que absorbe las placas será un porcentaje del cortante basal, las placas absorben un porcentaje que depende del sistema estructural, para la edificación analizada se tiene dos opciones que puede ser: de muros estructurales o dual, sin embargo, el límite entre ambos es 70% del cortante basal con el que se obtiene la siguiente expresión

$$0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0.7 \cdot V_b$$

$$0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0.7 \frac{ZUCS}{R} P$$

El peso de la infraestructura lo obtenemos con el soporte del software Etabs

<i>bloque</i>	<i>P</i> (ton)
1	724.72
2	712.48
3	467.92

$$0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot b \cdot d = 0.7 \frac{0.25 \cdot 1.5 \cdot 2.5 \cdot 1.4}{7} 724720$$

$$b \cdot d = 12384.66 \text{ cm}^2$$

$$b = 30 \text{ cm} \quad (\text{Asumido igual al espesor de la viga})$$

$$d = 103.21 \approx 100 \text{ cm}$$

Se usarán placas de 30X100 en ambas direcciones

4.4.3.5. Memoria de cálculo estructural

Metodología cálculo es el siguiente: En el que se grafica el procedimiento para realizar el cálculo estructural del proyecto

Todos los procesos serán calculados, según el programa etabs los procedimientos de cálculo del programa, son la siguiente:

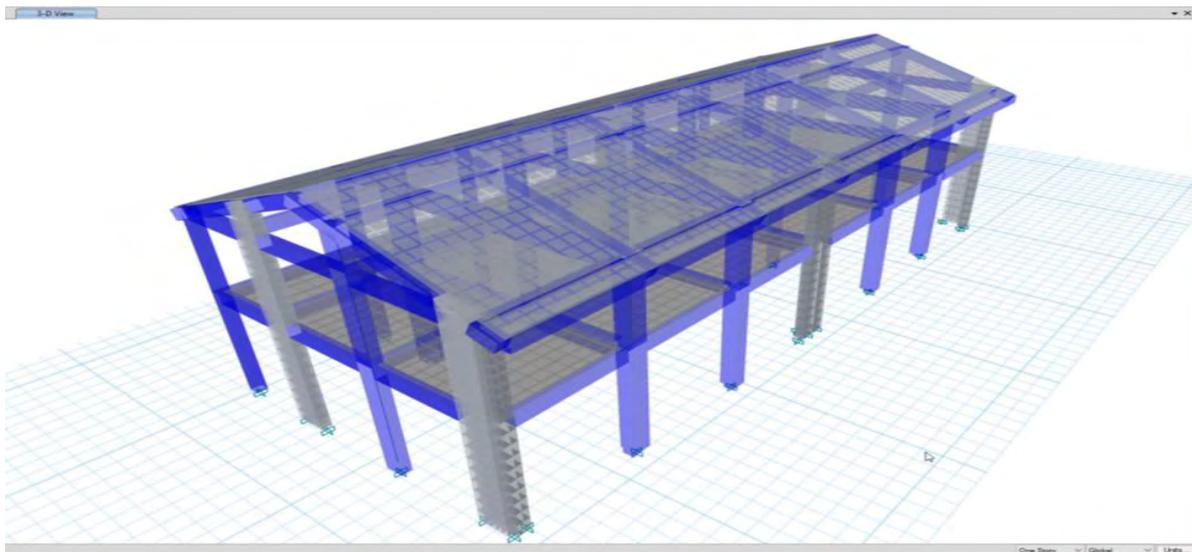
- Primero: Se definen la configuración de unidades

- Segundo: Se definen los ejes y la altura de la edificación
- Tercero: Se define la propiedad del material, como son concreto y acero
- Cuarto: Introducción de las secciones predimensionados
- Quinto: Asignación de cargas muertas, vivas y por sismo
- Sexto: cálculo de momentos, cortantes y deformaciones
- Séptimo: comprobación del reglamento E.030 sismo resistente

En la figura 4.6 se muestra el modelamiento, de un bloque típico de la edificación en el programa Etabs.

Figura 4.6

Modelamiento estructural del proyecto en programa Etabs



Nota. Elaboracion propia

4.4.4. Análisis sismo resistente

Cargas sísmicas

Esta se determina según recomendaciones de la norma sismo resistente E.030 para diseño sismo resistente de la forma siguiente:

El peso (P), Se realizará una estimación sumando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga, que se determinará de la siguiente manera:

$$P = CM + \alpha_1 \cdot CV + \alpha_2 \cdot CVT$$

- **CM** : Carga Muerta o Permanente
- **CV** : Carga Viva
- **CVT** : Carga Viva de Techo
- α_1 : 50% (para edificaciones de la categoría A y B)
- α_2 : 25% (para edificaciones en general)

Consideraciones sísmicas

Las recomendaciones adoptadas para realizar un análisis dinámico de la edificación se basan en el método de superposición espectral, que implica considerar los periodos naturales y los modos de vibración de la estructura. Estos periodos y modos pueden ser determinados mediante un procedimiento de análisis que tenga en cuenta las propiedades de rigidez y la distribución de masas de la estructura. Para deducir el porcentaje de carga viva o sobrecarga a considerar, se utilizan parámetros de sitio establecidos por las Normas de Estructuras.

a) Zonificación (Z)

La zonificación propuesta se fundamenta en la distribución espacial de la actividad sísmica observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la forma en que estos se debilitan a medida que se alejan del epicentro, así como en la información neo tectónica (E.030. 2018).

De acuerdo a lo expuesto, la Norma E030 Diseño Sismo Resistente asigna un factor Z a cada una de las 4 zonas del país, el cual representa la aceleración máxima del terreno con una determinada probabilidad de **10%** de ser excedida en **50 años** . Para el presente estudio, la zona en la que está ubicado el proyecto corresponde a la zona **2** del mapa de zonificación sísmica del Perú y su factor de zona Z será **$0.25 \cdot g$** . Como muestra la tabla siguiente.

Tabla 4.6

Factor de zona sísmica

FACTOR DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

b) Parámetros del Suelo (S)

Dentro del alcance de este estudio, se realiza una clasificación de los perfiles de suelo teniendo en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Es importante destacar que la estructura analizada está cimentada sobre un suelo con características de baja rigidez, clasificado como tipo "X" en las tablas de referencia.; tabla 4.7 y tabla 4.8 se muestran tipo de suelo y luego los datos T_p y T_l que son variables muy importantes para hallar el espectro de respuesta de la edificación.

Tabla 4.7*Factor de suelo*

FACTORES DE SUELO "S"					
Zona	Suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z1		0.80	1.00	1.60	2.00
Z2		0.80	1.00	1.20	1.40
Z3		0.80	1.00	1.15	1.20
Z4		0.80	1.00	1.05	1.10

Tabla 4.8*Cálculo de factores sísmicos T_p y T_l*

PERIODOS "TP" y "TL"					
	Perfil de suelo				
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	
TP(S)	0.3	0.4	0.6	1.0	
TL(s)	3.0	2.5	2.0	1.6	

c) Factor de amplificación sísmica (c)

En concordancia a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica

(C) por la siguiente expresión

$$T < T_p \Rightarrow C = 2.5$$

$$|T_p < T < T_L \Rightarrow C = 2.5 \cdot (T_p / T)$$

$$T > T_L \Rightarrow C = 2.5 \cdot (T_p \cdot T_L / T^2)$$

d) Uso (U)

Es necesario clasificar todas las estructuras según la categoría de uso de la edificación.

En el caso de la estructura en cuestión, que está destinada a un servicio educativo, se debe considerar un factor de importancia específico establecido por la normativa, el cual se tomará en cuenta para realizar el análisis correspondiente. En la tabla 4.9 se clasifica el tipo de uso de la edificación.

Tabla 4.9*Factor de uso de la edificación*

FACTOR DE USO "U"	
A Edificaciones Esenciales	1.50
B Edificaciones importantes	1.30
C Edificaciones Comunes	1.00

e) Coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R)

El coeficiente de reducción de fuerza sísmica se determina considerando los materiales utilizados y el sistema predominante de estructuración sismo resistente en cada dirección de análisis. En este caso, se ha implementado un sistema regular de estructuración en la tabla 4.10 se muestra el coeficiente de reducción.

Tabla 4.10*Coeficiente de reducción*

Sistemas estructurales	
Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción R_0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Espectro de pseudo aceleraciones

Para calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de Pseudo Aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Donde:

Z : **0.25** (Corresponde a Zona 2, Urubamba)

U : **1.50** (Categoría A, Edificaciones esenciales)

$$C : \begin{cases} T < T_p \Rightarrow C = 2.5 \\ T_p < T < T_L \Rightarrow C = 2.5 \cdot (T_p/T) \\ T > T_L \Rightarrow C = 2.5 \cdot (T_p \cdot T_L/T^2) \end{cases}$$

S : **1.40** (S_3 , Suelos blandos)

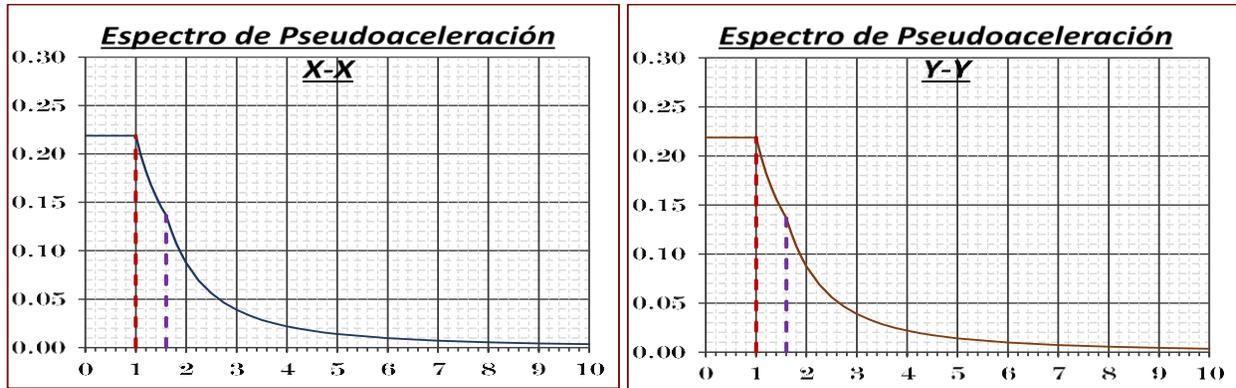
R₀ : **6 y 7** (Coeficiente básico de reducción sísmica)

g : (Aceleración de la gravedad)

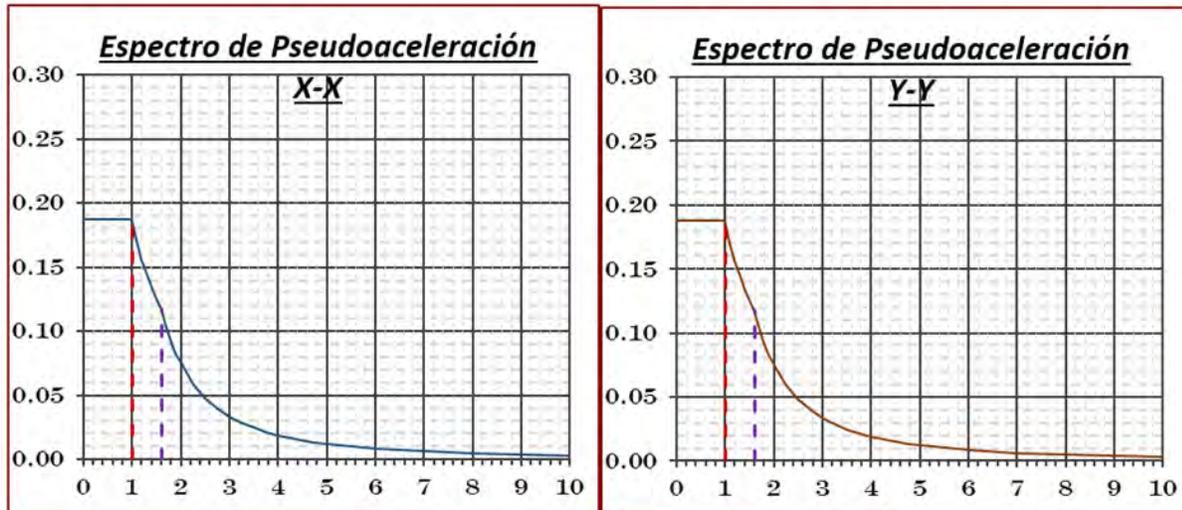
En las tablas siguientes; tabla 4.11, tabla 4.12 y las figuras 4.7 y 4.8 muestran los espectros de pseudoaceleraciones en la dirección X como en la dirección Y de los bloques del proyecto.

Tabla 4.11*Espectro pseudoaceleracion bloque 3*

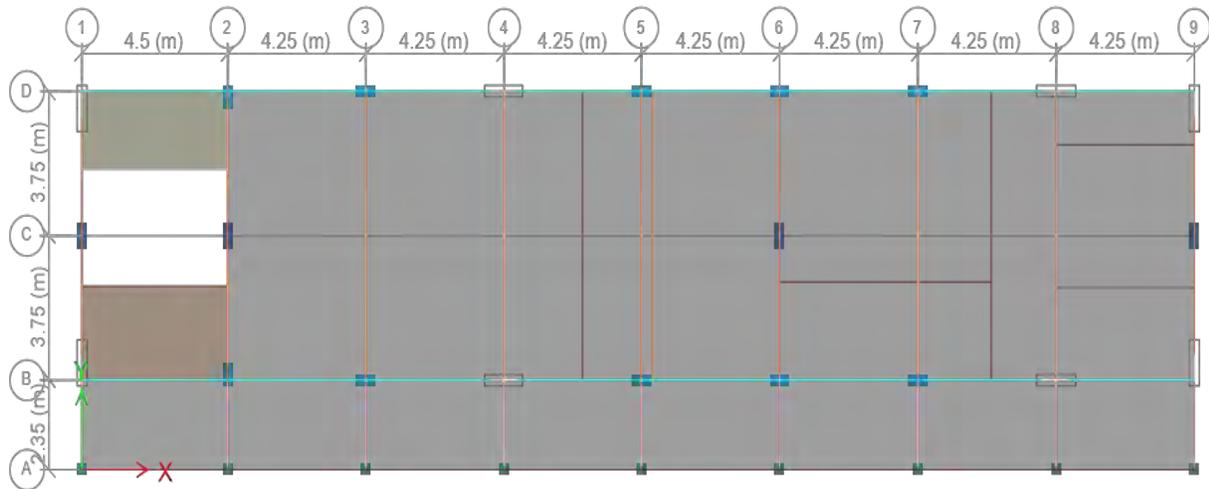
T	C	Sa X-X	Sa Y-Y	T	C	Sa X-X	Sa Y-Y
0	2.5	0.21875	0.21875	1.3	1.9231	0.16827	0.16827
0.02	2.5	0.21875	0.21875	1.4	1.7857	0.15625	0.15625
0.04	2.5	0.21875	0.21875	1.5	1.6667	0.14583	0.14583
0.06	2.5	0.21875	0.21875	1.6	1.5625	0.13672	0.13672
0.08	2.5	0.21875	0.21875	1.7	1.3841	0.12111	0.12111
0.1	2.5	0.21875	0.21875	1.8	1.2346	0.10802	0.10802
0.15	2.5	0.21875	0.21875	1.9	1.108	0.09695	0.09695
0.2	2.5	0.21875	0.21875	2	1	0.0875	0.0875
0.25	2.5	0.21875	0.21875	2.25	0.7901	0.06914	0.06914
0.3	2.5	0.21875	0.21875	2.5	0.64	0.056	0.056
0.35	2.5	0.21875	0.21875	2.75	0.5289	0.04628	0.04628
0.4	2.5	0.21875	0.21875	3	0.4444	0.03889	0.03889
0.45	2.5	0.21875	0.21875	3.25	0.3787	0.03314	0.03314
0.5	2.5	0.21875	0.21875	3.5	0.3265	0.02857	0.02857
0.55	2.5	0.21875	0.21875	3.75	0.2844	0.02489	0.02489
0.6	2.5	0.21875	0.21875	4	0.25	0.02188	0.02188
0.65	2.5	0.21875	0.21875	4.25	0.2215	0.01938	0.01938
0.7	2.5	0.21875	0.21875	4.5	0.1975	0.01728	0.01728
0.75	2.5	0.21875	0.21875	4.75	0.1773	0.01551	0.01551
0.8	2.5	0.21875	0.21875	5	0.16	0.014	0.014
0.85	2.5	0.21875	0.21875	6	0.1111	0.00972	0.00972
0.9	2.5	0.21875	0.21875	7	0.0816	0.00714	0.00714
0.95	2.5	0.21875	0.21875	8	0.0625	0.00547	0.00547
1	2.5	0.21875	0.21875	9	0.0494	0.00432	0.00432
1.1	2.2727	0.19886	0.19886	10	0.04	0.0035	0.0035
1.2	2.0833	0.18229	0.18229				

Figura 4.7*Espectro de respuestas del bloque 3***Tabla 4.12***Cálculo de espectro pseudoaceleracion bloque 1y 2*

T	C	Sa X-X	Sa Y-Y	T	C	Sa X-X	Sa Y-Y
0	2.5	0.1875	0.1875	1.3	1.3	1.9231	0.1442
0.02	2.5	0.1875	0.1875	1.4	1.4	1.7857	0.1339
0.04	2.5	0.1875	0.1875	1.5	1.5	1.6667	0.1250
0.06	2.5	0.1875	0.1875	1.6	1.6	1.5625	0.1172
0.08	2.5	0.1875	0.1875	1.7	1.7	1.3841	0.1038
0.1	2.5	0.1875	0.1875	1.8	1.8	1.2346	0.0926
0.15	2.5	0.1875	0.1875	1.9	1.9	1.1080	0.0831
0.2	2.5	0.1875	0.1875	2	2	1.0000	0.0750
0.25	2.5	0.1875	0.1875	2.25	2.25	0.7901	0.0593
0.3	2.5	0.1875	0.1875	2.5	2.5	0.6400	0.0480
0.35	2.5	0.1875	0.1875	2.75	2.75	0.5289	0.0397
0.4	2.5	0.1875	0.1875	3	3	0.4444	0.0333
0.45	2.5	0.1875	0.1875	3.25	3.25	0.3787	0.0284
0.5	2.5	0.1875	0.1875	3.5	3.5	0.3265	0.0245
0.55	2.5	0.1875	0.1875	3.75	3.75	0.2844	0.0213
0.6	2.5	0.1875	0.1875	4	4	0.2500	0.0188
0.65	2.5	0.1875	0.1875	4.25	4.25	0.2215	0.0166
0.7	2.5	0.1875	0.1875	4.5	4.5	0.1975	0.0148
0.75	2.5	0.1875	0.1875	4.75	4.75	0.1773	0.0133
0.8	2.5	0.1875	0.1875	5	5	0.1600	0.0120
0.85	2.5	0.1875	0.1875	6	6	0.1111	0.0083
0.9	2.5	0.1875	0.1875	7	7	0.0816	0.0061
0.95	2.5	0.1875	0.1875	8	8	0.0625	0.0047
1	2.5	0.1875	0.1875	9	9	0.0494	0.0037
1.1	2.2727	0.1705	0.1705	10	10	0.0400	0.0030
1.2	2.0833	0.1563	0.1563				

Figura 4.8*Espectro de respuestas de bloque 1 y 2***Análisis estructural de bloque típico del proyecto**

- Distribución de elementos estructurales
- En la que se continua con el procedimiento teórico que se hicieron
- Primero se definió los ejes y los niveles que se definieron en la estructuración, arquitectura y normas vigentes.
- Segundo se pusieron los elementos estructurales reticulados (columnas placas y vigas)
- Terceros elementos tipo Shell (losas aligerado, losa rígida y placas)

Figura 4.9*Distribución de elementos estructurales bloque típico***Asignación de cargas a la infraestructura****a) Cargas verticales gravedad**

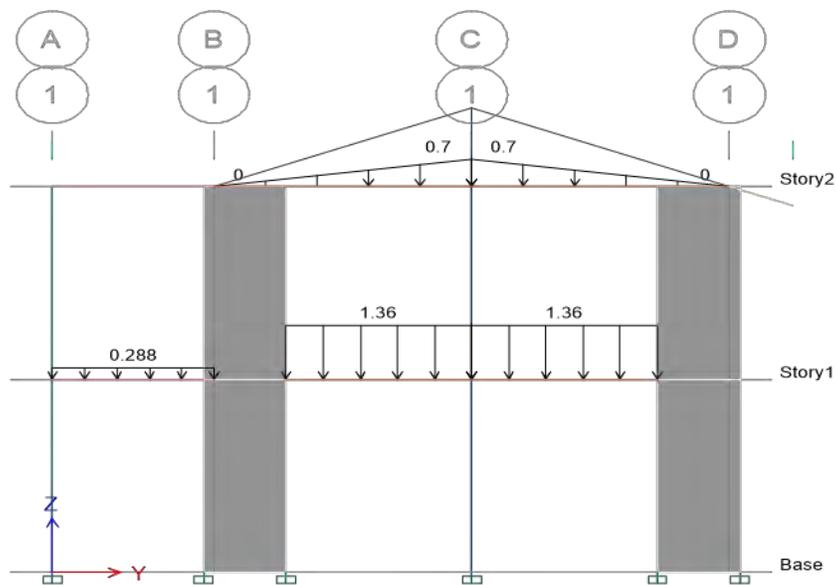
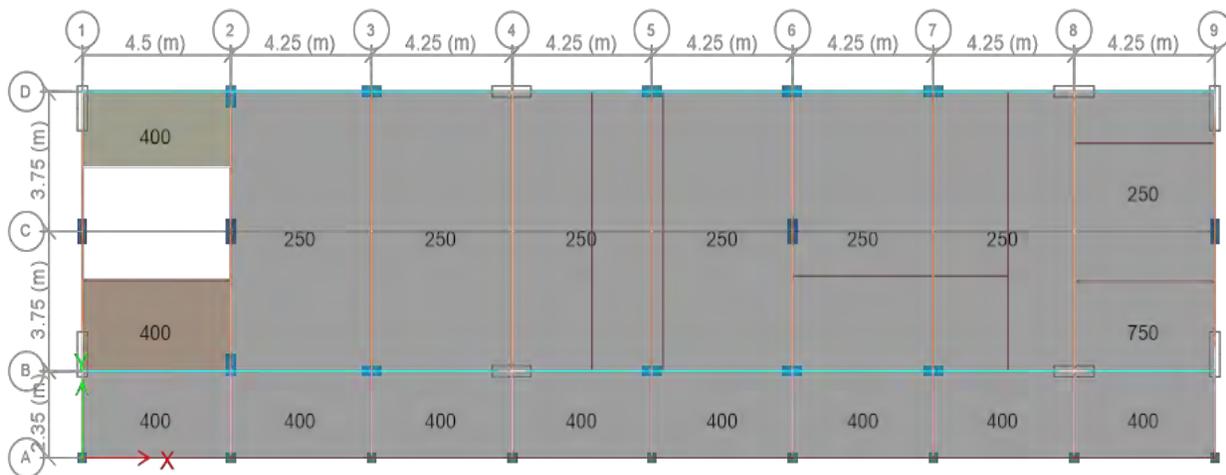
Se ponen las cargas de gravedad muertas como vivas

- Cargas muertas propias (vigas columnas placas y losas)
- Cargas muertas no propias (muros albañilería, tabiquería, acabados techos)
- Cargas vivas (ocupación, mobiliario, equipos etc.)

b) Cargas horizontales

- Sísmicas

En la figura 4.10 y la figura 4.11, se observan la asignación de cargas por muros de albañilería y cargas vivas de acuerdo a la normativa de cargas E.0.20 del Reglamento nacional de edificaciones.

Figura 4.10*Asignación de cargas a la estructura***Figura 4.11***Asignación de cargas vivas vista en planta bloque típico***Análisis dinámico modal**

Se ha realizado el análisis dinámico por combinación modal, determinándose los modos de vibración, considerando las características de rigidez y la distribución de las masas, siendo por lo menos la masa efectiva el 90% de la masa total en la dirección del análisis obteniéndose los siguientes resultados para cada bloque. En las tablas 4.13, 4.14 y 4.15 se muestran los cálculos de las masas participativas de los bloques 1,2 y3 del proyecto Racchi.

Tabla 4.13

Masa participativa del bloque 1

Participación masa por modo de vibración										
Modo	Período	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
	Seg.									
1	0.222	83.24%	2.94%	0.00%	83.24%	2.94%	0.18%	0.04%	0.41%	0.18%
2	0.209	2.88%	87.12%	0.00%	86.12%	90.06%	1.73%	1.86%	0.45%	1.91%
3	0.142	0.01%	1.50%	0.01%	86.13%	91.56%	84.19%	1.92%	0.45%	86.10%
4	0.114	0.01%	0.01%	3.58%	86.14%	91.57%	0.03%	1.97%	4.23%	86.14%
5	0.105	0.01%	0.62%	0.00%	86.15%	92.19%	0.30%	17.05%	4.23%	86.44%
6	0.091	0.00%	0.02%	4.26%	86.15%	92.21%	0.01%	17.41%	5.32%	86.45%
7	0.084	0.00%	0.00%	0.42%	86.15%	92.21%	0.00%	17.44%	5.43%	86.45%
8	0.082	0.02%	0.00%	1.05%	86.17%	92.21%	0.00%	17.46%	7.71%	86.45%
9	0.077	0.04%	0.03%	0.00%	86.21%	92.24%	0.21%	17.56%	7.71%	86.66%
10	0.076	0.15%	0.00%	0.65%	86.36%	92.24%	0.00%	17.63%	8.67%	86.66%
11	0.075	0.71%	0.00%	0.70%	87.07%	92.24%	0.00%	17.66%	11.23%	86.66%
12	0.074	6.53%	0.00%	0.03%	93.60%	92.24%	0.00%	17.67%	13.45%	86.66%
13	0.074	0.44%	0.00%	0.15%	94.03%	92.24%	0.00%	17.69%	13.76%	86.67%
14	0.074	2.08%	0.00%	1.78%	96.12%	92.24%	0.01%	17.83%	13.76%	86.68%
15	0.073	0.00%	0.01%	0.00%	96.12%	92.25%	0.01%	17.84%	13.77%	86.68%
16	0.072	0.01%	0.07%	0.00%	96.13%	92.32%	0.37%	17.85%	13.77%	87.06%
17	0.072	1.47%	0.01%	0.02%	97.60%	92.33%	0.00%	17.85%	14.17%	87.06%
18	0.071	0.14%	0.06%	0.01%	97.74%	92.39%	0.98%	17.85%	14.20%	88.04%
19	0.071	0.00%	0.00%	0.02%	97.74%	92.39%	0.00%	17.86%	14.43%	88.04%
20	0.071	0.08%	0.31%	0.00%	97.82%	92.70%	0.82%	18.06%	14.44%	88.86%
21	0.069	0.30%	0.01%	0.04%	98.13%	92.71%	0.01%	18.06%	14.45%	88.87%
22	0.069	0.08%	0.28%	0.00%	98.21%	92.99%	0.68%	18.24%	14.45%	89.55%
23	0.068	0.01%	0.00%	2.81%	98.22%	92.99%	0.00%	18.34%	14.79%	89.55%
24	0.068	0.01%	0.00%	0.33%	98.22%	92.99%	0.00%	18.35%	18.19%	89.55%
25	0.067	0.00%	1.02%	0.00%	98.23%	94.01%	0.10%	19.59%	18.27%	89.65%
26	0.066	0.01%	0.00%	8.51%	98.24%	94.01%	0.00%	19.81%	19.40%	89.65%
27	0.066	0.01%	0.00%	2.84%	98.25%	94.02%	0.00%	19.98%	22.41%	89.65%
28	0.064	0.00%	0.04%	0.33%	98.25%	94.06%	0.00%	19.98%	22.43%	89.66%
29	0.062	0.01%	0.23%	0.00%	98.26%	94.29%	1.07%	20.33%	22.45%	90.72%
30	0.062	0.00%	0.01%	0.37%	98.26%	94.30%	0.15%	20.47%	22.47%	90.87%

Tabla 4.14

Masa participativa del bloque 2

Participación masa por modo de vibración										
Modo	Período	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
	Seg.									
1	0.261	85.64%	0.08%	0.00%	85.64%	0.08%	0.06%	0.00%	0.56%	0.06%
2	0.219	0.09%	89.68%	0.00%	85.73%	89.75%	1.66%	2.75%	0.57%	1.72%
3	0.146	0.01%	1.58%	0.01%	85.74%	91.34%	84.06%	2.75%	0.57%	85.78%
4	0.099	0.01%	1.50%	0.00%	85.75%	92.84%	0.46%	18.69%	0.58%	86.24%
5	0.084	0.00%	0.00%	0.73%	85.75%	92.84%	0.00%	18.76%	1.01%	86.24%
6	0.083	0.00%	0.00%	0.02%	85.75%	92.84%	0.00%	18.76%	4.10%	86.25%
7	0.078	0.01%	0.01%	8.12%	85.76%	92.85%	0.00%	19.37%	6.45%	86.25%
8	0.077	0.09%	0.01%	0.01%	85.85%	92.86%	0.34%	19.58%	6.46%	86.59%
9	0.075	9.22%	0.01%	0.06%	95.07%	92.87%	0.00%	19.58%	9.05%	86.59%
10	0.075	1.14%	0.00%	0.52%	96.20%	92.87%	0.00%	19.60%	9.17%	86.59%
11	0.074	0.25%	0.00%	0.00%	96.46%	92.87%	0.01%	19.61%	9.18%	86.59%
12	0.074	0.55%	0.00%	0.08%	97.01%	92.87%	0.01%	19.61%	10.75%	86.61%
13	0.073	0.04%	0.00%	0.01%	97.05%	92.88%	0.22%	19.62%	10.78%	86.83%
14	0.072	0.70%	0.01%	0.07%	97.75%	92.88%	0.06%	19.65%	10.99%	86.89%
15	0.072	0.16%	0.16%	0.01%	97.91%	93.05%	0.47%	19.75%	11.11%	87.36%
16	0.071	0.04%	0.01%	0.00%	97.95%	93.05%	0.38%	19.78%	11.12%	87.74%
17	0.071	0.00%	0.00%	0.02%	97.95%	93.05%	0.00%	19.78%	11.70%	87.74%
18	0.069	0.01%	0.00%	1.00%	97.96%	93.06%	0.19%	19.80%	11.72%	87.93%
19	0.069	0.13%	0.01%	2.22%	98.09%	93.07%	0.01%	19.87%	11.73%	87.94%
20	0.069	0.02%	0.09%	0.16%	98.11%	93.15%	0.90%	19.88%	11.74%	88.84%
21	0.068	0.07%	0.35%	0.05%	98.18%	93.50%	1.02%	20.04%	11.74%	89.85%
22	0.068	0.01%	0.00%	0.43%	98.19%	93.50%	0.00%	20.06%	12.82%	89.85%
23	0.066	0.01%	0.00%	0.05%	98.20%	93.50%	0.00%	20.06%	14.86%	89.85%
24	0.066	0.00%	0.76%	0.00%	98.20%	94.26%	0.19%	21.15%	14.96%	90.04%
25	0.065	0.01%	0.00%	0.00%	98.21%	94.26%	0.00%	21.22%	18.59%	90.05%
26	0.065	0.00%	0.00%	6.74%	98.21%	94.27%	0.00%	21.33%	18.70%	90.05%
27	0.064	0.00%	0.00%	3.36%	98.21%	94.27%	0.00%	21.47%	20.36%	90.05%
28	0.063	0.01%	0.00%	0.03%	98.22%	94.27%	0.01%	21.54%	20.38%	90.06%
29	0.063	0.02%	0.00%	0.00%	98.24%	94.27%	0.17%	21.63%	20.38%	90.22%
30	0.062	0.00%	0.00%	0.01%	98.24%	94.27%	0.97%	22.20%	20.38%	91.19%

Tabla 4.15

Masa participativa del bloque 3

Participación masa por modo de vibración										
Modo	Periodo seg.	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.202	83.15%	0.04%	0.00%	83.15%	0.04%	0.07%	0.00%	1.62%	0.07%
2	0.175	0.05%	87.27%	0.00%	83.19%	87.31%	1.59%	3.66%	1.64%	1.66%
3	0.127	0.00%	1.29%	0.02%	83.19%	88.60%	81.36%	3.77%	1.65%	83.02%
4	0.101	0.01%	0.04%	8.26%	83.20%	88.64%	0.02%	4.34%	5.07%	83.04%
5	0.09	0.04%	4.00%	0.00%	83.24%	92.64%	0.15%	9.83%	5.10%	83.19%
6	0.089	0.00%	0.04%	2.38%	83.24%	92.68%	0.00%	9.91%	5.92%	83.19%
7	0.082	0.00%	0.04%	0.01%	83.24%	92.71%	0.00%	10.05%	5.92%	83.19%
8	0.082	0.03%	0.10%	0.04%	83.27%	92.82%	1.50%	10.57%	5.97%	84.70%
9	0.081	0.00%	0.00%	6.98%	83.27%	92.82%	0.01%	10.81%	7.07%	84.70%
10	0.08	0.07%	0.00%	2.57%	83.34%	92.82%	0.00%	10.97%	10.78%	84.71%
11	0.079	0.00%	0.01%	0.14%	83.34%	92.83%	0.02%	11.16%	13.23%	84.73%
12	0.079	0.00%	0.06%	0.71%	83.34%	92.89%	0.13%	12.36%	13.27%	84.86%
13	0.079	0.00%	0.08%	1.47%	83.34%	92.97%	0.12%	12.71%	14.40%	84.98%
14	0.076	0.06%	0.37%	0.01%	83.40%	93.34%	0.04%	23.10%	14.41%	85.02%
15	0.076	0.13%	0.00%	0.53%	83.53%	93.34%	0.00%	23.25%	14.69%	85.02%
16	0.075	0.00%	0.00%	0.00%	83.53%	93.34%	0.11%	23.25%	14.70%	85.12%
17	0.073	0.03%	0.00%	0.02%	83.56%	93.34%	0.00%	23.25%	15.07%	85.12%
18	0.071	0.00%	0.00%	0.59%	83.57%	93.34%	0.00%	23.40%	16.21%	85.12%
19	0.065	13.39%	0.08%	0.02%	96.96%	93.42%	0.01%	23.48%	21.46%	85.14%
20	0.061	0.00%	0.01%	0.00%	96.96%	93.42%	0.00%	23.65%	21.46%	85.14%
21	0.058	0.00%	0.00%	0.00%	96.96%	93.43%	0.02%	25.33%	21.47%	85.15%
22	0.057	0.07%	0.00%	0.42%	97.03%	93.43%	0.02%	26.29%	22.45%	85.17%
23	0.056	0.02%	0.01%	0.11%	97.05%	93.44%	0.00%	27.14%	22.47%	85.17%
24	0.056	0.02%	0.00%	1.49%	97.07%	93.44%	0.00%	30.96%	22.47%	85.17%
25	0.054	0.07%	0.00%	0.01%	97.13%	93.44%	0.02%	30.97%	23.18%	85.19%
26	0.054	0.00%	0.02%	0.10%	97.13%	93.46%	0.16%	30.98%	23.71%	85.35%
27	0.053	0.02%	0.03%	0.02%	97.15%	93.49%	0.06%	31.64%	23.72%	85.41%
28	0.052	0.01%	0.00%	0.75%	97.16%	93.49%	0.00%	32.16%	23.79%	85.41%
29	0.051	0.18%	0.69%	0.33%	97.34%	94.17%	4.14%	33.39%	24.44%	89.55%
30	0.05	0.09%	0.02%	0.25%	97.43%	94.20%	0.21%	33.41%	24.73%	89.76%
31	0.049	0.01%	0.01%	0.01%	97.44%	94.21%	0.48%	33.42%	24.93%	90.25%
32	0.049	0.01%	0.01%	0.00%	97.45%	94.21%	0.01%	33.47%	29.14%	90.25%
33	0.049	0.00%	0.00%	0.19%	97.45%	94.22%	0.02%	33.47%	29.23%	90.27%
34	0.048	0.08%	0.04%	1.60%	97.53%	94.25%	0.40%	33.55%	30.06%	90.67%
35	0.048	0.01%	0.00%	0.14%	97.54%	94.26%	0.03%	33.58%	30.13%	90.69%

Verificación del sistema estructural

En la que se comprueba a que tipo sistema estructural pertenece para tomar precauciones antes hacer el diseño.

Tabla 4.16*Verificación del sistema estructural de los bloques de la edificación*

Elemento	Bloque N°01		Bloque N°02				Bloque N°03					
	Dir. XX	%	Dir. YY	%	Dir. XX	%	Dir. YY	%	Dir. XX	%	Dir. YY	%
Muro	82.39	72.19%	81.93	66.90%	71.09	65.50%	63.92	57.70%	58.41	81.57%	53.28	83.70%
Columna	31.73	27.81%	40.54	33.10%	37.44	34.50%	46.86	42.30%	13.19	18.43%	10.37	16.30%
Total	114.13	100%	122.47	100%	108.53	100%	110.78	100%	71.60	100%	63.66	100%

En la que se determina de acuerdo a la tabla 4.16 que los bloques 1 y 2 pertenecen al sistema dual y el bloque 3 pertenece al de los muros estructurales de acuerdo a la norma E.030 sísmica de edificaciones.

Periodo fundamental

Según el porcentaje de participación de la masa en los modos de vibración se toma los dos primeros periodos de la estructura. En la tabla 4.17 se muestra los periodos de los bloques del proyecto.

Tabla 4.17

Periodos de bloques de la edificación del proyecto

Dir.	Periodo		
	seg.		
	Bloque N°01	Bloque N°02	Bloque N°03
X-X	0.220	0.220	0.202
Y-Y	0.216	0.207	0.178

Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante en la base de la estructura se calculará con la siguiente expresión (N.T.P.

E.030, 2018)

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} P, \frac{C}{R} \geq 0.11$$

Factor de amplificación sísmica

$$T < T_p \Rightarrow C = 2.5$$

$$|T_p < T < T_L \Rightarrow C = 2.5 \cdot (T_p / T)$$

$$T > T_L \Rightarrow C = 2.5 \cdot (T_p \cdot T_L / T^2)$$

Masa de la estructura

Tabla 4.18

Masas por nivel de la edificación

Masa por piso			
Piso	Bloque N°01	Bloque N°02	Bloque N°03
	ton	ton	ton
Nivel 2	262.26	272.71	175.47
Nivel 1	438.79	436.76	285.64
<i>Total</i>	701.05	709.47	461.11

Bloque N°01

$$T_x = 0.222 < T_p = 1.0 \quad C_x = 2.5$$

$$T_y = 0.209 < T_p = 1.0 \quad C_y = 2.5$$

$$\frac{2.5}{7} = 0.357 > 0.11$$

Fuerza cortante base

$$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} = \frac{0.25 \cdot 1.5 \cdot 2.5 \cdot 1.4}{7} = 0.1875$$

$$V_x = 0.1875 \cdot P = 131.45 \cdot \text{ton}$$

$$V_y = 0.1875 \cdot P = 131.45 \cdot \text{ton}$$

Bloque N°02

$$T_x = 0.261 < T_p = 1.0 \quad C_x = 2.5$$

$$T_y = 0.219 < T_p = 1.0 \quad C_y = 2.5$$

$$\frac{2.5}{7} = 0.357 > 0.11$$

Fuerza cortante base

$$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} = \frac{0.25 \cdot 1.5 \cdot 2.5 \cdot 1.4}{7} = 0.1875$$

$$V_x = 0.1875 \cdot P = 133.03 \cdot \text{ton}$$

$$V_y = 0.1875 \cdot P = 133.03 \cdot \text{ton}$$

Bloque N°03

$$T_x = 0.202 < T_p = 1.0 \quad C_x = 2.5$$

$$T_y = 0.175 < T_p = 1.0 \quad C_y = 2.5$$

$$\frac{2.5}{6} = 0.417 > 0.11$$

Fuerza cortante base

$$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} = \frac{0.25 \cdot 1.5 \cdot 2.5 \cdot 1.4}{6} = 0.21875$$

$$V_x = 0.21875 \cdot P = 100.87 \cdot \text{ton}$$

$$V_y = 0.21875 \cdot P = 100.87 \cdot \text{ton}$$

Desplazamientos relativos de entrepiso

En las tablas; tabla 4.19, tabla 4.20 y tabla 4.21 se muestran desplazamientos relativos de los bloques de la infraestructura y poniendo un límite según la normativa E.030 sismo resistente.

Tabla 4.19

Desplazamiento relativo de bloque 1

Piso	Comb.	Dirección	Deriva elástica	Desplazamientos relativos		Límite
				R 7	Drif _{max} 0.007	
Story2	Deriva X-X	X	0.000611	0.003208		OK
Story2	Deriva Y-Y	Y	0.000423	0.002221		OK
Story1	Deriva X-X	X	0.000421	0.002210		OK
Story1	Deriva Y-Y	Y	0.000460	0.002415		OK

Tabla 4.20

Desplazamiento relativo de bloque 2

Piso	Comb.	Dirección	Deriva elástica	Desplazamientos relativos		Límite
				R 7	Drif _{max} 0.007	
Story2	Deriva X-X	X	0.000726	0.003812		OK
Story2	Deriva Y-Y	Y	0.000573	0.003008		OK
Story1	Deriva X-X	X	0.000519	0.002725		OK
Story1	Deriva Y-Y	Y	0.000445	0.002336		OK

Tabla 4.21*Desplazamiento relativo de bloque 3*

Piso	Comb.	Dirección	Deriva elástica	Desplazamientos relativos		Límite Drif_{max} 0.007
				R 6		
Story2	Deriva X-X	X	0.000517	0.002714		OK
Story2	Deriva Y-Y	Y	0.000386	0.002027		OK
Story1	Deriva X-X	X	0.000336	0.001764		OK
Story1	Deriva Y-Y	Y	0.000309	0.001622		OK

Mínima fuerza cortante.**Tabla 4.22***Calculo de cortante dinámico bloque 1*

Piso	Load Case/Combo	P	VX	VY
		tonf	tonf	tonf
Nivel 1	SX	0	-131.446	0
Nivel 1	SY	0	0	-131.446
Nivel 1	Deriva X-X	0.517	106.436	2.429
Nivel 1	Deriva Y-Y	0.743	2.429	112.121

Para cada eje de análisis la fuerza de corte obtenido por análisis dinámico en la base del primer entrepiso no será menor al 80% de la cortante en la base para obras convencionales, ningún valor por debajo del 90%. Para estructuras irregulares con base a la normativa.

Tabla 4.23*Factor de escala para el cortante dinámico Bloque N°01*

Esfuerzos	Tnf
Cortante en la base al 80%	105.157
Cortante XX del An. Din.	106.436
Cortante YY del An. Din.	112.121
Factor de escala en XX	0.9880
Factor de escala en YY	0.9379

Se aprecia que la fuerza de corte lateral dinámica es mayor al 80% del cortante para el caso de la fuerza estática por ello no es necesario escalar la fuerzas para el caso dinámico en el caso del bloque 1.

Tabla 4.24*Cálculo de cortante dinámica bloque 2*

Piso	Load Case/Combo	P	VX	VY
		tonf	tonf	tonf
Nivel 1	SX	0	-133.025	0
Nivel 1	SY	0	0	-133.025
Nivel 1	Deriva X-X	0.643	134.471	2.595
Nivel 1	Deriva Y-Y	0.473	2.595	131.713

Tabla 4.25*Comparación de cortante dinámica y estática bloque 2*

Esfuerzos	Tnf
Cortante en la base al 80%	106.420
Cortante XX del An. Din.	134.471
Cortante YY del An. Din.	131.713
Factor de escala en XX	0.7914
Factor de escala en YY	0.8080

Se aprecia que el cortante para el caso dinámico es mayor al 80% del cortante para el caso estático por ello no es necesario escalar las fuerzas para el caso dinámico en el caso del bloque N°02.

Tabla 4.26

Cálculo de cortante dinámica bloque 3

Piso	Load Case/Combo	P	VX	VY
		tonf	tonf	tonf
Nivel 1	SX	0.000	-100.868	0
Nivel 1	SY	0.000	0	-100.868
Nivel 1	Deriva X-X	1.055	80.601	1.605
Nivel 1	Deriva Y-Y	1.210	1.605	83.319

Tabla 4.27

Comparación de cortante dinámica y estática bloque 3

Esfuerzos	Tnf
Cortante en la base al 80%	80.694
Cortante XX del An. Din.	80.601
Cortante YY del An. Din.	83.319
Factor de escala en XX	1.0000
Factor de escala en YY	0.9685

Se aprecia que el cortante para el caso dinámico es mayor al 80% del cortante para el caso estático por ello no es necesario escalar la fuerzas para el caso dinámico en el caso del bloque N°03

4.4.5. Diseño de elementos de concreto armado de la superestructura

Tanto las construcciones como los componentes de las estructuras tienen que ser elaborados de tal manera que cada una de sus secciones cumpla con las resistencias de diseño

necesarias (ϕR_n). Es fundamental que las estructuras y los elementos estructurales sean diseñados para cumplir o incluso superar las resistencias de diseño requeridas (R_u), las cuales se calculan considerando las fuerzas intensificadas según las combinaciones especificadas en la norma E.060. Es esencial garantizar el cumplimiento de estos requisitos en cada segmento de los elementos estructurales.

$$\phi R_n \geq R_u$$

Requisitos generales de resistencia

Resistencia Requerida

Para este proyecto, se estableció la resistencia necesaria al utilizar la combinación más exigente de las siguientes combinaciones de cargas y fuerzas amplificadas:

$$U=1.4CM +1.7CV$$

$$U=1.25 (CM+CV) \pm CS$$

$$U=0.9CM \pm CS$$

Donde:

CM: Carga Muerta

CV: Carga Viva

CS: Carga de Sismo

Resistencia de diseño

La resistencia de diseño se define como la capacidad de resistencia estimada según los requisitos y supuestos establecidos en la normativa pertinente E.060, después, se procede a multiplicar por los coeficientes de reducción de resistencia. ϕ especificados a continuación.

- Flexión sin carga axial: 0.90

- Carga axial de compresión con o sin flexión: 0.70
- Cortante y torsión: 0.85
- Aplastamiento del concreto 0.70.

Losa aligerada

A continuación, se muestran las sollicitaciones en la losa en las figuras 4.12 y 4.13 nos visualiza los diagramas de momentos envolventes de cortantes y momentos en la losa típica de la edificación.

Figura 4.12

Envolventes de momentos en losa típica

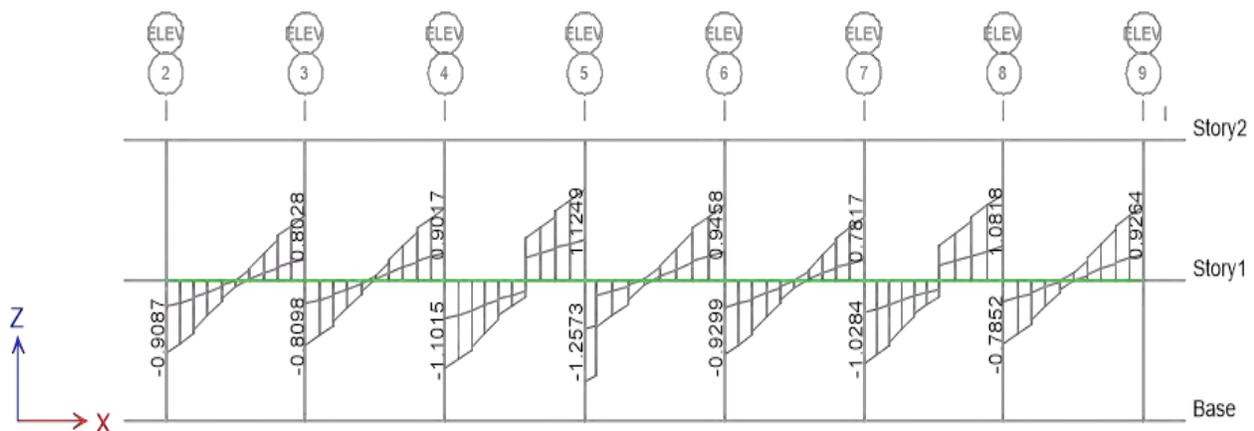
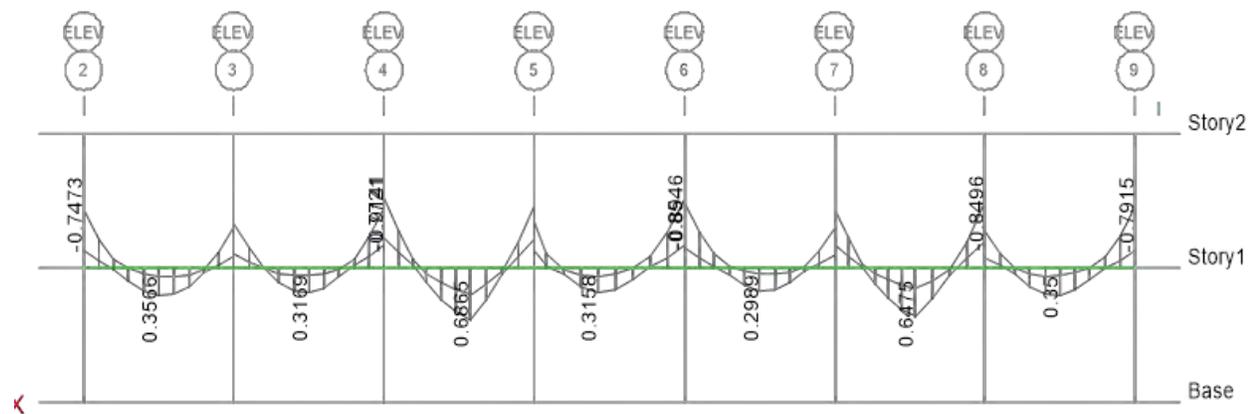


Figura 4.13

Envolventes de fuerzas cortantes de losa típica

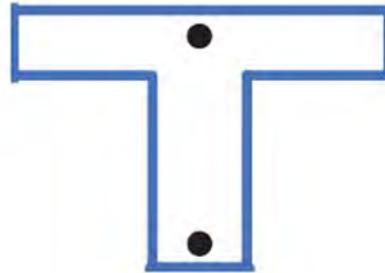


DATOS**Geometría**

B	40 cm
h	20 cm
t	5 cm
bw	10 cm
r	2 cm
d	17.5 cm
ϕ	0.9

Materiales acero y concreto

f_c	210 kg/cm ²
β_1	0.85
EC	231721 kg/cm ²
f_y	4200 kg/cm ²
ES	2000000 kg/cm ²

**Chequeo por flexión**

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot b}$$

$$M_U = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7 \sqrt{f_c}}{f_y} \cdot b \cdot d$$

Acero superior

$$a = \frac{(1.29 + 0.71) \cdot 4200}{0.85 \cdot 210 \cdot 10} = 4.706 \text{ cm}$$

$$M_U = 0.90 \cdot (1.29 + 0.71) \cdot 4200 \cdot (16.865 - 4.706/2) = 1.10 \text{ Ton.m}$$

Se verifica que $1.10 > 0.89$ Cumple

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7 \sqrt{210}}{4200} \cdot 10 \cdot 16.865 = 0.41 \text{ cm}^2 < 2 \text{ cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

Acero inferior

$$a = \frac{(1.29) \cdot 4200}{0.85 \cdot 210 \cdot 10} = 3.035 \text{ cm}$$

$$M_U = 0.90 \cdot (1.29) \cdot 4200 \cdot (16.865 - 3.035/2) = 0.75 \text{ Ton.m}$$

Se verifica que $0.75 > 0.69$

$$A_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{210}}{4200} \cdot 10 \cdot 16.865 = 0.41 \text{ cm}^2 < 1.29 \text{ cm}^2 \text{ Cumple}$$

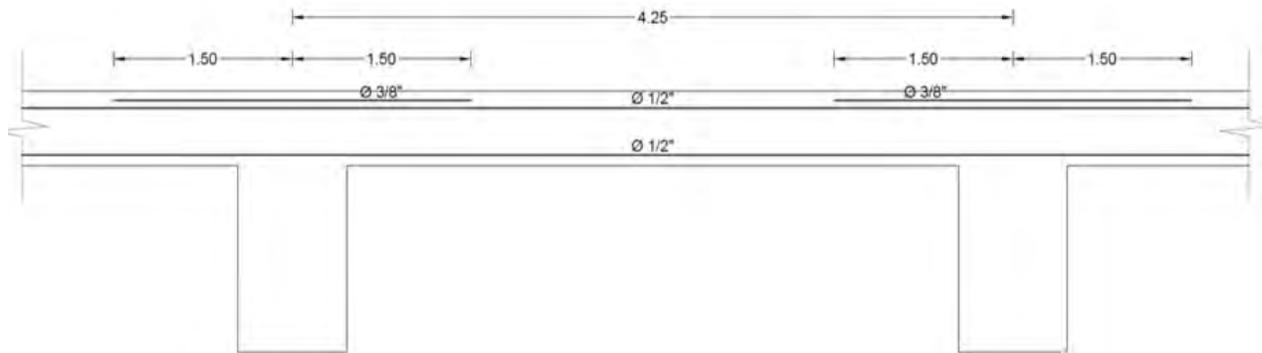
En la tabla 4.28 se muestra la distribución típica de acero en losas aligeradas en una dirección de todos los bloques

Tabla 4.28

Resumen de distribución de acero en losas típicas del proyecto

Bloque N°01			
Ubicación	Acero	M_U (Capacidad Ton.)	M_U (Demanda Ton.)
Superior	$\phi 1/2'' + \phi 3/8''$	1.10	0.78
Inferior	$\phi 1/2''$	0.75	0.69
Bloque N°02			
Ubicación	Acero	M_U (Capacidad Ton.)	M_U (Demanda Ton.)
Superior	$\phi 1/2'' + \phi 3/8''$	1.10	0.86
Inferior	$\phi 1/2''$	0.75	0.66
Bloque N°03			
Ubicación	Acero	M_U (Capacidad Ton.)	M_U (Demanda Ton.)
Superior	$\phi 1/2'' + \phi 3/8''$	1.10	0.95
Inferior	$\phi 1/2''$	0.75	0.53

Finalmente, en la figuras 4.14 se muestra el acero longitudinal en las losas irá en la siguiente forma: hacer $\phi 1/2''$ superior e inferior y para completar el refuerzo requerido superior se hará con bastones de $\phi 3/8''$ según figura siguiente.

Figura 4.14*Distribución de acero en losa típica*

DETALLE TIPICO DE REFUERZO EN VIGUETAS

a) Chequeo por corte

$$V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 10 \cdot 20 = 1.31 \text{ Ton} > 1.26 \text{ Ton} \quad \text{Cumple}$$

Bloque	V_c (Ton)	V_U (Ton)
1	1.31	1.26
2	1.31	0.96
3	1.31	1.19

Cálculo de acero de temperatura

$$\phi = 1/4'' \quad (A=0.32 \text{ cm}^2)$$

$$B=100\text{cm}$$

$$.t = 5\text{cm}$$

$$A_{st} = 0.0025Bt = 1.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación de acero de temperatura } @ = A/A_{st} \cdot 100 = 25.6 = 25 \text{ cm}$$

No se requiere macizado para de losa

Viga

Seguidamente, se calcula las solicitaciones en las vigas para un pórtico representativo del bloque típico. En la figura 4.15 se muestra la envolvente de momentos para viga principal del proyecto y, figura 4.16 envolvente fuerzas cortantes.

Figura 4.15

Envolvente de momentos para viga principal del proyecto

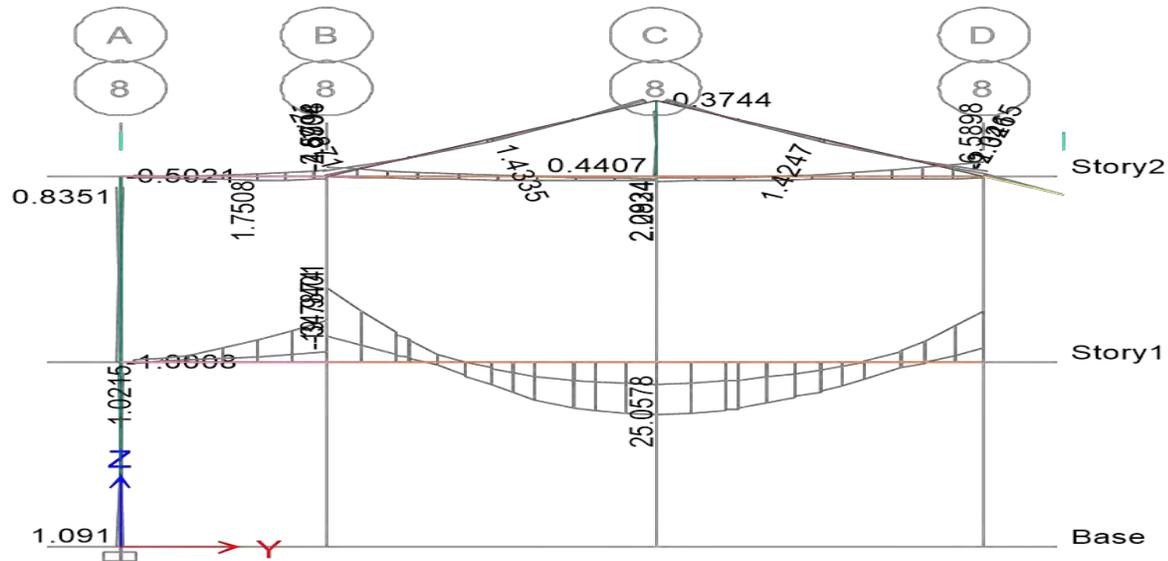
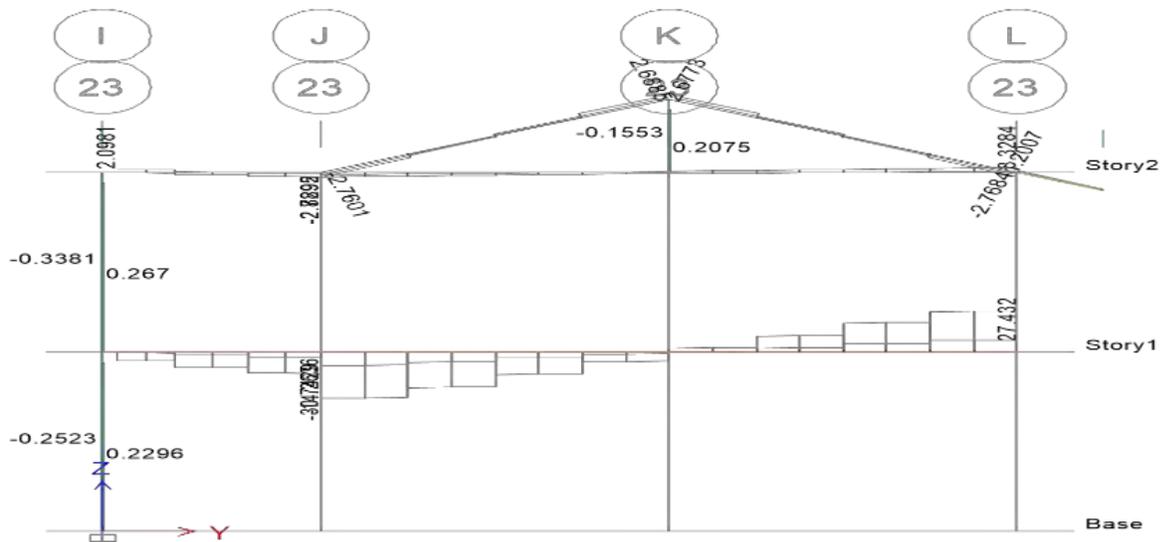


Figura 4.16

Envolvente de cortantes para viga principal



Acero por flexión

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_U}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b}}$$

$$A_s = \frac{M_U}{\phi \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)} \quad A_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$C_{\max} = \frac{0.003 \cdot d}{0.003 + 0.005} \quad a_{\max} = \beta_1 \cdot C_{\max}; \text{ si } f'_c < 280 \text{ kg/cm}^2, \beta_1 = 0.85$$

Si $a_{\max} < a$ requiere refuerzo por compresión

Tabla 4.29

Hoja de cálculo de viga típica

$b =$	30.00 cm		$f_y =$	4200 kg/cm ²	Etribos =	3/8"					
$h =$	70.00 cm		$\phi_T =$	0.90	As. Esq. =	3/4"					
$r =$	4.00 cm		$\delta l =$	0.85							
$d =$	64.095 cm		$C_{\max} =$	24.04 cm							
$f'_c =$	210 kg/cm ²		$a_{\max} =$	20.43 cm							
							E.060				
							Acero requerido por el analisis	Acero según planos de estructura			
<i>I</i>	M_u (Ton-m)	a	A_s	4/3 A_s	$A_{s_{\min}}$	$A_{s_{\text{req}}}$	D_1	D_2	$A_{s_{\text{Colocado}}}$		
	<i>Sup.</i>	-34.9	12.5370	15.9847	21.3129	4.6441	15.985 cm ²	6	3/4"	- -	17.040 cm ²
	<i>Inf.</i>	17.47	5.9297	7.5604	10.0806	4.6441	7.560 cm ²	3	3/4"	- -	8.520 cm ²
<i>Medio</i>	M_u (Ton-m)	a	A_s	4/3 A_s	$A_{s_{\min}}$	$A_{s_{\text{req}}}$	D_1	D_2	$A_{s_{\text{Colocado}}}$		
	<i>Sup.</i>	-8.41	2.7829	3.5482	4.7310	4.6441	4.644 cm ²	2	3/4"	- -	5.680 cm ²
	<i>Inf.</i>	29.32	10.3228	13.1616	17.5488	4.6441	13.162 cm ²	6	3/4"	- -	17.040 cm ²
<i>J</i>	M_u (Ton-m)	a	A_s	4/3 A_s	$A_{s_{\min}}$	$A_{s_{\text{req}}}$	D_1	D_2	$A_{s_{\text{Colocado}}}$		
	<i>Sup.</i>	-24	8.2892	10.5687	14.0916	4.6441	10.569 cm ²	2	3/4"	3 5/8"	11.650 cm ²
	<i>Inf.</i>	11.97	3.9998	5.0997	6.7996	4.6441	5.100 cm ²	3	3/4"	- -	8.520 cm ²

Diseño de viga por corte

P1 Datos

viga 30x70
 h 70 cm
 b 30cm

d'	6 cm
r	4 cm
d	64cm
Φ corte	0.85
Φ flexion	0.9

$$V_u = V_c + V_s \qquad V_c = 0.53\sqrt{f'c} \cdot b \cdot d \qquad V_s = \frac{A_v f_y d}{S_h}$$

Se asume estribo de 3/8" para la verificación en la tabla 4.30 se muestran hojas de cálculo de separación de estribos teórica. En la figura 4.17, se observa un gráfico donde se da las recomendaciones de la norma E.060 de concreto armado para la distribución de estribos de una viga.

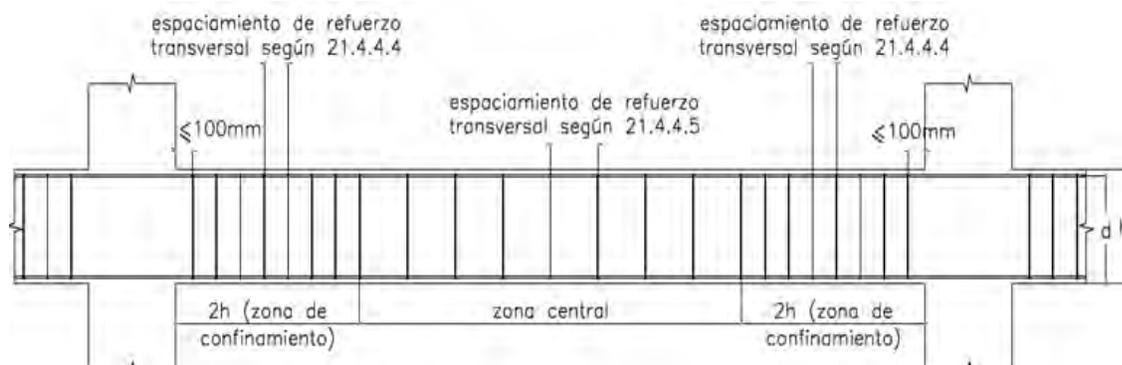
Tabla 4.30

Resumen de cálculo de fuerzas cortantes en viga

<i>Posición</i>	V_u (kg)	V_c (kg)	V_s (kg)	S_h (cm)
i	30742.9	12926.16314	17816.73686	22.09
medio	23557.9	12926.16314	10631.73686	37.02
j	27432.0	12926.16314	14505.83686	27.14

Figura 4.17

Guía para distribución de estribos de viga



Nota. Origen reglamento nacional de edificaciones

Espaciamiento según 21.4.4.4 (E.060, 2009)

$$\min. \begin{cases} d/4 \geq 15 \text{ cm} \rightarrow 16.02 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm} \\ 10db; db = \text{diámetro longitudinal de menor dimensión} \rightarrow 15.86 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm} \\ 24 \text{ veces diámetro de estribo} \rightarrow 22.86 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$

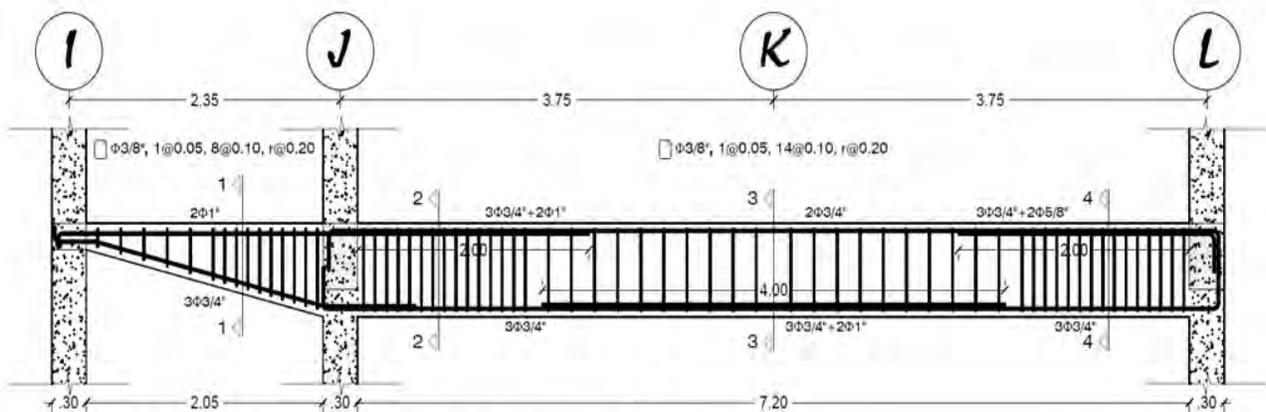
Espaciamiento fuera de la zona de confinamiento

El espaciamiento deberá estar a no más de $0.5d = 32 \text{ cm}$

$$\phi \frac{3}{8}'' , 1 @ 0.05, 14 @ 0.10, Rto. @ 0.20$$

Figura 4.18

Distribución de estribos en viga principal típica



VIGA PRINCIPAL: V.P. 30x70 EJE 23.

ESC 1:50

Nota. Elaboración propia

Diseño de columnas

Generalidades

Tienen un papel esencial los pilares, al resistir principalmente las cargas de compresión axial en una estructura. Sin embargo, es importante tener en cuenta que en el caso de las

estructuras de concreto armado, los pilares también están sujetos a fuerzas de corte, flexión o torsión. Esto se debe a que la continuidad del sistema estructural genera momentos flectores en todos los elementos, lo que implica que los pilares deben ser capaces de resistir y distribuir estas fuerzas adicionales de manera eficiente.

- **Diseño por flexo compresión**

Columna *C-01 30x70* con $4\Phi 3/4" + 8\Phi 5/8"$ con base a estos refuerzos se determinará el diagrama de interacción considerando las siguientes cargas ultimas.

P1 datos de cálculo y resultados del análisis estructural

Tabla 4.31

Resumen cortantes y momentos de columna típica

TABLE: Design Forces - Columns

Story	Combo	P	V2	V3	T	M2	M3
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-1	-49.4232	-0.0137	0.7421	0.0149	1.7274	-0.129
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-1	-48.5412	-0.4986	-0.4859	0.0149	-0.7916	-0.3852
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-1	-47.6592	-0.4986	-0.4859	0.0149	-0.3703	-0.0921
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-2	-49.4232	-0.4986	0.7421	0.0149	-1.4701	-0.129
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-2	-48.5412	-0.0137	-0.4859	0.0149	0.6901	-0.3852
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-2	-47.6592	-0.0137	-0.4859	0.0149	-0.09	-0.0921
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-3	-49.4232	-0.0137	-0.4859	0.0149	1.7274	-1.0823
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-3	-48.5412	-0.4986	0.7421	0.0149	-0.7916	-0.109
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-3	-47.6592	-0.4986	0.7421	0.0149	-0.3703	0.3152
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-4	-49.4232	-0.4986	-0.4859	0.0149	-1.4701	-1.0823
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-4	-48.5412	-0.0137	0.7421	0.0149	0.6901	-0.109
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-4	-47.6592	-0.0137	0.7421	0.0149	-0.09	0.3152
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-5	-51.62	-0.0137	0.7421	-0.0172	1.7274	-0.129
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-5	-50.738	-0.4986	-0.4859	-0.0172	-0.7916	-0.3852
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-5	-49.856	-0.4986	-0.4859	-0.0172	-0.3703	-0.0921
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-6	-51.62	-0.4986	0.7421	-0.0172	-1.4701	-0.129
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-6	-50.738	-0.0137	-0.4859	-0.0172	0.6901	-0.3852
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-6	-49.856	-0.0137	-0.4859	-0.0172	-0.09	-0.0921
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-7	-51.62	-0.0137	-0.4859	-0.0172	1.7274	-1.0823
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-7	-50.738	-0.4986	0.7421	-0.0172	-0.7916	-0.109
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-7	-49.856	-0.4986	0.7421	-0.0172	-0.3703	0.3152
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-8	-51.62	-0.4986	-0.4859	-0.0172	-1.4701	-1.0823
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-8	-50.738	-0.0137	0.7421	-0.0172	0.6901	-0.109
Story1	1.25(CM+CV)+CSx-8	-49.856	-0.0137	0.7421	-0.0172	-0.09	0.3152
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-1	-49.3548	6.8122	0.178	0.0646	0.1979	13.6167
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-1	-48.4728	-7.3245	0.0783	0.0646	-0.0732	-4.5831
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-1	-47.5908	-7.3245	0.0783	0.0646	-0.3067	-5.472
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-2	-49.3548	-7.3245	0.178	0.0646	0.0593	13.6167
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-2	-48.4728	6.8122	0.0783	0.0646	-0.0283	-4.5831
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-2	-47.5908	6.8122	0.0783	0.0646	-0.1536	-5.472
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-3	-49.3548	6.8122	0.0783	0.0646	0.1979	-14.8281
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-3	-48.4728	-7.3245	0.178	0.0646	-0.0732	4.089
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-3	-47.5908	-7.3245	0.178	0.0646	-0.3067	5.6951
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-4	-49.3548	-7.3245	0.0783	0.0646	0.0593	-14.8281
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-4	-48.4728	6.8122	0.178	0.0646	-0.0283	4.089
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-4	-47.5908	6.8122	0.178	0.0646	-0.1536	5.6951
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-5	-51.6883	6.8122	0.178	-0.0669	0.1979	13.6167
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-5	-50.8063	-7.3245	0.0783	-0.0669	-0.0732	-4.5831
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-5	-49.9243	-7.3245	0.0783	-0.0669	-0.3067	-5.472
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-6	-51.6883	-7.3245	0.178	-0.0669	0.0593	13.6167
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-6	-50.8063	6.8122	0.0783	-0.0669	-0.0283	-4.5831
Story1	1.25(CM+CV)+C-6	-49.9243	6.8122	0.0783	-0.0669	-0.1536	-5.472
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-7	-51.6883	6.8122	0.0783	-0.0669	0.1979	-14.8281
Story1	1.2CM+CV)+CSy-7	-50.8063	-7.3245	0.178	-0.0669	-0.0732	4.089
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-7	-49.9243	-7.3245	0.178	-0.0669	-0.3067	5.6951
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-8	-51.6883	-7.3245	0.0783	-0.0669	0.0593	-14.8281
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-8	-50.8063	6.8122	0.178	-0.0669	-0.0283	4.089
Story1	1.25(CM+CV)+CSy-8	-49.9243	6.8122	0.178	-0.0669	-0.1536	5.6951

$$P_u = 51.69 \cdot \text{ton}$$

$$M_{u(2)} = 1.25 \cdot \text{ton}$$

$$M_{u(3)} = 14.83 \cdot \text{ton}$$

Figura 4.19

Diagrama de interacción de columna típica

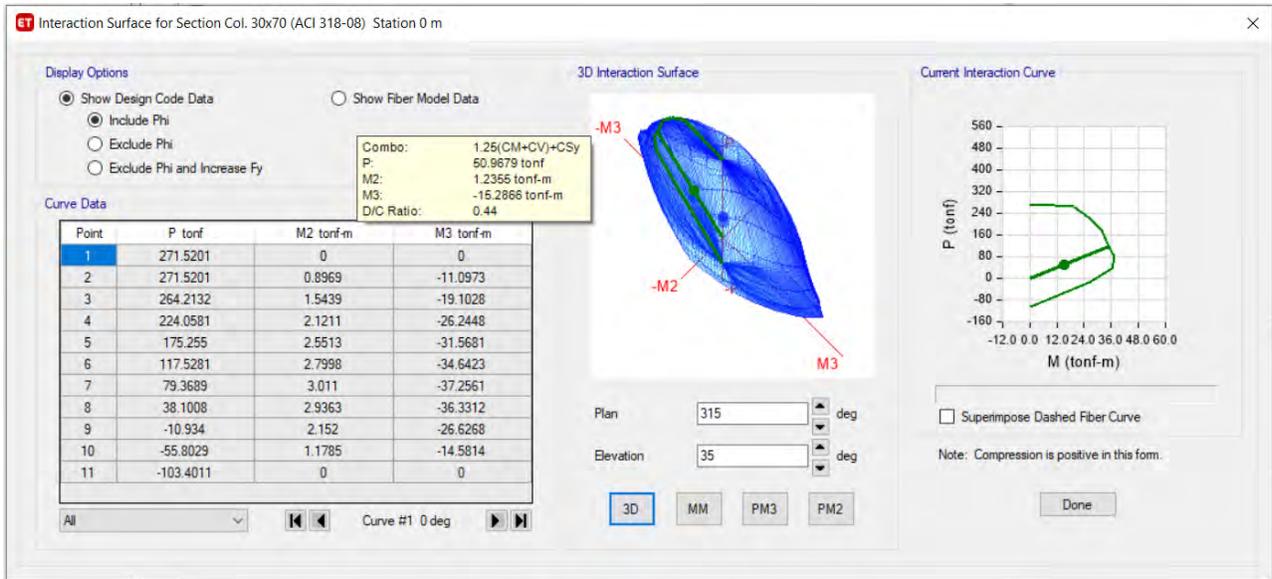
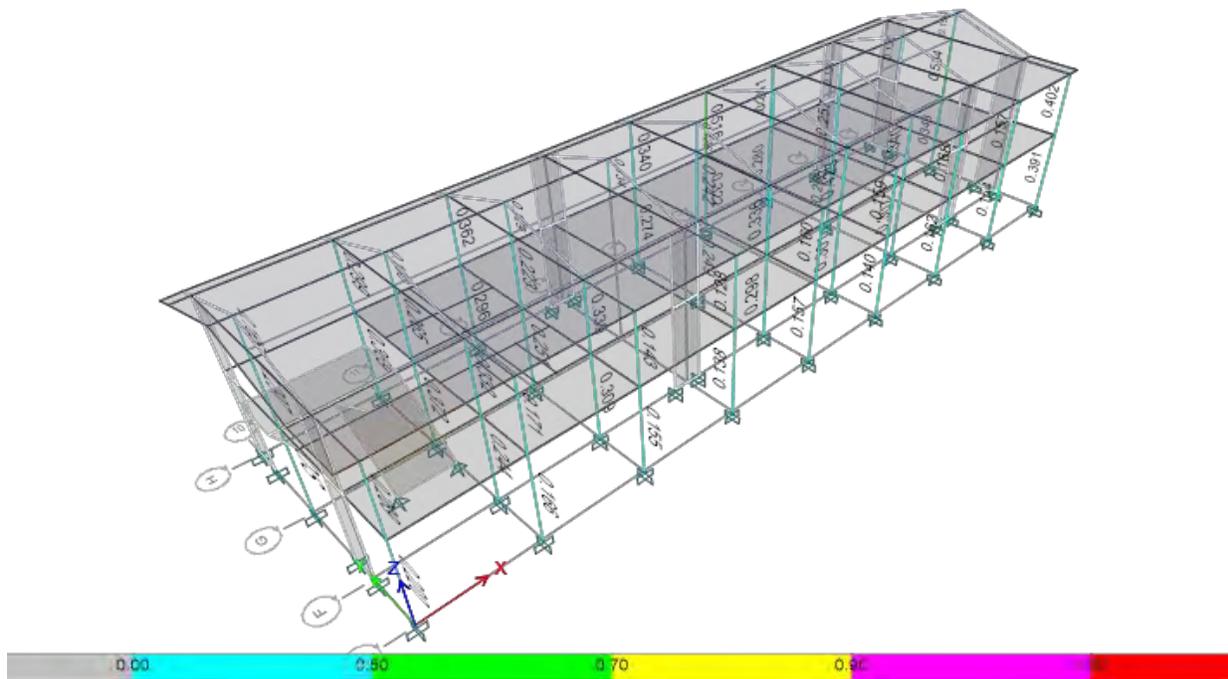


Figura 4.20

Grafico demanda y capacidad de la columna



Del diagrama de interacción se verifica que el valor de D/C es menor a la unidad con lo que se acepta el diseño para los casos más críticos de cargas de flexo compresión biaxial

De la escala grafica se puede verificar que los valores de relación entre demanda y capacidad son menores a la unidad con el cual se acepta el diseño.

Análisis de columna típica

P1 datos

$$P_u = 51.69 \text{ tn}$$

$$M_{uxx} = 1.25 \text{ tn-m}$$

$$M_{uyy} = 14.83 \text{ tn-m}$$

P2 hallando cuantías mínimas por flexión por diagramas de interacción

$$e_x = \frac{M_{uyy}}{P_u} = \frac{14.83 * 10^5}{51.69 * 10^3} = 28.69 \text{ cm}$$

$$e_y = \frac{M_{uxx}}{P_u} = \frac{1.25 * 10^5}{51.69 * 10^3} = 2.42 \text{ cm}$$

$$t_x > t_y = e' = \sqrt{e_x^2 + e_y^2 * \left(\frac{t_x}{t_y}\right)^2}$$

Donde se cumple que

$$e' = 29.24 \text{ cm}$$

$$\frac{e'}{t_x} = \frac{29.42}{70} = 0.42$$

$$\frac{P_u}{A_g} = \frac{51.69 * 10^3}{70 * 30} = 24.61 \text{ kg / cm}^2$$

$$\gamma = \frac{h - 2r}{h} = \frac{70 - 10}{70} = 0.86$$

Con todos esos datos entramos a las tablas de interacción

$$Kn = \frac{Pn}{fc' * Ag} = \frac{24.61}{210} = 0.12$$

$$Rn = \frac{Pn * e}{f'c * Ag * h} = Kn * 0.42 = 0.05$$

$$\rho = 1\%$$

P3 Comprobación de Bresler

Sentido x

$$\gamma = 0.86$$

$$\frac{ex}{tx} = 0.41$$

$$\frac{Pnx}{Ag} = 75.5 \text{ kg / cm}^2$$

$$Pnx = 158.6 \text{ tn}$$

Sentido y

$$\gamma = 0.67$$

$$\frac{ey}{ty} = \frac{2.42}{30} = 0.081$$

$$\frac{Pny}{Ag} = 78 \text{ kg / cm}^2$$

$$Pny = 163.8 \text{ tn}$$

La formula $Pno = 0.8\phi * ((0.85 * fc' * (Ag - As) + As * fy))$

$$Pno = 273.28 \text{ tn}$$

$$\frac{1}{Pu} = \frac{1}{\phi Pnx} + \frac{1}{\phi Pny} - \frac{1}{\phi Pno}$$

$$\frac{1}{Pu} = \frac{1}{158.5} + \frac{1}{163.8} - \frac{1}{273.28}$$

$$Pu = 113.7 \text{ tn}$$

$$Pu > Pn = 113.7 > 51.69 \text{ ok}$$

P4 Diseño por corte**Contribución del concreto en la resistencia al corte**

$$N_u = P_u = 51.69 \text{ tn}$$

$$A_g = 2400 \text{ cm}^2$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right) b_w d$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210} * 10 * \left(1 + \frac{51.69 * 10^3}{140 * 2400} \right) * 0.54 * 0.30$$

$$V_c = 14.36 \text{ tn}$$

Cumple $\phi V_c > V_u = 12.2 \text{ tn} > 7.32 \text{ tn}$ entonces se debe considerar los estribos de acuerdo a la norma

P5 cálculo de estribos en forma teórica

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{51.68 * 10^3}{140 * 70 * 30} \right) * \sqrt{210} * 0.30 * 0.65 * 10 = 17.61 \text{ tn}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{7.32}{0.85} - 17.61 = 9 \text{ tn}$$

Cálculo de espaciamiento teórico de estribos asumiendo 3/8"

$$s = \frac{\phi * A_v * f_y * d}{V_s} = \frac{0.85 * 2 * 0.71 * 4200 * 65}{9 * 10^3} = 36.61 \text{ cm}$$

P6: Verificación de distribución según normas

En el siguiente cálculo de distribución para estribos se utiliza los criterios de la norma

E.060 de concreto armado

P4 Espaciamiento máximo de estribos según norma

Longitud de la zona de confinamiento (l_o)

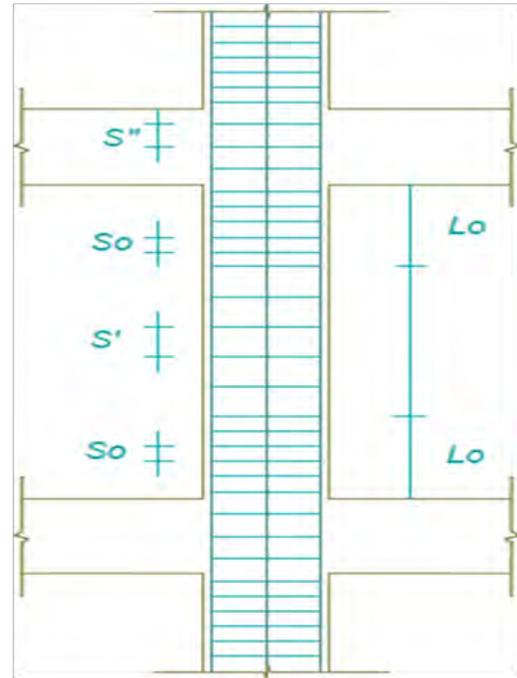
$l_n/6$	60 cm	} 70 cm
$\max(b,h)$	70 cm	
50 cm	50 cm	

Espaciamiento dentro de l_o ; (S_o)

$8db_{lmin}$	10.16	} 10 cm
$\min(b/2, h/2)$	15 cm	
10 cm	10 cm	

Espaciamiento fuera de l_o ; (S')

$16db$	20.32	} 20 cm
$\min(b,h)$	30 cm	
48 dest	45.6	



Espaciamiento dentro del nudo (S'')

	S''_{max}	15 cm			
	A_v	0.5	<	1.43	$A_v \geq 3.5 \frac{bs}{f_y}$
Usaremos	ϕ	3/8"	1	@	5 cm
			8	@	10 cm
			R	@	20 cm

Diseño de placas estructurales

Generalidades

Las placas de concreto armado, Las placas de concreto armado son frecuentemente empleadas en el diseño de infraestructuras con resistencia sísmica para lograr una eficiente respuesta estructural. Estas placas, que presentan una dimensión longitudinal significativamente mayor que su ancho, ofrecen una alta rigidez y ductilidad en esa dirección, lo que les permite resistir

de manera efectiva las cargas laterales generadas por acciones sísmicas y de viento.

Asimismo, contribuyen a limitar los desplazamientos laterales de la estructura y a disipar la energía involucrada en dichos eventos.

P1 Parámetros de diseño:

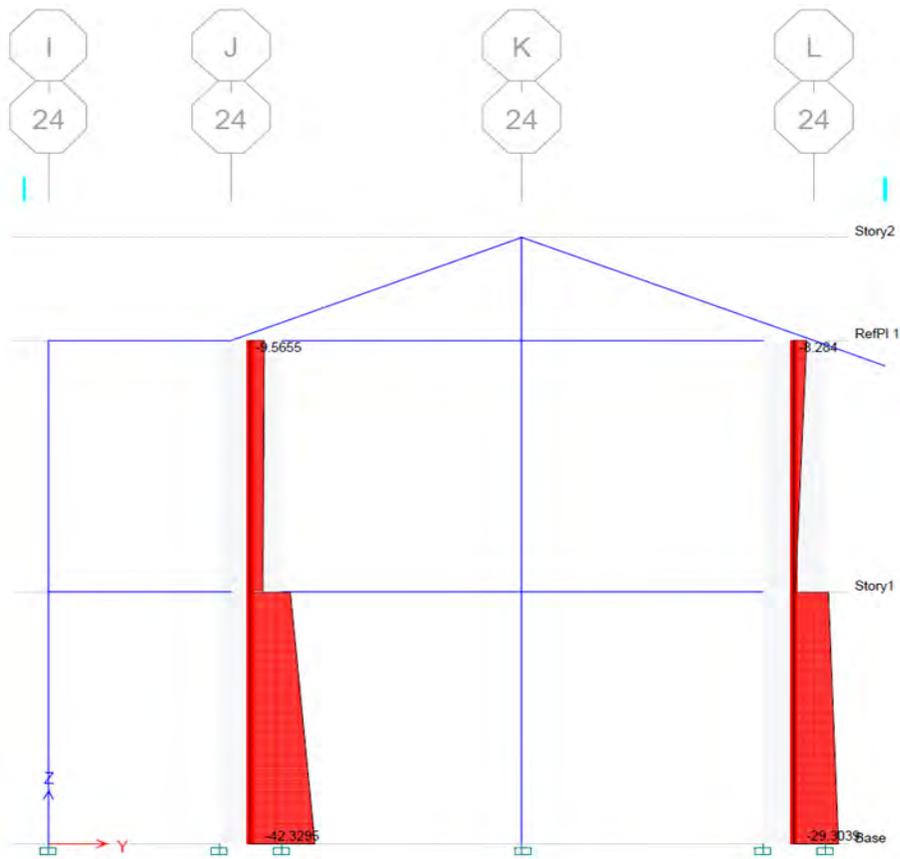
- a) Las cuantías mínimas de diseño cumplirán la siguiente expresión: Cuando V_u sea menor que $0.27 (f_c)^{0.5} A_{cw}$, el refuerzo distribuido debe proporcionarse según:
 - La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015
 - La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002
- b) El intervalo del refuerzo en cada dirección de la pared de apoyo no debe exceder tres veces el espesor de la pared ni de 40 cm.
- c) Cuando el espesor del muro sea mayor que 20 cm, deberá distribuirse el refuerzo horizontal y vertical por cortante en las dos caras del muro.
- d) El refuerzo vertical distribuido no necesita estar confinado por estribos a menos que su cuantía exceda de 0.01 del área total de concreto o cuando el refuerzo vertical no requiere como refuerzo de compresión

P2 Datos de cálculo

En la figura 4.21 se visualiza fuerzas cortantes en los muros estructurales de una sección típica.

Figura 4.21

Fuerzas cortantes en placas de pórtico típico



Datos

t	30 cm	f _c	210 kg/cm ²
rext	2.5 cm	EC	231721 kg/cm ²
β ₁	0.85		acero
rint	2.5 cm	f _y	4200kg/cm ²
L	80 cm	E _s	2000000 kg/cm ²
φ _{corte}	0.85		

Tabla 4.32

Resumen de cálculo de momentos y cortantes de placa típica

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	Py-3	1.4CM+1.7CV-1	Bottom	-33.8159	-3.11E+00	-1.1994	-0.0433	-1.4438	-5.9353
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSx-1	Bottom	-24.9924	-0.7021	0.4206	0.0273	1.4713	-1.2954
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSx-2	Bottom	-24.9924	-4.4508	0.4206	0.0273	-3.8427	-1.2954
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSx-3	Bottom	-24.9924	-0.7021	-2.3892	0.0273	1.4713	-8.5126
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSx-4	Bottom	-24.9924	-4.4508	-2.3892	0.0273	-3.8427	-8.5126
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSx-5	Bottom	-33.1767	-0.7021	0.4206	-0.0943	1.4713	-1.2954
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSx-6	Bottom	-33.1767	-4.4508	0.4206	-0.0943	-3.8427	-1.2954
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSx-7	Bottom	-33.1767	-0.7021	-2.3892	-0.0943	1.4713	-8.5126
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSx-8	Bottom	-33.1767	-4.4508	-2.3892	-0.0943	-3.8427	-8.5126
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSy-1	Bottom	-22.7235	16.1802	-0.9145	0.0319	-1.0724	32.5215
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSy-2	Bottom	-22.7235	-21.333	-0.9145	0.0319	-1.2989	32.5215
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSy-3	Bottom	-22.7235	16.1802	-1.0541	0.0319	-1.0724	-42.3295
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSy-4	Bottom	-22.7235	-21.333	-1.0541	0.0319	-1.2989	-42.3295
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSy-5	Bottom	-35.4456	16.1802	-0.9145	-0.099	-1.0724	32.5215
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSy-6	Bottom	-35.4456	-21.333	-0.9145	-0.099	-1.2989	32.5215
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSy-7	Bottom	-35.4456	16.1802	-1.0541	-0.099	-1.0724	-42.3295
Story1	Py-3	1.25(CM+CV)+CSy-8	Bottom	-35.4456	-21.333	-1.0541	-0.099	-1.2989	-42.3295
Story1	Py-3	0.9CM+CSx-1	Bottom	-13.1251	0.7065	0.9872	0.0539	2.1509	1.4062
Story1	Py-3	0.9CM+CSx-2	Bottom	-13.1251	-3.0422	0.9872	5.39E-02	-3.1631	1.4062
Story1	Py-3	0.9CM+CSx-3	Bottom	-13.1251	0.7065	-1.8226	5.39E-02	2.1509	-5.811
Story1	Py-3	0.9CM+CSx-4	Bottom	-13.1251	-3.0422	-1.8226	5.39E-02	-3.1631	-5.811
Story1	Py-3	0.9CM+CSx-5	Bottom	-21.3093	0.7065	0.9872	-6.77E-02	2.1509	1.4062
Story1	Py-3	0.9CM+CSx-6	Bottom	-21.3093	-3.0422	0.9872	-6.77E-02	-3.1631	1.4062
Story1	Py-3	0.9CM+CSx-7	Bottom	-21.3093	0.7065	-1.8226	-6.77E-02	2.1509	-5.811
Story1	Py-3	0.9CM+CSx-8	Bottom	-21.3093	-3.0422	-1.8226	-6.77E-02	-3.1631	-5.811
Story1	Py-3	0.9CM+CSy-1	Bottom	-10.8562	17.5888	-0.3479	5.85E-02	-0.3929	35.2231
Story1	Py-3	0.9CM+CSy-2	Bottom	-10.8562	-19.9245	-0.3479	0.0585	-0.6194	35.2231
Story1	Py-3	0.9CM+CSy-3	Bottom	-10.8562	17.5888	-0.4875	0.0585	-0.3929	-39.6279
Story1	Py-3	0.9CM+CSy-4	Bottom	-10.8562	-19.9245	-0.4875	0.0585	-0.6194	-39.6279
Story1	Py-3	0.9CM+CSy-5	Bottom	-23.5783	17.5888	-0.3479	-0.0724	-0.3929	35.2231
Story1	Py-3	0.9CM+CSy-6	Bottom	-23.5783	-19.9245	-0.3479	-0.0724	-0.6194	35.2231
Story1	Py-3	0.9CM+CSy-7	Bottom	-23.5783	17.5888	-0.4875	-0.0724	-0.3929	-39.6279
Story1	Py-3	0.9CM+CSy-8	Bottom	-23.5783	-19.9245	-0.4875	-0.0724	-0.6194	-39.6279

P3 Diseño por flexión

Cuantía máxima y mínima para placa típica

$$V = 0.27 A_{cw} \sqrt{f'c}$$

Donde:

A_{cw} : área bruta a compresión de la placa

h_m : altura de la placa

l_m : longitud de la placa

Las cuantías mínimas a considerar serán

Refuerzo horizontal 0.002

Refuerzo vertical 0.0015

En caso no cumplan la ecuación anterior la cuantía no será menor de:

Refuerzo horizontal 0.0025

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{hm}{lm} \right) (\rho_h - 0.0025) \geq 0.025$$

Refuerzo vertical

$$\rho_h = \frac{Vu - \phi V_c}{\phi f_y \cdot b_m \cdot l_m}$$

En la tabla 4.33 se indica las cuantías mínimas tomar en cuenta para el refuerzo de acero en una placa y la diagrama de interacción de muro estructural muestra la figura 4.22.

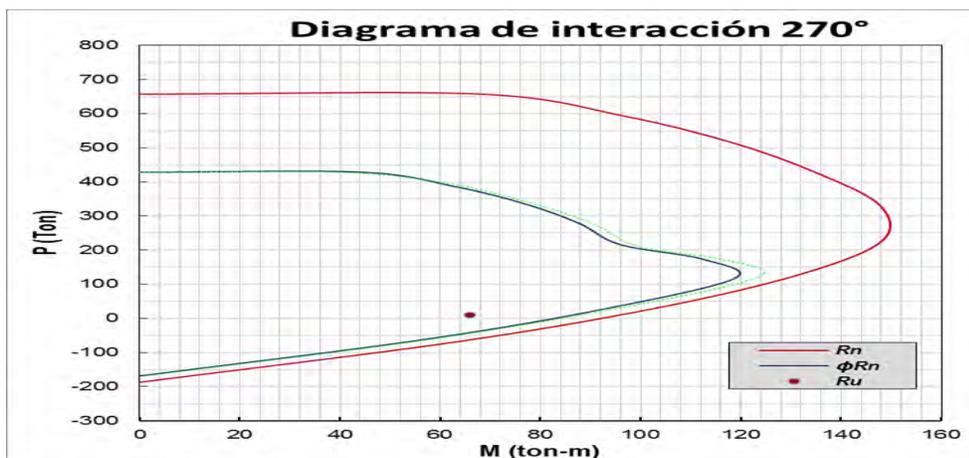
Tabla 4.33

Determinación de cuantía mínimas en la placa típica

nivel	placa	V2	$\frac{0.27 \cdot A_{cw} \cdot f_c^{0.5}}{t_n}$	cuantía horizontal	cuantía vertical
Story1	Py-3	16.18	9.4	0.025	0.025
Story2	Py-3	21.33	9.4	0.025	0.025
Story3	Py-3	17.58	9.4	0.025	0.025
Story4	Py-3	19.92	9.4	0.025	0.025

Figura 4.22

Diagrama de interacción de una placa típica



P4 diseño por corte

$$V_u = \phi 2.6 A_c w * \sqrt{f_c'}$$

En la tabla 4.34 se muestra la comparación entre la resistencia que actúa con la resistencia que resiste el concreto en corte.

Tabla 4.34

Resistencia mínima que resiste concreto por corte en placa

nivel	Placa	V2(tn)	$\frac{2.6.A_c w . f_c'^{0.5}}{tn}$	
Story1	P2	16.18	76.86	ok
Story1	P2	21.33	76.86	ok
Story1	P2	17.58	76.86	ok
Story1	P2	19.92	76.86	ok

Nivel de combinación

Máximo corte que resiste concreto

$$V_c \leq A_c w * \alpha_c * \sqrt{f_c'}$$

Corte que resiste concreto

$$V_c = 0.53 A_c w * \sqrt{f_c'} \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right)$$

$$V_c = 0.53 * 0.80 * 0.30 * 10 * \sqrt{210} * \left(1 + \frac{51.69 * 10^3}{140 * 30 * 30} \right)$$

$$V_c = 21.27 tn$$

$$\phi V_c = 18.01 tn$$

Resistencia cortante plano placa

$$V_u = V_{ua} * \left(\frac{M_n}{M_{ua}} \right)$$

Hallando Mn

$$Mn = As * fy * (d - \frac{As * fy}{1.7 * fc * b})$$

$$Mn = 35.7n - m$$

$$\phi Mn = 31.57n$$

En la tabla siguiente se muestra la resistencia al cortante en el plano del muro estructural típico

Tabla 4.35

Resistencia al cortante en el plano del muro

story	pier	P(tn)	V2(tn)	M3(tn-m)	Mn/M3	Vu(tn)
Story 1	P2	22.72	16.18	32.52	0.97	15.67
Story 1	P2	35.44	21.33	42.35	0.74	15.87
Story 1	P2	10.86	17.58	35.22	0.89	15.72
Story 1	P2	23.58	19.92	39.63	0.79	15.83

Corte que debe resistir el acero y refuerzo horizontal por corte

$$Vs = \frac{Vu}{\phi} - Vc \rightarrow S = \frac{Av * fy * d}{Vs}$$

En la tabla 4.36 se muestra las cuantías y separaciones de refuerzo horizontal típico

Tabla 4.36

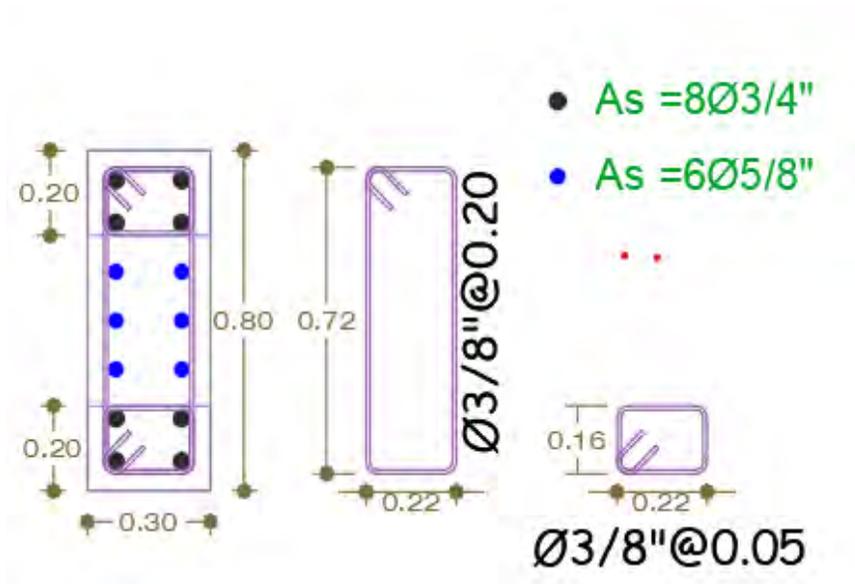
Cuantías y separación de refuerzo horizontal

story	pier	P(tn)	Vs(tn)	ρh	Sh(cm)	<u>Sv(cm)</u>	<u>Shnorma(cm)</u>
Story 1	P2	15.67	1	0.0025	477	11.5	20
Story 1	P2	15.87	1	0.0025	477	11.5	20
Story 1	P2	15.72	1	0.0025	477	11.5	20
Story 1	P2	15.83	1	0.0025	477	11.5	20

P5 Distribución de acero en placa típica

Figura 4.23

Acero vista en planta de muro estructural



4.4.6. Diseño de elementos de la subestructura

Generalidades

La función principal de la cimentación es transferir las cargas provenientes de las columnas y muros estructurales al suelo. Debido a que la capacidad de resistencia del suelo es generalmente inferior a la del concreto, la cimentación se dimensiona con un área mayor que la de la columna o muro correspondiente. Esto se realiza con el objetivo de distribuir de manera adecuada las cargas y reducir los esfuerzos transmitidos al terreno, garantizando así la estabilidad y seguridad de la estructura.

Tipos de cimentación

Las cimentaciones pueden ser de varios tipos:

- Zapatas aisladas.

- Zapatas combinadas.
- Zapatas conectadas.
- Zapata corrida de muros o de columnas.

Proceso para la elección del tipo de cimentación

Se ponen a disposición los cálculos desarrollados que permite seleccionar el tipo de cimentación adecuado, los cuales se basan en cumplir tres condiciones principales: prevenir el fallo por corte del suelo, asegurar que los asentamientos totales y diferenciales se encuentren dentro de los límites permitidos. En resumen, se busca cumplir con los siguientes criterios:

$$q_{\text{aplic}} \leq q_{\text{adm}}(\text{neto}).$$

$$S_{\text{total}} \leq 2.5 \text{ cm. (deformación total)}$$

$$\Delta S/L \leq 1/300. (\text{Asentamiento diferencial})$$

Esfuerzo admisible neto del suelo

El diseño por resistencia de cimentaciones se fundamenta en determinar la capacidad máxima del sistema suelo-cimentación, a partir de la cual se establece el esfuerzo admisible (q_{adm}). Luego, se compara este esfuerzo admisible con la presión de contacto que ejerce la cimentación sobre el suelo (q_{act}) generada.

$$Q_{\text{act}} < Q_{\text{adm}}$$

Para las cimentaciones sometidas a cargas axiales, es decir, aquellas en las que no hay presencia de momento o excentricidades, se puede tomar en consideración:

Cálculo de la carga última del suelo

$$q_{act} = \frac{P}{B * L}$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Situación de diseño:

Estático → FS = 3.0

Dinámico → FS = 2.5

$$q_u = c.N_c.F_{cs}.F_{cd}.F_{ci} + q.N_q.F_{qs}.F_{qd}.F_{qi} + 1/2.g.B.N_\gamma.F_{\gamma s}.F_{\gamma d}.F_{\gamma i}$$

- B : Ancho de la cimentación
 L : Longitud de la cimentación
 D_f : Profundidad de la cimentación.
 q : Esf. Efec. S/nivel de cimentación
 β : Inclinación
 γ_{sat} : γ saturado
 γ : Peso específico
 c : Cohesión
 φ : Ang. De fricción
 N_q : Fact. Cap. Carga.
 N_c : Fact. Cap. Carga.
 N_γ : Fact. Cap. Carga.
 F_{cs}, F_{qs}, F_{γs} : Factores de forma
 F_{cd}, F_{qd}, F_{γd} : Factores de profundidad
 F_{ci}, F_{qi}, F_{γi} : Factores de inclinación de carga
 N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga

Presión admisible de suelo

P1 datos

D=1.5 m

$$B=1.50 \text{ m}$$

$$\phi = 23$$

$$C = 1 \text{ tn} / \text{m}^2$$

$$\gamma = 1.87 \text{ tn} / \text{m}^3$$

P2 aplicando la fórmula para hallar la presión admisible

$$qu = C * Nc * Sc * dc + \gamma * D * Nq * sq * dq + 0.5B * N\gamma * s\gamma * d\lambda$$

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} * \tan(45 + \frac{\phi}{2})^2 = 8.66$$

$$Nc = (Nq - 1) * \cot \phi = 18.05$$

$$N\gamma = (Nq - 1) * \tan(1.4\phi) = 8.20$$

$$qu = 48.49$$

$$q_{admis} = \frac{qu}{3} = \frac{48.49}{3} = 16.16 \text{ tn} / \text{m}^2$$

Hallando demanda de presión de cargas de servicio para la zapata

$$q_{demanda} = \frac{P_{servicio}}{Azapata} = \frac{12000}{2.25} = 5333 \text{ kg} / \text{m}^2 = 5.3 \text{ tn} / \text{m}^2$$

$$q_{admis} > q_{demanda} = 16.16 > 5.3 \text{ ok}$$

Asentamientos inmediatos

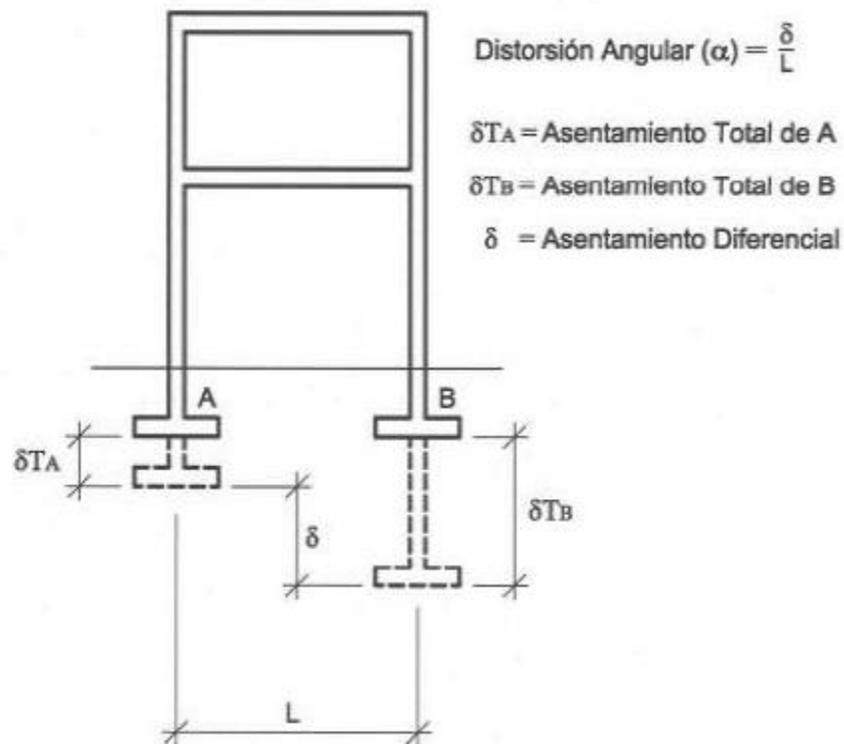
Según el estudio de mecánica de suelos, los asentamientos no deberán superar, así mismo según la norma técnica E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES 2018 para una distorsión aparecerán las primeras grietas, se verificarán a continuación los asentamientos.

Chequeo por asentamiento diferencial

Se trata de calcular la deformación angular resultante del asentamiento desigual entre dos puntos de apoyo de pórticos, y contrastar este valor con el valor tolerable de 1/300. En la figura 4.24 se muestra el asentamiento diferencial de un pórtico.

Figura 4.24

Grafica asentamiento diferencial de cimentación



Nota. Origen reglamento nacional de edificaciones

En la tabla 4.37 se muestra el asentamiento diferencial de una cimentación típica del proyecto

Tabla 4.37

Asentamientos diferenciales de una cimentación típica del proyecto

Bloque	P _i	P _j	Asentamiento (cm)		Distancia (cm)	α_{\max}	α_{\lim}
			i	j			
1	A ₈	B ₈	1.17	1.56	235	0.0017	0.0033
2	G ₁₂	H ₁₂	1.17	0.78	375	0.0010	0.0033

3	I ₂₃	J ₂₃	1.17	1.56	235	0.0017	0.0033
---	-----------------	-----------------	------	------	-----	--------	--------

Diseño estructural de cimentación

Generalidades

Para el diseño se seguirá la siguiente secuencia:

Zapata exterior:

Diseño por corte

Diseño por flexión.

Verificación por punzonamiento

Verificación por corte.

Ejemplo de diseño de zapata

P1 Datos

Columna 30x30 cm²

$\gamma_s=1.87$ tn/m³

$\sigma_{admi}=1.10$ kg/cm²

$f'_c=210$ kg/cm²

Tabla 4.38

Análisis fuerzas y momentos por cargas de servicio

Carga	P(tn)	M _{xx} (tn-m)	M _{yy} (tn-m)
CM	7.98	0.024	0.6
CV	1.99	0.6	0.54
SISMO XX	2.55	0.65	0.65
SISMO YY	1.01	0.02	0.02

P2 Predimensionamiento en función de la capacidad portante

De acuerdo a lo establecido en Norma E.060, en su artículo 15.2.4, posibilita el incremento del 30% en la presión admisible del suelo cuando se incluyen los efectos de sismo.

$$A_{requer} = \frac{(1 + \%PP) * (P_{CM} + P_{CV})}{\sigma_{admis}} = 1m^2$$

$$A_{requer} = \frac{(1 + \%PP) * (P_{CM} + P_{CV}) + P_{cs}}{1.30 * \sigma_{admis}} = 0.83m^2$$

Donde el porcentaje del peso propio de la zapata se considera dependiendo de la

Capacidad portante del suelo, según %peso de Zapata

%Pp=15 a 8% para $0.5 < \sigma_{admi} < 2 \text{ kg/cm}^2$ Considerar 10%

Calculando lados de la zapata

$$L_x = \sqrt{A_{req}} + \frac{(D_x + D_y)}{2} \rightarrow L_x = 1.30m$$

$$L_y = \sqrt{A_{req}} - \frac{(D_x + D_y)}{2} \rightarrow L_y = 0.7m$$

$$L_x * L_y = 0.91 < 1$$

Mejorar dimensiones Asumiendo a la zapata $1.30 \times 1.30 \text{ m}^2$

$L_x * L_y = 1.69 > 1$ entonces se cumple el mayor

Considerando peralte de la zapata 50 cm

$$\text{Peso zapata} = 1.30 * 1.30 * 0.5 * 2400 = 2.01 \text{ tn}$$

$$\text{Peso tierra} = (1.30^2 - 0.3^2) * h_s * \gamma_s = 2.9 \text{ tn}$$

$$P_{total} = \text{Peso zapata} + \text{Peso tierra} = 4.91 \text{ tn}$$

Caso I solo carga de gravedad

$$R_1 = P_{CM} + P_{CV} + PP + P_{relleno} = 14.88 \text{ tn}$$

$$\sum M_{xx} = 0$$

$$\sum M_{yy} = -0.5$$

$$\sigma = \frac{R}{A} \pm \frac{6\sum M_{xx}}{Lx^2 * Ly} \pm \frac{6\sum M_{yy}}{Lx * Ly^2} = 10.17 \text{tn} / \text{m}^2$$

$$\sigma_{ad} > \sigma = 11 > 10.17 \text{tn} / \text{m}^2$$

Caso 2 carga gravedad + sismo xx

$$R_2 = R_1 + P_{sxx} = 17.44 \text{ tn}$$

$$\sum M_{xx} = 0.23 \text{tn} - m$$

$$\sum M_{yy} = 1 \text{tn} - m$$

$$\sigma = \frac{R}{A} \pm \frac{6\sum M_{xx}}{Lx^2 * Ly} \pm \frac{6\sum M_{yy}}{Lx * Ly^2} = 13.68 \text{tn} / \text{m}^2$$

$$\sigma_{admi} > \sigma = 14.3 > 13.68 \text{tn} / \text{m}^2$$

Caso 3 caso gravedad + sismo yy

$$R_3 = R_1 + P_{s-yy} = 15.88 \text{tn}$$

$$\sum M_{xx} = 1 \text{tn} - m$$

$$\sum M_{yy} = 0. \text{tn} - m$$

$$\sigma = \frac{R}{A} \pm \frac{6\sum M_{xx}}{Lx^2 * Ly} \pm \frac{6\sum M_{yy}}{Lx * Ly^2} = 12.08 \text{tn} / \text{m}^2$$

$$\sigma_{admi} > \sigma = 14.3 > 12.68 \text{tn} / \text{m}^2$$

Verificación

$$\frac{M_{xx}}{P} \leq \frac{Lx}{3} \rightarrow \frac{M_{yy}}{P} \leq \frac{Ly}{3}$$

$$0.11 \leq 0.43 \rightarrow 0.19 \leq 0.43 \quad \text{Ok}$$

P3 Verificación por punzonamiento

$$b_o = 2(D_x + D_y) + 2d = 2.9$$

$$A_o = (D_x + d)(D_y + d) = 0.53 \text{ m}^2$$

$$\sigma_u = 13.68 \text{ tn} / \text{m}^2$$

$$V_u = \sigma_u (A_{zap} - A_o)$$

$$V_u = 15.87 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = 0.53 * \phi \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f_c'} * b_o * d$$

$$\beta = \frac{D_x}{D_y} = 1$$

$$\phi V_c = 0.53 * 0.85 \left(1 + \frac{2}{1}\right) * \sqrt{210} * 2.9 * 0.425 * 10 = 241 \text{ tn}$$

$$\phi V_c \geq V_u = 241 \geq 15.87 \text{ tn}$$

P4 Verificación del corte por flexión

Suponiendo que los volados están empotrados en la cara del elemento, la sección crítica

Para la verificación por corte está ubicada a una distancia “d” de la cara.

Dirección xx

$$L_{vx} = 0.5$$

$$V_u = 13.68 * 1.3 * (0.5 - 0.425) = 1.3 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 1.3 * 0.425 * 10 = 36 \text{ tn}$$

$$\phi V_c \geq V_u = 36 \geq 1.3 \text{ tn}$$

P5 Diseño por flexión

Dirección xx

$$M_u = \frac{\sigma_u * L_{vx}^2 * L_y}{2} = \frac{13.68 * 0.5^2 * 1.3}{2} = 2.22 \text{ tn} \cdot \text{m}$$

$$A_s = 1.36 \rightarrow A_{\min} = 9$$

$$\text{usamos } 5/8" = \frac{1.99 * 100}{9} = 20 \text{ cm}$$

Diseño de vigas de conexión

Para el diseño se seguirá la siguiente secuencia:

P1 datos

$$P_{1U} = 14.56 \text{ tn}$$

$$W_{vu} = 0.4032 \text{ tn} / \text{m}$$

$$\sum M_2 = 0$$

$$P_{1U} * 2.20 + 0.432 * \frac{2.85^2}{2} = R_{nu} * 2.20$$

$$R_{nu} = 15.30$$

$$W_{nu} = \frac{R_{nu}}{S1} = 11.78 \text{ tn} / \text{m}$$

P2: Diseño por flexión

SECCION DE MOMENTO MAXIMO, $X_0 \leq S$

$$V_x = (W_{nu} - W_{vu})X_0 - P_{1U} = 0$$

$$X_0 = 1.28 \quad \text{menor } 1.30 \quad \text{conforme}$$

$$M_{umax} = (W_{nu} - W_{vu}) \frac{X_0^2}{2} - P_{1U} \left(X_0 - \frac{t_1}{2} \right)$$

$$M_{umax} = 8 \text{ tn-m}$$

$$A_s = \frac{0.85 * f'c * b * d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi * 0.85 * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$A_s = 5.2 \text{ cm}^2 \quad \text{usar aceros } 4(1/2'') \text{ para refuerzo}$$

P3: Diseño por corte



$$V_{1U} = (W_{nu} - W_{vu})(t_1 + d) - P_{1U}$$

$$V1U=6.5 \text{ tn}$$

$$V2U = (WNU - WVU) * S - P1U$$

$$V2U=1.82 \text{ tn}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c} * b * d$$

$$Vc=8.29 \text{ tn} \quad \text{entonces} \quad Vc \geq V1u$$

La distribución de aceros será de la siguiente manera

$$1\phi3 / 8"@5, 8@10, \text{rest.}25\text{cm}$$

4.5. DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS

4.5.1. Marco normativo

El diseño de instalaciones sanitarias está en función de la NORMA IS.010.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES.

Es importante tener presente que el diseño del sistema de distribución de agua debe cumplir con las directrices establecidas por la Norma, en la cual se mencionan varios requisitos, entre los cuales se incluyen los siguientes:

- La presión estática máxima no debe exceder los 50 metros de columna de agua (0,490 MPa).
- A excepción de los aparatos sanitarios equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas o equipos especiales, la presión mínima de salida debe ser de 2 metros de columna de agua (0,020 MPa). En el caso de estos aparatos especiales, se deben seguir las recomendaciones del fabricante, que generalmente oscilan entre 5 metros y 12 metros de columna de agua. En la práctica común, se utilizan valores de 6 metros y 7 metros de columna de agua.

- Las tuberías de distribución de agua potable enterradas deben ubicarse lo más lejos posible de las tuberías de desagüe. La distancia horizontal mínima entre ellas no puede ser inferior a 0,50 metros, y la distancia vertical debe ser de al menos 0,15 metros por encima del desagüe. Si las tuberías de agua potable atraviesan redes de aguas residuales, deben colocarse siempre por encima de estas y a una distancia vertical no menor de 0,15 metros, medida entre las tangentes exteriores más cercanas.
- Para calcular el diámetro de las tuberías de distribución, se debe garantizar una velocidad mínima de flujo de agua de 0,60 metros por segundo.

El diseño de las instalaciones sanitarias interiores de un edificio debe ser meticuloso y bien planificado para alcanzar los siguientes propósitos.

- a) Proporcionar un sistema de suministro de agua adecuado en términos de calidad y cantidad.
- b) Garantizar la protección de la salud de las personas y la integridad de la propiedad.
- c) Asegurar la eliminación adecuada de las aguas residuales, ya sea a través de la conexión a la red pública o mediante un método sanitario de eliminación.

En términos generales, las instalaciones sanitarias de un edificio engloban diferentes componentes, como las tuberías de distribución de agua (para agua fría, caliente y para casos de combate de incendios, dependiendo de su uso en industrias, recreación, entre otros), los dispositivos sanitarios, las tuberías de desagüe y ventilación, así como las destinadas al drenaje del agua de lluvia, junto con los equipos adicionales necesarios.

4.5.2. Sistema de agua fría

Sistema de almacenamiento y regulación

Cálculo de la dotación

Para establecer la cantidad requerida, nos basaremos en lo establecido en el apartado 2.2 de la norma IS.010 del reglamento nacional de edificaciones. Dicho apartado especifica la cantidad mínima de agua diaria necesaria para diversos usos, como el doméstico, comercial, industrial, riego de jardines y otros propósitos.

En la tabla 4.39 siguiente se muestra el cálculo de dotación de agua

Tabla 4.39

Cálculo de dotación de agua del proyecto

AMBIENTE/ALUMNOS	USO (R.N.E)	Área/Alum./Asientos		Dotación		Dotación
		Cant.	Und	Cant	Und	lt/día
Personal residente	Vigilancia	1	personas	200	l/p/d	200
Personal no residente	Personal	10	personas	50	l/p/d	500
NIVEL PRIMARIA						
AULA 1	Aulas	30	alumnos	50	l/a/d	1500
AULA 2	Aulas	30	alumnos	50	l/a/d	1500
AULA 3	Aulas	30	alumnos	50	l/a/d	1500
AULA 4	Aulas	30	alumnos	50	l/a/d	1500
AULA 5	Aulas	30	alumnos	50	l/a/d	1500
AULA 6	Aulas	30	alumnos	50	l/a/d	1500
Jardines	Huerta	477.64	m2	2	l/m2/d	955.28
Jardines	Fitotoldo	140.39	m2	2	l/m2/d	280.78
Oficinas Administrativas	dirección	9.55	m2	6	l/m2/d	57.3
Cocina	cocina	21.11	m2	50	l/m2/d	1055.5
COMEDOR	comedor	91.69	m2	2	l/m2/d	183.38
Sala de espera	sala	4	asientos	3	l/a/d	12
Auditorio	Salon	120	asientos	3	l/a/d	360
				Dotación Total (lt/d)		12604
				Dotación Total (m3/d)		12.604

Cálculo del volumen de almacenamiento

VOLÚMENES MÍNIMOS DE ALMACENAMIENTO

Volumen de la cisterna (3/4 Volumen 1 + Volumen 2) = 34.45 m3

$$\text{Volumen del tanque elevado (1/3 Volumen 1)} = 4.2 \text{ m}^3$$

Por lo que las dimensiones (útiles) propuestas son:

$$\text{Volumen cisterna} = 7.0 \times 3.00 \times 1.65 = 34.45 \text{ m}^3$$

Volumen tanque elevado (01 tanque de polietileno de 5,000 L)

$$= 1.00 \times 5.00 \times 1.00 = 5.00 \text{ m}^3$$

Cálculo de la acometida o tubería de alimentación principal a la cisterna

Las presiones son:

$$\text{Presión de la matriz (H)} = 9.5 \text{ m}$$

$$\text{Presión de salida mínima} = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de la línea de servicio a cisterna} = 46.00 \text{ m}$$

$$\text{Tiempo de llenado de la cisterna} = 6 \text{ horas}$$

Cálculo del gasto de entrada:

$$Q = 34.45 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ l/m}^3 / (6 \times 3600 \text{ s}) = 1.60 \text{ l/s} = 5.74 \text{ m}^3/\text{h} \text{ aproximado } 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

En la siguiente figura 4.25 muestra una diagrama para hallar el diámetro de la tubería 1 ½

Figura 4.25

Grafica hallar cantidad de perdida carga de agua en función diámetro y caudal

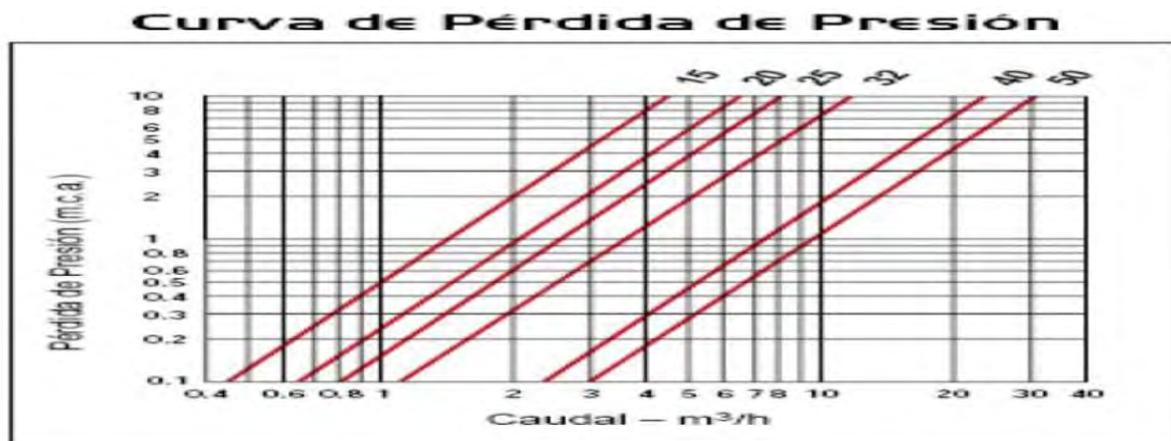


Tabla 4.40*Perdida de carga conexión red pública y cisterna*

Perdida de carga tramo conexión-cisterna										
Accesorio	#	Leq	LeqT	L	Ltot	Q	D	V	S	hf
		m	m	m	m	l/s	pulgada	m/s	m/m	m
Codo 45	0	0.36	0.00	42	45.4	1.6	1 ½"	1.40	61.25	2.8
Tee	1	3.11	3.11							
Válvula Compuerta	1	0.16	0.33							
Longitud Total Equivalente		3.44								

Perdida carga de medidor (Hmed)

$$H_{med} = 1.5 \text{ m}$$

$$H_{nivel} = 0.35 \text{ m}$$

$$\text{Pérdidas totales} = 1.5 + 0.35 + 2.78 = 4.63$$

Finalmente, la presión en el ingreso la cisterna es:

$$P_i = H - (H_f + H_m + H_{med}) = 4.87 \text{ m} > 2.00 \text{ m} \text{ Cumple!}$$

Entonces la acometida será 1 ½" de diámetro.

Cálculo de diámetro de tubería de succión e impulsión en el suministro de agua para el proyecto educativo Racchi estos se muestran en las tablas 4.41 y 4.42.

Tabla 4.41*Muestran las pérdidas de carga por succión de la tubería*

Diámetro de succión 2"										
	#	Leq	LeqT	L	Ltotal	Q(l/s)	diámetro	V(ms)	S(m/m)	hf(m)
codo 90°	1	2.045	2.045	2.8	18.71	1.6	2	0.7894	15.08	0.28

val	1	0.432	0.432
compuerta			
canastilla	1	13.441	13.44
otros	0	4.318	0
			15.918
longitud total equivalente			

Tabla 4.42*Calculo de diámetro de impulsión de la tubería del proyecto*

Diámetro de Impulsión 1 1/2"										
	#	Leq	LeqT	L tube	Ltotal	Q(l/s)	diámetro	V(m/s)	S(m)	hf(m)
Codo 90°	1	1.55	1.55	14	29.53	1.6	1 1/2"	1.4	61.25	1.81
Val Compuerta	1	0.33	0.33							
Tee	3	3.11	9.33							
Otros	1	4.32	4.32							
			15.53							
Longitud Total Equivalente										

Calculo de altura total de tanque elevado

Altura total de agua de agua donde se ubicará el tanque elevado en la tabla se muestra las sumas de pérdidas, así como las alturas geométricas para hallar la altura dinámica. En la tabla 4.43 se muestra la elevación dinámica para el cálculo a la altura que estará el tanque elevado de almacenamiento.

Tabla 4.43*Niveles de agua para diseño de altura del tanque elevado*

ALTURA DINAMICA TOTAL	
NIVELES DE AGUA	Metros(m)
Nivel Agua Tanque Elevación	11
Nivel Fondo Cisterna	-2.45
Presión Salida	2
Perdida Tub Impulsión	1.8
Perdida Tub Succión	0.28
Altura Dinámica	17.53
	≅20m

Redes de distribución de agua

Cálculo de las unidades gasto (hunter)

La determinación de las unidades de gastos se realizó utilizando la metodología de Hunter, que es recomendada por el reglamento nacional de edificaciones. Esto se puede observar en la tabla 4.44, donde se muestran las unidades de gasto correspondientes. Asimismo, se llevó a cabo la cuantificación de las unidades de gasto específicas del proyecto.

Tabla 4.44

Guía para cálculo de unidades de gasto

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	2,5	2,5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	-
Bebedero	Simple.	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Nota: origen reglamento nacional de edificaciones

Tabla 4.45*Calculo de unidades de gasto de agua para el proyecto*

TIPO DE APARATO	Nº	U.G.	U.H.
INODORO	11	5	55
URINARIO	2	3	6
DUCHA	1	3	3
LAVATORIO	9	1.5	13.5
JARDIN	3	2	6
LAVADERO	5	2	10
TOTAL U.H.			93.5

De los aparatos sanitarios considerados en el proyecto, se tiene un total de 93.5 unidades de gasto para el agua fría (lavaderos, urinarios y duchas), da un caudal de máxima demanda simultánea de 1.60 l/s.

Diseño de las líneas de distribución

Para el Cálculo de presiones usamos la siguiente expresión:

$$Q = 0.0597 * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Q = Caudal

D = Diámetro en pulgadas

En la tabla 4.46 se muestra cálculo de la red hidráulica de agua potable de las diferentes redes que existen en el proyecto.

Tabla 4.46

Hoja de cálculo de para hallar diámetros para tuberías de agua del proyecto

DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED POR EL METODO DE HUNTER

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA DE NIVEL PRIMARIO N° 50589 DE LA COMUNIDAD DE RACCHI DISTRITO DE HUAYLLABAMBA - URUBAMBA - CUSCO"

C= 120
V= 2 m/seg

TRAMO	U.G	Q (l/s)	L (m)	Smáx	g" SUG	g"	g Interior	S (m/m)	Hf (m)	V (m/s)	ΣK	ΣHfa	ΣHf	PI	P est.	P final
A B	93.5	1.60	13.1	132.27	1.36	11/2	43.4	0.04	0.57	1.08	1.80	0.11	0.68	0	13.5	12.82
B C	93.5	1.60	7.05	132.27	1.36	11/2	43.4	0.04	0.31	1.08	1.40	0.08	0.39	12.82		12.43
C D	80	1.45	26.42	140.19	1.29	11/2	43.4	0.04	0.95	0.98	0.60	0.03	0.98	12.43		11.45
D E	78	1.43	2.05	141.10	1.29	11/2	43.4	0.04	0.07	0.97	0.60	0.03	0.10	11.45		11.35
E F	76	1.42	5.79	142.03	1.28	11/2	43.4	0.03	0.20	0.96	0.60	0.03	0.23	11.35		11.12
F G	74	1.40	7.75	143.09	1.27	11/2	43.4	0.03	0.26	0.95	0.60	0.03	0.29	11.12		10.83
G H	68	1.34	1.17	146.79	1.24	11/2	43.4	0.03	0.04	0.91	1.40	0.06	0.09	10.83		10.74
H I	53.5	1.17	0.92	158.72	1.16	11/2	43.4	0.02	0.02	0.79	1.40	0.04	0.07	10.74		10.67
I J	34	0.82	0.17	195.50	0.97	1	25.7	0.16	0.03	1.58	0.90	0.11	0.14	10.67		10.53
J K	34	0.82	3.5	195.50	0.97	1	25.7	0.16	0.56	1.58	0.90	0.11	0.68	10.53	-3.5	6.35
K L	34	0.82	0.17	195.50	0.97	1	25.7	0.16	0.03	1.58	1.40	0.18	0.21	6.35		6.15
L M	19.5	0.53	0.98	252.19	0.78	1	25.7	0.07	0.07	1.02	0.60	0.03	0.10	6.15		6.04
M N	13	0.40	6.41	297.19	0.68	3/4	20.1	0.14	0.90	1.26	8.79	0.71	1.62	6.04		4.43
N Ñ	11.5	0.39	0.8	300.49	0.67	3/4	20.1	0.14	0.11	1.24	0.60	0.05	0.16	4.43		4.27
Ñ O	10	0.43	2.06	284.91	0.70	3/4	20.1	0.16	0.33	1.36	0.60	0.06	0.39	4.27		3.88
O P	5	0.23	2.19	410.44	0.51	3/4	20.1	0.05	0.11	0.72	1.80	0.05	0.16	3.88		3.72
C 1	13.5	0.41	28.17	292.94	0.69	3/4	20.1	0.15	4.16	1.29	1.50	0.13	4.29	12.43		8.15
1 a	9.5	0.38	6.68	308.59	0.66	3/4	20.1	0.13	0.84	1.18	8.79	0.63	1.46	8.15		6.69
a b	6.5	0.27	0.94	377.88	0.55	1/2	15.8	0.21	0.20	1.35	0.60	0.06	0.26	6.69		6.43
b c	1.5	0.06	1.58	945.73	0.25	1/2	15.8	0.01	0.02	0.28	2.70	0.01	0.03	6.43	-0.9	5.50
1 2	4	0.16	39.76	507.22	0.43	1/2	15.8	0.08	3.32	0.82	6.09	0.21	3.53	8.15		4.62
2 d	2	0.08	5.09	760.03	0.30	1/2	15.8	0.02	0.12	0.41	2.70	0.02	0.14	4.62	-0.9	3.58
D 3	2	0.08	15.33	760.03	0.30	1/2	15.8	0.02	0.35	0.41	6.49	0.06	0.41	11.45	-0.9	10.14
E 4	2	0.08	13.92	760.03	0.30	1/2	15.8	0.02	0.32	0.41	9.19	0.08	0.40	11.35	-4.4	6.55
F 5	2	0.08	18.26	760.03	0.30	1/2	15.8	0.02	0.42	0.41	10.09	0.09	0.51	11.12	-4.4	6.22
I 6	19.5	0.53	0.98	252.19	0.78	1/2	15.8	0.77	0.75	2.70	0.60	0.22	0.98	10.67		9.70
6 7	13	0.40	6.41	297.19	0.68	1/2	15.8	0.46	2.92	2.04	8.79	1.86	4.78	9.70		4.91
7 8	11.5	0.39	0.8	300.49	0.67	1/2	15.8	0.44	0.35	2.00	0.60	0.12	0.47	4.91		4.44
8 9	10	0.43	2.06	284.91	0.70	1/2	15.8	0.52	1.07	2.19	0.60	0.15	1.22	4.44		3.22
9 10	5	0.23	2.19	410.44	0.51	1/2	15.8	0.16	0.36	1.17	1.80	0.13	0.48	3.22	-0.2	2.53
6 11	6.5	0.27	3.68	377.88	0.55	1/2	15.8	0.21	0.78	1.35	5.29	0.49	1.27	9.70		8.42
11 12	5	0.23	1.6	410.44	0.51	1/2	15.8	0.16	0.26	1.17	2.70	0.19	0.45	8.42	-0.2	7.77
H 13	14.5	0.43	6.04	284.91	0.70	1/2	15.8	0.52	3.15	2.19	7.89	1.93	5.08	10.74		5.66
13 14	13	0.40	0.8	297.19	0.68	1/2	15.8	0.46	0.36	2.04	0.60	0.13	0.49	5.66		5.17
14 15	10	0.43	2.16	284.91	0.70	1/2	15.8	0.52	1.12	2.19	0.60	0.15	1.27	5.17		3.90
15 16	5	0.23	2.38	410.44	0.51	1/2	15.8	0.16	0.39	1.17	2.70	0.19	0.58	3.90	-0.2	3.12
M 17	6.5	0.27	3.68	377.88	0.55	1/2	15.8	0.21	0.78	1.35	5.29	0.49	1.27	6.04		4.77
17 18	5	0.23	1.6	410.44	0.51	1/2	15.8	0.16	0.26	1.17	2.70	0.19	0.45	4.77	-0.2	4.12
L 19	14.5	0.43	6.96	284.91	0.70	3/4	20.1	0.16	1.12	1.36	8.79	0.82	1.95	6.15		4.20
19 20	13	0.40	0.8	297.19	0.68	3/4	20.1	0.14	0.11	1.26	0.60	0.05	0.16	4.20		4.04
20 21	10	0.43	2.16	284.91	0.70	3/4	20.1	0.16	0.35	1.36	0.60	0.06	0.40	4.04		3.64
21 22	5	0.23	2.38	410.44	0.51	3/4	20.1	0.05	0.12	0.72	2.70	0.07	0.19	3.64	-0.2	3.24
G 23	6	0.25	53.31	390.95	0.54	3/4	20.1	0.06	3.15	0.79	6.99	0.22	3.37	10.83		7.46
23 24	4	0.16	20.45	507.22	0.43	1/2	15.8	0.08	1.71	0.82	3.30	0.11	1.82	7.46		5.65
24 25	2	0.08	32.14	760.03	0.30	1/2	15.8	0.02	0.74	0.41	2.70	0.02	0.77	5.65		4.88

Sistema de desagüe y ventilación

Disposiciones generales

El diseño y construcción del sistema de desagüe deben asegurar una evacuación rápida de las aguas residuales desde todos los dispositivos sanitarios, sumideros y otros puntos de recolección hacia el punto de descarga. Se deben considerar velocidades y pendientes que permitan el arrastre de excretas y materiales en suspensión, evitando obstrucciones y acumulaciones de residuos. Es importante incorporar múltiples puntos de ventilación estratégicamente distribuidos para evitar la formación de vacíos o aumentos de presión que podrían provocar el vaciado de las trampas. Las dimensiones de los ramales, montantes y colectores de desagüe se calcularán teniendo en cuenta la cantidad de descarga que cada dispositivo pueda generar. Estos cálculos se realizarán utilizando el método de unidades de descarga. En la tabla 4.47 se muestra las unidades de descarga por cada aparato según el reglamento de edificaciones.

Tabla 4.47*Unidades de descarga para cada aparato sanitario*

Tipos de aparatos	Diámetro mínimo de la trampa(mm)	Unidades de descarga
Inodoro (con tanque).	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida).	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática).	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida).	75 (3")	4
Bidé.	40 (1 ½")	3
Lavatorio.	32 - 40 (1 ¼" - 1 ½")	1 - 2
Lavadero de cocina.	50 (2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios.	50 (2")	3
Lavadero de ropa.	40 (1 ½")	2
Ducha privada.	50 (2")	2
Ducha pública.	50 (2")	3
Tina.	40 - 50 (1 ½" - 2")	2 - 3

Nota. Origen reglamento nacional de edificaciones

De la tabla 4.48 podemos ver que el total de descarga para montantes es de 3 y 60 unidades de descarga respectivamente, lo cual según la tabla del reglamento nacional de edificaciones puede ser soportada por un montante de 4" esta dimensión puede soportar hasta 240 unidades de descarga entonces la elección de diámetro de la montante es correcto.

Tabla 4.48*Unidades de descarga por bloques del proyecto*

Descripción	Nº	U.D	SUBTOTAL
montante 1			
INODORO	10	4	40
URINARIO	2	4	8
DUCHA	0	3	0
LAVATORIO	8	2	16
JARDIN	0	2	0
LAVADERO	0	3	0
		TOTAL U.D	64
Montante 2			
INODORO	0	4	0
URINARIO	0	4	0
DUCHA	0	3	0
LAVATORIO	0	2	0
JARDIN	0	2	0
LAVADERO	1	3	3
		TOTAL U.D	3
montante 3			
INODORO	0	4	0
URINARIO	0	4	0
DUCHA	0	3	0
LAVATORIO	0	2	0
JARDIN	0	2	0
LAVADERO	1	3	3
		TOTAL U.D	3

Ventilación

Es esencial garantizar una ventilación adecuada en la red de desagüe para mantener la presión atmosférica constante y proteger los sellos de agua en cada una de las unidades del sistema. Se implementarán tubos de ventilación principal de acuerdo con las regulaciones establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), que se detallan en la tabla 4.49.

Tabla 4.49*Dimensiones tubería en función cantidad de descarga***DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL**

Diámetro de la montante, (mm)	Unidades de descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal			
		2"	3"	4"	6"
		50(mm)	75(mm)	100(mm)	150(mm)
Longitud Máxima del Tubo en metros					
50 (2")	12	60,0	-	-	-
50 (2")	20	45,0	-	-	-
65 (2½")	10	-	-	-	-
75 (3")	10	30,0	180,0	-	-
75 (3")	30	18,0	150,0	-	-
75 (3")	60	15,0	120,0	-	-
100 (4")	100	11,0	78,0	300,0	-
100 (4")	200	9,0	75,0	270,0	-
100 (4")	500	6,0	54,0	210,0	-
203 (8")	600	-	-	15,0	150,0
203 (8")	1400	-	-	12,0	120,0
203 (8")	2200	-	-	9,0	105,0
203 (8")	3600	-	-	8,0	75,0
203 (8")	3600	-	-	8,0	75,0
254 (10")	1000	-	-	-	38,0
254 (10")	2500	-	-	-	30,0
254 (10")	3800	-	-	-	24,0
254 (10")	5600	-	-	-	18,0

Se eligió la tubería de 2" pulgadas para la ventilación según el RNE para el proyecto en mención

Sistema evacuación de aguas pluviales

En la tabla 4.50 se desarrolla el cálculo de montante estándar, para el drenaje de agua de lluvia de los techos del proyecto.

Tabla 4.50*Cálculo de diámetro de montante pluvial*

DATOS			
Área(A)		0.023	he
Coeficiente De Escorrentía(C)		0.950	
Intensidad Precipitación(I)		42.290	mm/h
Caudal(Q)		0.003	m ³ /s
		2.5	l/s
Verificación del diámetro asumido del montante			
Diámetro Asumido	0.076	m	3in
Velocidad	0.551	Ok v<3m/S	

4.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

4.6.1. Marco normativo

Al diseñar las instalaciones eléctricas, se tienen en consideración las siguientes normas aplicables:

Código nacional de electricidad- utilización

Código nacional de electricidad- suministro

Norma técnica EM.010 instalaciones eléctricas en interiores

4.6.2. Descripción de las instalaciones

Máximo número de salidas por circuito

(Mem , 2006) el código de electricidad en numeral 070-3000 indica:

- No debe haber más de 12 salidas en cualquier circuito derivado de 2 conductores excepto lo permitido por otras reglas del código

- Se considera para cada salida un consumo no menor de 1 A, excepto lo permitido por el siguiente párrafo
- Cuando la carga de cada salida es conocida, se permite que el número de salidas sea mayor que 12, en la medida que la corriente total del circuito no exceda el 80% de la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente que lo proteja.

4.6.3. Consideraciones de diseño.

Iluminación.

(RNE, 2019) La norma EM.010, presenta la siguiente tabla 4.51 donde establecen niveles mínimos de iluminación en lux para diferentes ambientes interiores de las edificaciones, los cuales determinan la calidad de la iluminación en función del tipo de tarea visual o actividad que se realice en dichos espacios. Estos niveles aseguran una iluminación adecuada para cada ambiente específico.

Tabla 4.51

Requisitos mínimos de iluminación del proyecto

2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Guarderías	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas
	Sala de manualidades	300	19	0,60	80	
	Aulas de profesores	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Salas de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar varias AV necesarias
	Zona de pizarra	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada
	Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lx
	Locales de artes y oficios	500	19	0,60	80	
	Locales de artes (en escuelas de arte)	750	19	0,70	90	5 000 K ≤ TCP < 6 500 K
	Salas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
	Locales de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	

Nota. Origen reglamentó nacional de edificaciones

Tomacorriente.

Las configuraciones de tomacorrientes deben cumplir los requerimientos de las Normas Técnicas Peruanas, las cuales deben ser aptas para operar a 220 V y deben corresponder a los regímenes de 10 A, 15 A, 20 A, 30 A, 50 A o 60 A. (MINEDU, 2019) Se debe garantizar la presencia de al menos un tomacorriente doble por cada 10 m² y todas las instalaciones eléctricas deben contar con un sistema de puesta a tierra. Los tomacorrientes deben estar ubicados de manera convencional en el perímetro del ambiente. Además, se deben tomar medidas para garantizar la seguridad de los niños, como el uso de protectores en los tomacorrientes correspondientes.

Cálculos.

Parámetros Considerados:

- a. Tensión Nominal: 220 V.
- b. La caída de tensión máxima permitida en el extremo final más desfavorable es del 2.5% de la tensión nominal para los circuitos alimentadores, es decir, desde el banco de medidores hasta el tablero de distribución. Además, se permite una caída de tensión del 1.5% de la tensión nominal desde el tablero de distribución hasta los puntos de consumo o salida.
- c. Factor de Potencia $\cos \Phi = 1$ (Por ser colegio).
- d. Cargas para alumbrado, tomacorrientes y Especiales del local:
- e. según CNE – 050-204
- f. Tablas indicadas del Código Nacional de Electricidad Utilización 2006 y RNE
- g. todas las tablas de cálculo y demanda se muestran en los anexos

CAPITULO V PROYECTO DE ESTUDIO DE LA I.E 50589 RACCHI AYLLU

En la presente investigación se desarrollaron 2 métodos en el proyecto de la I.E 50589 Racchi Ayllu:

Se hizo un estudio del proyecto por el método tradicional y un estudio con la aplicación de la metodología BIM, a continuación, se presenta el estudio realizado comparativamente entre los dos métodos mencionados.

5.1. PROYECTO POR EL MÉTODO TRADICIONAL

5.1.1. *Metrados*

Para la realización de los metrados se tomará como referencia la Norma Técnica de Metrados para obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas, los metrados se obtendrá manualmente de los planos que se diseñaron en AutoCAD y hojas de cálculo de Excel. El detalle de todos los metrados por partidas se encontrará en los anexos

Los metrados clásicos que se hacen por metodologías manuales y las formas de metrar son:

- Conteo
- Cotas
- Isométricos
- Formulas

5.1.2. *Especificaciones técnicas*

Se elaboraron las especificaciones técnicas de la obra tomando como referencia todas las partidas presentes en nuestro proyecto para cada especialidad. El detalle completo de todas las especificaciones técnicas por especialidades se encuentra en los anexos.

5.1.3. *Presupuesto de obra*

5.1.3.1. Costo directo

Análisis de precios unitarios

- **Mano de obra.**

Para determinar el costo unitario del personal en cada partida se usó la siguiente fórmula:

$$COSTO\ UNITARIO\ (MANO\ De\ OBRA) = APORTE\ UNITARIO \times COSTO\ H-H$$

Aporte unitario.

Para determinar el aporte unitario se usó la siguiente fórmula:

$$APORTE\ UNITARIO = \frac{CUADRILLA \times JORNADA\ LABORAL}{RENDIMIENTO}$$

Cuadrilla.

Se hace referencia a la cantidad de personal necesaria para llevar a cabo una actividad específica. El personal se divide en tres categorías: operario, oficial y peón. Para determinar la cuadrilla adecuada para cada actividad del proyecto actual, se utilizaron las cuadrillas propuestas por la revista de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), así como los rendimientos proporcionados por el municipio distrital de Huayllabamba.

Jornada laboral.

Para este proyecto en particular, se ha considerado que el personal trabajará 8 horas al día y 48 horas a la semana, siguiendo la jornada laboral estándar de la construcción civil. Esta cantidad de horas de trabajo ha sido tomada en cuenta como base para la planificación y ejecución del proyecto.

Rendimiento.

Hace referencia a la cantidad de trabajo que se puede realizar por día para cada cuadrilla. Para determinar el rendimiento de las partidas en el proyecto actual, se utilizaron los

rendimientos propuestos por la revista de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), así como los rendimientos proporcionados por el municipio distrital de Huayllabamba.

Costo hora-hombre.

El costo del personal por hora de trabajo se ha determinado utilizando la escala remunerativa de la entidad correspondiente al distrito de Huayllabamba. Esta escala establece los salarios y remuneraciones para el personal en esa área geográfica específica. Se ha tomado en consideración esta escala para calcular el costo por hora de trabajo del personal involucrado en el proyecto.

- **Materiales**

$$COSTO\ UNITARIO\ (MATERIALES)=APORTE\ UNITARIO\ x\ PRECIO$$

Aporte unitario.

La cantidad de material requerido para llevar a cabo una tarea específica se ha determinado utilizando fórmulas y tablas proporcionadas por la literatura especializada en el campo, como el libro "Costos y presupuestos en edificaciones" de la Cámara Peruana de la Construcción. Estas fuentes de referencia han sido utilizadas para calcular con precisión la cantidad de material necesaria para completar cada trabajo individual (CAPECO).

Precios.

Hace referencia al costo de los materiales en el mercado. Para obtener los precios de los materiales, se tuvo en cuenta el perfil del proyecto y se utilizaron otras referencias como revistas de cotizaciones.

- **Equipo.**

Para poder realizar o determinar el costo unitario de los equipos utilizados para realizar una actividad se usa la siguiente fórmula:

$$COSTO\ UNITARIO\ (EQUIPO)=APORTE\ UNITARIO\ x\ COSTO\ H-M$$

Aporte unitario.

Para determinar el aporte unitario se usó la siguiente fórmula:

$$APORTE\ UNITARIO= (CUADRILLA\ x\ HORAS-MAQUINA) / (RENDIMIENTO)$$

Cuadrilla.

Hace referencia a la cantidad de equipos necesarios para llevar a cabo un trabajo específico. Para determinar la cuadrilla correspondiente a cada actividad del proyecto actual, se tomaron en cuenta las recomendaciones de cuadrillas proporcionadas por la revista de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), así como también se consideraron las cuadrillas utilizadas en proyectos similares.

Horas-maquina.

Hace referencia al tiempo de funcionamiento de la maquinaria en la obra.

Rendimiento.

Se refiere a la cantidad de trabajo que puede ser realizado por día utilizando la maquinaria. Para determinar el rendimiento de las actividades en el proyecto actual, se utilizaron los rendimientos propuestos por la revista de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), así como también se tuvieron en cuenta los rendimientos obtenidos en obras similares.

A estos se le debe añadir que los rendimientos dependen siguientes factores:

- El desgaste del equipo
- altura a la que trabajara el equipo
- Experiencia del operador
- Condiciones del clima

Costo hora-maquina.

Para calcular el costo de alquiler de los equipos, se llevó a cabo una evaluación de cotizaciones de empresas ubicadas tanto en la zona cercana al proyecto como en la ciudad del Cusco debido a su proximidad geográfica.

Los precios unitarios se ubicarán en forma completa en los anexos

5.1.3.2. Costo indirecto

Hace referencia al examen de los costos generales, la preparación del expediente técnico, los gastos de evaluación, los gastos de supervisión y la liquidación de obras. Se ha realizado un análisis exhaustivo de estos aspectos, teniendo en cuenta los costos asociados a cada uno de ellos. Se ha prestado especial atención a la planificación y presupuesto del proyecto.

Gastos generales.

Considerados como aquellos que no influyen directamente en la obra. Pero son fundamentales para la ejecución del proyecto Para el proyecto se consideró los siguientes gastos:

- a) Los pagos por servicios incluyen los gastos relacionados con el suministro de agua y desagüe, así como el servicio de energía eléctrica, entre otros. Estos pagos son necesarios para asegurar el funcionamiento adecuado de las instalaciones y servicios básicos en el proyecto.
- b) Los pagos al personal calificado abarcan los sueldos y honorarios para roles específicos, como el residente de obra, el asistente técnico, el arqueólogo, el maestro de obra, el capataz, entre otros. Estos pagos son destinados a profesionales y trabajadores especializados que desempeñan funciones clave en la ejecución del proyecto.
- c) Los pagos de bienes comprenden la adquisición de diversos elementos necesarios para el desarrollo del proyecto, como implementos de seguridad, materiales de limpieza, suministros de oficina, botiquín de primeros auxilios, entre otros. Estos pagos están

destinados a la compra y mantenimiento de los recursos materiales requeridos para garantizar la seguridad, higiene y funcionamiento adecuado del proyecto.

Consiste en los gastos para la elaboración del expediente técnico. Para el proyecto se consideró los siguientes gastos:

- Pagos de servicios: Servicio de estudio Geotécnico-Geológicos.
- Pagos a personal calificado: Ing. Proyectista, Arquitecto proyectista, Topógrafo, etc.
- Pagos de bienes: Combustibles para camioneta, Materiales de escritorio, etc.

Estos costos se encuentran en las tablas del presupuesto analítico en el Anexo

Gastos de Evaluación:

Consiste en los gastos para la evaluación del expediente técnico. Para el proyecto se consideró los siguientes gastos:

- Pagos de servicios: Servicio de Fotocopiadora
- Pagos a personal calificado: Evaluador.
- Pagos de bienes: Combustibles para camioneta, Materiales de escritorio, etc.
- Estos costos se encuentran en las tablas del presupuesto analítico en el Anexo

Gastos de Supervisión:

Consiste en los gastos para la supervisión en la ejecución del proyecto. Para el proyecto se consideró los siguientes gastos:

- Pagos de servicios: Servicio de Fotocopiadora, servicio de transporte de camioneta.
- Pagos a personal calificado: supervisor de obra.
- Pagos de bienes: vestuario e implementos de seguridad.

Estos costos se encuentran en las tablas del presupuesto analítico en el Anexo.

5.1.3.3. Costo total

Presupuesto

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD				147,395.97
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				114,826.97
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				12,264.97
01.01.01.01	OFICINAS	m2	25.00	64.14	1,603.50
01.01.01.02	ALMACENES	m2	50.00	64.14	3,207.00
01.01.01.03	CASETA DE GUARDIANA	m2	5.00	64.14	320.70
01.01.01.04	SEVICIOS HIGENICOS	m2	3.00	198.56	595.68
01.01.01.05	Cerco Provisional de Arpillera	m	500.00	9.98	4,990.00
01.01.01.06	cartel de obra	und	1.00	1,548.09	1,548.09
01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				10,416.95
01.01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION				1,586.85
01.01.02.01.01	Almacenamiento y Distribucion	glb	1.00	1,586.85	1,586.85
01.01.02.02	DESAGUE PARA LA CONSTRUCCION				730.85
01.01.02.02.01	Desague para la Construccion	glb	1.00	730.85	730.85
01.01.02.03	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL				1,099.25
01.01.02.03.01	Consumo y Mantenimiento	glb	1.00	1,099.25	1,099.25
01.01.02.04	INSTALACION TELEFONICA Y COMUNICACION PROVISIONAL				7,000.00
01.01.02.04.01	Consumo y Mantenimiento Comunicacion	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.01.02.04.02	Conexion e Instalacion Comunicacion	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				22,882.60
01.01.03.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	4,000.00	2.68	10,720.00
01.01.03.02	DEMOLICIONES DE MUROS DE ADOBE	m2	300.00	7.50	2,250.00
01.01.03.03	Demolicion de incluye cimentaciones	m3	540.00	4.19	2,262.60
01.01.03.04	Eliminacion de demoliciones D=7Km	m3	600.00	12.75	7,650.00
01.01.04	ELIMINACION DE OBSTRUCCIONES				12,454.25
01.01.04.01	Eliminacion de Basura y Elementos Suelos y Livianos (d=7Km)	m3	3.00	12.75	38.25
01.01.04.02	Eliminacion de Maleza y Arbustos de Facil Extraccion	m2	3,200.00	3.88	12,416.00
01.01.05	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				55,181.12
01.01.05.01	Flete a Obra Cusco-Racchi	glb	1.00	43,571.12	43,571.12
01.01.05.02	Movilizacion y Desmovilizacion de Equipos	glb	1.00	11,610.00	11,610.00
01.01.06	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				1,627.08
01.01.06.01	Trazo, Niveles y Replanteo Preliminar	m2	1,092.00	1.49	1,627.08
01.02	SEGURIDAD Y SALUD				32,569.00
01.02.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				22,545.00
01.02.01.01	Equipos de Proteccion Individual	glb	1.00	5,750.00	5,750.00
01.02.01.02	Equipos de Proteccion Colectiva	glb	1.00	11,000.00	11,000.00
01.02.01.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	2,295.00	2,295.00
01.02.01.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	3,500.00	3,500.00
01.02.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO				10,024.00
01.02.02.01	Equipo Contra Incendios	glb	1.00	1,205.00	1,205.00
01.02.02.02	Equipo de Primeros Auxilios y de Socorro	glb	1.00	1,205.00	1,205.00
01.02.02.03	Equipo para los Derrames de Sustancias Quimicas	und	1.00	4,514.00	4,514.00
01.02.02.04	Capacitacion y Simulacros	und	1.00	3,100.00	3,100.00
02	SUFICIENTES Y ADECUADOS AMBIENTES PEDAGOGICOS Y COMPLEMENTARIOS (ESTRUCTURA)				1,132,281.07
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				45,527.05
02.01.01	NIVELACION DEL TERRENO				2,407.14
02.01.01.01	PERFILADO Y NIVELADO MANUAL DE EXCAVACIONES	m3	476.66	2.01	958.09
02.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	476.66	3.04	1,449.05
02.01.02	EXCAVACIONES				1,383.40
02.01.02.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA	m3	816.53	1.48	1,208.46
02.01.02.02	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	115.09	1.52	174.94
02.01.03	RELLENOS				14,830.56
02.01.03.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	405.65	36.56	14,830.56

Presupuesto

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
02.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				26,905.95
02.01.04.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE (D=40M)	m3	683.76	15.74	10,762.38
02.01.04.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (D=14 KM.)	m3	683.76	23.61	16,143.57
02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				57,177.51
02.02.01	CIMIENTOS CORRIDOS				53,960.74
02.02.01.01	CONCRETO CICLOPEO C:H 1:10+50% P. G. PARA FALSA ZAPATA	m3	228.16	228.27	52,082.08
02.02.01.02	CONCRETO CICLOPEO C:H 1:8+25% P. G. PARA CIMIENTO CORRIDO	m3	8.23	228.27	1,878.66
02.02.02	SOBRECIMIENTO				487.67
02.02.02.01	CONCRETO $f_c=175\text{kg/cm}^2$ PARA SOBRECIMIENTO	m3	1.46	334.02	487.67
02.02.03	FALSO PISO				2,729.10
02.02.03.01	CONCRETO $f_c=140\text{ kg/cm}^2$ PARA FALSOPISO E=10cm	m2	90.97	30.00	2,729.10
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				1,029,576.51
02.03.01	ZAPATAS				155,915.20
02.03.01.01	CONCRETO $f_c=210\text{kg/cm}^2$ PARA ZAPATA	m3	228.16	372.62	85,016.98
02.03.01.02	ACERO $F_y=420\text{kg/cm}^2$ EN ZAPATA	kg	14,634.58	4.79	70,099.64
02.03.01.03	CURADO DE CONCRETO EN ZAPATA	m2	456.33	1.75	798.58
02.03.02	VIGAS DE CIMENTACION				57,350.82
02.03.02.01	CONCRETO EN VIGA SOLERA $f_c=175\text{kg/cm}^2$	m3	38.93	345.46	13,448.76
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CONEXIÓN	m2	259.56	49.48	12,843.03
02.03.02.03	ACERO $F_y=420\text{kg/cm}^2$ EN VIGAS DE CONEXIÓN	kg	6,432.75	4.74	30,491.24
02.03.02.04	CURADO DE CONCRETO EN VIGAS DE CONEXIÓN	m2	324.45	1.75	567.79
02.03.03	SOBRECIMIENTO ARMADO				29,977.50
02.03.03.01	SOBRECIMIENTO ARMADO $f_c=175\text{kg/cm}^2$	m3	47.33	376.43	17,816.43
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	m2	126.27	29.36	3,707.29
02.03.03.03	ACERO $F_y=420\text{kg/cm}^2$ EN SOBRECIMIENTO	kg	1,736.88	4.74	8,232.81
02.03.03.04	CURADO DE CONCRETO EN SOBRECIMIENTO	m2	126.27	1.75	220.97
02.03.04	COLUMNAS				253,250.62
02.03.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS Y MUROS $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3	123.42	501.67	61,916.11
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	1,251.49	44.43	55,603.70
02.03.04.03	ACERO $F_y=420\text{kg/cm}^2$ EN COLUMNAS	kg	27,820.98	4.80	133,540.70
02.03.04.04	CURADO DE CONCRETO EN COLUMNAS	m2	1,251.49	1.75	2,190.11
02.03.05	COLUMNETAS				33,415.05
02.03.05.01	CONCRETO EN COLUMNETAS $f_c=175\text{kg/cm}^2$	m3	13.96	484.86	6,768.65
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	334.70	44.43	14,870.72
02.03.05.03	ACERO $F_y=420\text{kg/cm}^2$ EN COLUMNETAS	kg	2,331.24	4.80	11,189.95
02.03.05.04	CURADO DE CONCRETO EN COLUMNETAS	m2	334.70	1.75	585.73
02.03.06	VIGAS				228,880.51
02.03.06.01	CONCRETO EN VIGAS $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3	180.38	393.51	70,981.33
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	1,118.99	51.01	57,079.68
02.03.06.03	ACERO $F_y=420\text{kg/cm}^2$ EN VIGAS	kg	20,623.82	4.80	98,994.34
02.03.06.04	CURADO DE CONCRETO EN VIGAS	m2	1,042.95	1.75	1,825.16
02.03.07	VIGA SOLERA				27,504.79
02.03.07.01	CONCRETO EN VIGA SOLERA $f_c=175\text{kg/cm}^2$	m3	28.39	345.46	9,807.61
02.03.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA SOLERA	m2	259.03	44.43	11,508.70
02.03.07.03	ACERO $F_y=420\text{kg/cm}^2$ EN VIGA SOLERA	kg	1,194.83	4.80	5,735.18
02.03.07.04	CURADO DE CONCRETO EN VIGA SOLERA	m2	259.03	1.75	453.30
02.03.08	LOSA ALIGERADA				209,120.77
02.03.08.01	CONCRETO EN LOSA $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3	123.26	388.37	47,870.49
02.03.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	1,479.03	43.88	64,899.84
02.03.08.03	ACERO $F_y=420\text{kg/cm}^2$ EN LOSA	kg	14,311.44	4.64	66,405.08
02.03.08.04	LADRILLO HUECO 15x30x30	und	5,482.00	2.22	12,170.04
02.03.08.05	LADRILLO HUECO 12x30x30	und	6,841.00	2.22	15,187.02
02.03.08.06	CURADO DE CONCRETO EN LOSA	m2	1,479.03	1.75	2,588.30
02.03.09	LOSA MACIZA 20cm				5,193.42
02.03.09.01	CONCRETO EN LOSA $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3	5.42	395.36	2,142.85

Presupuesto

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
02.03.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	27.06	38.28	1,035.86
02.03.09.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN LOSA	kg	363.00	5.42	1,967.46
02.03.09.04	CURADO DE CONCRETO EN LOSA	m2	27.00	1.75	47.25
02.03.10	ESCALERA				20,026.87
02.03.10.01	CONCRETO EN CIMENTO DE ESCALERA f'c=210kg/cm ²	m3	17.06	450.39	7,683.65
02.03.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	m2	85.66	57.65	4,938.30
02.03.10.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN ESCALERA	kg	1,563.58	4.64	7,255.01
02.03.10.04	CURADO DE CONCRETO EN ESCALERAS	m2	85.66	1.75	149.91
02.03.11	PARAPETO				7,050.96
02.03.11.01	CONCRETO EN PARAPETO f'c=175kg/cm ²	m3	4.63	462.73	2,142.44
02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PARAPETO	m2	85.28	37.16	3,169.00
02.03.11.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN PARAPETO	kg	293.41	5.42	1,590.28
02.03.11.04	CURADO DE CONCRETO EN PARAPETO	m2	85.28	1.75	149.24
02.03.12	CONTROL DE CALIDAD				1,890.00
02.03.12.01	PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD PARA CONCRETO	und	63.00	30.00	1,890.00
03	ARQUITECTURA				780,273.45
03.01	MUROS, TABIQUES DE ALBAÑILERÍA				95,889.78
03.01.01	MURO DE LADRILLO KK DE CABEZA C:A 1:4 DE 24x13x9cm	m2	871.13	88.09	76,737.84
03.01.02	MURO DE LADRILLO KK DE SOGA C:A 1:4 DE 24x13x9cm	m2	318.35	60.16	19,151.94
03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS				148,324.23
03.02.01	TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO CON MEZCLA C:A - 1:5	m2	136.79	21.79	2,980.65
03.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES MEZCLA C:A - 1:5	m2	1,233.87	20.61	25,430.06
03.02.03	TARRAJEO EN EXTERIORES MEZCLA C:A - 1:5	m2	1,218.16	28.08	34,205.93
03.02.04	TARRAJEO EN MUROS DE CORTE C:A - 1:5	m2	292.62	37.68	11,025.92
03.02.05	TARRAJEO EN COLUMNAS C:A - 1:5	m2	612.29	37.68	23,071.09
03.02.06	TARRAJEO EN VIGAS, MEZCLA C:A - 1:5	m2	658.16	40.13	26,411.96
03.02.07	VESTIDURAS DE DERRAMES EN VANOS MEZCLA 1:5	m2	805.20	15.93	12,826.84
03.02.08	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:5	m2	213.17	24.87	5,301.54
03.02.09	TARRAJEO CON CEMENTO EN ALEROS MEZCLA 1:5	m2	206.29	28.08	5,792.62
03.02.10	TARRAJEO CON CEMENTO EN FONDO DE ESCALERA MEZCLA 1:5	m2	64.17	19.91	1,277.62
03.03	CIELORRASO				28,101.32
03.03.01	CIELORRASOS CON TARRAJEO CON MEZCLA DE CEMENTO SOBRE LOSA ALIGERADA MEZCLA 1:5	m2	834.61	33.67	28,101.32
03.04	PISOS Y PAVIMENTOS				250,173.07
03.04.01	CONTRAPISOS				35,389.37
03.04.01.01	CONTRAPISO - CONCRETO P/ f'c=145 kg/cm ² E=3cm	m2	1,051.69	33.65	35,389.37
03.04.02	PISOS				107,132.77
03.04.02.01	PISO CERÁMICO DE 30x30cm ANTIDESLIZANTE	m2	199.80	48.03	9,596.39
03.04.02.02	PISO MADERA MACHICHEBRADA DE 3/4"	m2	851.89	107.40	91,492.99
03.04.02.03	PISO DE CEMENTO BRUÑADO Y PULIDO E=5cm	m2	312.32	19.35	6,043.39
03.04.03	VEREDAS				107,650.93
03.04.03.01	AFIRMADO Y COMPACTADO-VEREDAS	m2	345.08	2.57	886.86
03.04.03.02	VEREDAS DE CONCRETO f'c=175 kg/cm ² E=10cm	m3	345.00	278.93	96,230.85
03.04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	m2	269.06	29.62	7,969.56
03.04.03.04	BRUÑAS EN VEREDAS 1/2"	m	322.27	6.11	1,969.07
03.04.03.05	JUNTA DE DILATACIÓN CON SELLO ASFÁLTICO e=1"	m	65.70	9.05	594.59
03.05	ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS				16,860.77
03.05.01	ZÓCALOS				3,890.83
03.05.01.01	ZÓCALO DE CERÁMICO DE 30x30cm	m2	104.20	37.34	3,890.83
03.05.02	CONTRAZÓCALOS				12,969.94
03.05.02.01	CONTRAZÓCALO DE MADERA AGUANO DE 3/4" H=10cm	m	610.35	21.25	12,969.94
03.06	COBERTURAS				49,217.90
03.06.01	COBERTURA CON PLANCHAS DE TEJA ANDINA	m2	865.52	51.15	44,271.35
03.06.02	PLANCHA CUMBRERA DE TEJA ANDINA	m	94.49	52.35	4,946.55
03.07	CARPINTERÍA DE MADERA				78,476.00
03.07.01	PUERTA DE MADERA AGUANO TABLERO REBAJADO	m2	94.58	350.00	33,103.00

Presupuesto

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
03.07.02	VENTANA DE MADERA AGUANO	m2	266.90	170.00	45,373.00
03.08	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA				31,451.92
03.08.01	CERRAJERÍA				5,560.94
03.08.01.01	BISAGRAS				2,600.64
03.08.01.01.01	BISAGRA DE ACERO ALUMINIZADO TIPO CAPUCHINA PESADO DE 4"x 4"	pza	172.00	15.12	2,600.64
03.08.01.02	CERRADURAS				2,960.30
03.08.01.02.01	CERRADURA TIPO FORTE DE 2 GOLPES	pza	32.00	72.14	2,308.48
03.08.01.02.02	CERRADURA TIPO PERILLA	pza	13.00	50.14	651.82
03.08.01.03	ACCESORIOS DE CIERRE				
03.08.02	PASAMANO AISLADO C/ TUBO DE FºGº DE 2" EN ESCALERA	m	42.00	65.83	2,764.86
03.08.02.01	MANIJA DE BRONCE P/PUERTAS DE VENTANAS C/PICAPORTE DE 2 1/2"	und	958.00	24.14	23,126.12
03.09	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES				1,643.88
03.09.01	VIDRIO TEMPLADO MÁS LAMINA DE SEGURIDAD EN CARPINTERÍA DE MADERA	m2	266.00	6.18	1,643.88
03.10	PINTURA				73,552.18
03.10.01	PINTURA EN MUROS				45,470.76
03.10.01.01	PINTURA BASE CON IMPRIMANTE 2 MANOS	m2	1,675.10	7.07	11,842.96
03.10.01.02	PINTURA LÁTEX EN MUROS INTERIORES 2 MANOS	m2	1,483.73	7.07	10,489.97
03.10.01.03	PINTURA LÁTEX EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	m2	1,314.69	7.70	10,123.11
03.10.01.04	PINTURA LÁTEX EN COLUMNAS, VIGAS Y DERRAMES 2 MANOS	m2	1,770.71	7.35	13,014.72
03.10.02	PINTURA DE CIELOS RASOS				24,968.14
03.10.02.01	PINTURA BASE CON IMPRIMANTE EN CIELORRASO 02 MANOS	m2	1,359.92	9.18	12,484.07
03.10.02.02	PINTURA LÁTEX EN CIELORRASO 02 MANOS	m2	1,359.92	9.18	12,484.07
03.10.03	PINTURA EN MADERA				3,113.28
03.10.03.01	PINTURA EN PUERTAS DE MADERA CON BARNIZ 02 MANOS	m2	93.97	10.38	975.41
03.10.03.02	PINTURA EN VENTANAS DE MADERA CON BARNIZ 02 MANOS	m2	266.90	8.01	2,137.87
03.11	VARIOS				5,882.40
03.11.01	JUNTAS C/TECNOPOPOR Y JEBE MICROPOROSO E=1"	m	623.25	9.22	5,746.37
03.11.02	SELLANTE ELÁSTICO PARA JUNTAS DE FACHADAS (SIKAFLEX AT)	m	14.58	9.33	136.03
03.12	OTROS				700.00
03.12.01	PLACA RECORDATORIA DE BRONCE	und	1.00	700.00	700.00
04	INSTALACIONES SANITARIAS				77,681.31
04.01	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS				6,173.14
04.01.01	SUMINIISTRO DE APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS				6,173.14
04.01.01.01	Urinario de Losa	und	2.00	96.00	192.00
04.01.01.02	Inodoro infantil de losa	und	8.00	160.00	1,280.00
04.01.01.03	Inodoro estandar de losa	und	3.00	160.00	480.00
04.01.01.04	Lavatorio ceramico vitrificado de 20"x18" con pedestal	und	9.00	90.00	810.00
04.01.01.05	Lavadero de acero Inox. de 80 x 50 CM de una poza con escurridor	und	5.00	150.00	750.00
04.01.01.06	Grifo para lavatorio de una llave	und	9.00	96.23	866.07
04.01.01.07	Grifo cromado tipo cuello de ganso de una llave	und	5.00	120.23	601.15
04.01.01.08	Grifo de bola de 1/2" jardín	und	2.00	21.23	42.46
04.01.01.09	Grifo para urinario con temporizador de 1/2"	und	2.00	96.23	192.46
04.01.01.10	Papelera de loza blanca de 0.13x0.15	und	11.00	84.50	929.50
04.01.01.11	Toallera	pza	1.00	29.50	29.50
04.02	SISTEMA DE AGUA FRIA				10,362.29
04.02.01	SALIDA PARA PUNTOS DE AGUA				877.93
04.02.01.01	Salida de agua en urinarios	pto	3.00	32.87	98.61
04.02.01.02	Salida de agua para inodoros tanque bajo	pto	11.00	33.48	368.28
04.02.01.03	Salida de agua para lavatorios	pto	14.00	29.36	411.04
04.02.02	REDES DE DISTRIBUCION Y MONTAJE				5,499.41
04.02.02.01	Tuberia PVC SAP Ø 1.1/2"	m	95.10	16.50	1,569.15
04.02.02.02	Tuberia PVC SAP Ø 1"	m	6.00	16.38	98.28
04.02.02.03	Tuberia PVC SAP Ø 3/4"	m	124.00	12.90	1,599.60
04.02.02.04	Tuberia PVC SAP Ø 1/2"	m	211.00	10.58	2,232.38
04.02.03	ACCESORIOS VARIOS				1,400.30

Presupuesto

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
04.02.03.01	Tubería de 1"	und	3.00	14.14	42.42
04.02.03.02	Tubería de 1 1/2"	und	6.00	14.66	87.96
04.02.03.03	tubería de 3/4"	und	40.00	11.12	444.80
04.02.03.04	Tubería 1/2"	und	54.00	15.28	825.12
04.02.04	LLAVES Y VALVULAS				1,546.97
04.02.04.01	Valvula de globo de 1.1/2"	und	3.00	256.37	769.11
04.02.04.02	Valvula de globo de 3/4"	und	1.00	75.37	75.37
04.02.04.03	Valvula de globo de 1/2"	und	10.00	60.43	604.30
04.02.04.04	Caja de valvula con tapa F°G°	und	3.00	32.73	98.19
04.02.05	PRUEBAS HIDRAULICAS				1,037.68
04.02.05.01	Prueba hidráulica en red de agua y desinfección	m	436.00	2.38	1,037.68
04.03	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL				41,404.49
04.03.01	RED DE RECOLECCION				41,404.49
04.03.01.01	Canaleta de concreto	m	184.50	126.36	23,313.42
04.03.01.02	Canaleta de plancha F°G° Ø 6"	m	180.00	26.99	4,858.20
04.03.01.03	Montante PVC Ø 3" (01 nivel)	und	3.00	102.22	306.66
04.03.01.04	Montante PVC Ø 3" (02 niveles)	und	3.00	102.22	306.66
04.03.01.05	Columnetas para protección de montantes	und	3.00	198.80	596.40
04.03.01.06	Rejilla de canal de F°G°	m	185.00	64.99	12,023.15
04.04	SISTEMA DE DESAGUE Y VENTILACION				19,741.39
04.04.01	SISTEMA DE DESAGUE				2,352.30
04.04.01.01	Salida de desagüe inodoros 4"	pto	11.00	44.74	492.14
04.04.01.02	Salida de desagüe urinarios 2"	pto	2.00	52.11	104.22
04.04.01.03	Salida de desagüe lavatorios 2"	pto	7.00	31.02	217.14
04.04.01.04	Salida de desagüe sumideros 2"	pto	16.00	33.00	528.00
04.04.01.05	Salida de desagüe para registro roscado de 4"	pto	20.00	50.54	1,010.80
04.04.02	SISTEMA DE REDES DE DESAGUE				3,507.33
04.04.02.01	Red colectora PVC para desagüe de 4"	m	118.00	22.56	2,662.08
04.04.02.02	Red colectora PVC para desagüe de 2"	m	49.00	17.25	845.25
04.04.03	ACCESORIOS VARIOS				220.80
04.04.03.01	Tubería de PVC SAP Ø 4"	und	35.00	3.20	112.00
04.04.03.02	Tubería de PVC SAP Ø 2"	und	34.00	3.20	108.80
04.04.04	CAJAS DE INSPECCION Y CONEXIONES				2,745.36
04.04.04.01	Caja de registro de desagüe de 18" x 24"	und	1.00	214.92	214.92
04.04.04.02	Caja de registro de desagüe de 24"x24"	und	12.00	210.87	2,530.44
04.04.05	VENTILACION				124.56
04.04.05.01	Sombrero de ventilación PVC SAL Ø 2"	pto	2.00	15.03	30.06
04.04.05.02	Salidas PVC SAL para ventilación de 2" h=2.60m	pto	2.00	47.25	94.50
04.04.06	PRUEBAS HIDRAULICAS				1,970.00
04.04.06.01	Prueba hidráulica de desagüe	m	500.00	3.94	1,970.00
04.04.07	CONEXION A RED EXTERIOR				450.00
04.04.07.01	Conexión del sistema de agua a una red exterior	und	1.00	450.00	450.00
04.04.08	INSTALACIONES ESPECIALES				8,371.04
04.04.08.01	Instalación de Tanque Cisterna	und	1.00	412.52	412.52
04.04.08.02	Instalación de Tanque Elevado	und	1.00	7,958.52	7,958.52
05	INSTALACIONES ELECTRICAS				83,480.58
05.01	CONEXIÓN A LA RED EXTERNA DE MEDIDORES				
05.02	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, FUERZA Y SEÑALES DEBILES				20,597.13
05.02.01	SALIDA				20,597.13
05.02.01.01	Salida para Centro de Luz Techo y Pared	pto	144.00	67.30	9,691.20
05.02.01.02	TOMACORRIENTE MONOFASICO EN EL PISO	pto	15.00	52.99	794.85
05.02.01.03	Salida tomacorriente doble con placa metálica dos polos + tierra (2p+t) con protección de contacto para niños	pto	130.00	52.99	6,888.70
05.02.01.04	Interruptor unipolar simple con placa de acero inoxidable	pto	38.00	52.99	2,013.62
05.02.01.05	Interruptor bipolar doble con placa de acero inoxidable	pto	11.00	52.99	582.89

Presupuesto

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
05.02.01.06	Interruptor tripolar doble con placa de acero inoxidable	pto	3.00	52.99	158.97
05.02.01.07	Salida Luz de Emergencia de Bateria	pto	6.00	71.16	426.96
05.02.01.08	Salida Pulsador de Timbre	pto	1.00	39.94	39.94
05.03	CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERÍAS				14,711.23
05.03.01	TUBERIA 35mm?PVC-P(CONTADOR-TG)	m	6.16	12.58	77.49
05.03.02	TUBERIA 35mm?PVC-P(TG-TD)	m	199.00	12.58	2,503.42
05.03.03	Tubería Empotrada Puesta a Tierra PVC-PDE 35 mm	m	7.50	12.58	94.35
05.03.04	Tubería Empotrada Alumbrado y Tomacorrientes TW-20mm?PVC-P	m	936.27	8.58	8,033.20
05.03.05	TUBERIA 25mm?PVC-P(TG-TD CANCHA POLIDEPORTIVA Y EXTERIORES)	m	200.00	9.58	1,916.00
05.03.06	Curva PVC SAP NTP 399.006 DE 35 mm	und	12.00	6.19	74.28
05.03.07	Curva PVC SAP NTP 399.006 DE 20 mm	und	531.00	3.79	2,012.49
05.04	CONDUCTORES Y CABLES DE ENERGÍA EN TUBERÍAS				20,489.43
05.04.01	3-1x35mm2+(T) CONTADOR TABLERO GENERAL	m	6.16	13.22	81.44
05.04.02	1x16mm2 CONTADOR-TG	m	6.16	8.72	53.72
05.04.03	3-1x10mm2+1x10mm2(T)(TG-TD CANCHA POLIDEPORTIVA Y EXTERIORES)	m	600.00	11.12	6,672.00
05.04.04	NY(2-1x4mm2)(TG-FAROLAS)	m	1,213.00	4.87	5,907.31
05.04.05	NY(1x2.5mm2)(TG-FAROLAS)	m	606.50	4.87	2,953.66
05.04.06	2-1x6mm2 TOMACORRIENTE	m	660.00	4.87	3,214.20
05.04.07	1x2.5mm2(T) TOMACORRIENTE	m	330.00	4.87	1,607.10
05.05	SISTEMAS DE CONDUCTOS				4,662.90
05.05.01	Canaleta para conductor enterrado	m	111.00	36.28	4,027.08
05.05.02	Buzon Electroducto de Concreto Armado con tapa 0.60 x0.60 x 0.60m	und	1.00	635.82	635.82
05.06	TABLEROS PRINCIPALES				401.22
05.06.01	TABLERO GENERAL DE F°G° TRIFASICO 380/220 PARA EMPOTRAR CON BASE 30 POLOS INTERR. TERMOMAGNETICO ENGRAMPE + BASE INTERR. DIFERENCIAL CON PUERTA Y CHAPA	pza	1.00	401.22	401.22
05.07	TABLEROS DE DISTRIBUCION				2,229.56
05.07.01	TABLERO DE DISTRIBUCION	und	4.00	557.39	2,229.56
05.08	DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCION				3,071.96
05.08.01	TABLERO GENERAL				307.12
05.08.01.01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO ENGRAMPE 3 x 125A 380/220 V	pza	1.00	307.12	307.12
05.08.02	TABLERO DE DISTRIBUCION				2,764.84
05.08.02.01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO ENGRAMPE 3 x 32 A 380/220 V	pza	5.00	86.12	430.60
05.08.02.02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO ENGRAMPE 3 x 25A 380/220 V	pza	5.00	60.12	300.60
05.08.02.03	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 3 x 25 A - 30 mA	pza	19.00	89.12	1,693.28
05.08.02.04	CAJAS DE PASO	pza	4.00	85.09	340.36
05.09	INSTALACION DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA				1,147.64
05.09.01	Pozo de Puesta a Tierra	und	1.00	1,147.64	1,147.64
05.10	ARTEFACTOS				16,169.51
05.10.01	ARTEFACTO DE TIPO COLGANTE CON DOS LAMAPARAS DE 40W ALTO FACTOR DE POTENCIA	und	99.00	104.06	10,301.94
05.10.02	ARTEFACTO DE TIPO COLGANTE CON DOS LAMAPARAS DE 20W ALTO FACTOR DE POTENCIA	und	48.00	59.06	2,834.88
05.10.03	Pararrayos PDC., con Dispositivo de Cebado No Radioactivo R = 103 metros	und	1.00	2,985.83	2,985.83
05.10.04	Timbre de 8" de ? CON IP 66	und	1.00	46.86	46.86
	COSTO DIRECTO				2,221,112.38
	GASTOS GENERALES 17.7147%				393,463.41
	UTILIDADES				222,111.24

	SUBTOTAL				2,836,687.03
	IMPUESTOS				510,603.67

	TOTAL PRESUPUESTO				3,347,290.70

5.1.3.4. Fórmula polinómica

Fórmula Polinómica

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

Subpresupuesto 002 ESTRUCTURAS

Fecha Presupuesto 19/01/2021

Moneda SOLES

Ubicación Geográfica 081303 CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

$$K = 0.237*(Jr / Jo) + 0.063*(Ar / Ao) + 0.184*(Ar / Ao) + 0.106*(Cr / Co) + 0.068*(Mr / Mo) + 0.063*(Fr / Fo) + 0.061*(Mr / Mo) + 0.218*(GGr / GGo)$$

Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripción
1	0.237	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.063	100.000	A	04	AGREGADO FINO
3	0.184	100.000	A	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
4	0.106	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
5	0.068	100.000	M	44	MADERA TERCIADE PARA CARPINTERIA
6	0.063	100.000	F	32	FLETE TERRESTRE
7	0.061	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
8	0.218	100.000	GG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Fórmula Polinómica

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

Subpresupuesto 003 ARQUITECTURA

Fecha Presupuesto 19/01/2021

Moneda SOLES

Ubicación Geográfica 081303 CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

$$K = 0.297*(Jr / Jo) + 0.063*(Ar / Ao) + 0.123*(Cr / Co) + 0.050*(Cr / Co) + 0.065*(Mr / Mo) + 0.091*(Mr / Mo) + 0.093*(Pr / Po) + 0.218*(GGr / GGo)$$

Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripción
1	0.297	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.063	100.000	A	04	AGREGADO FINO
3	0.123	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
4	0.050	100.000	C	24	CERAMICA ESMALTADA Y SIN ESMALTAR
5	0.065	100.000	M	41	MADERA EN TIRAS PARA PISO
6	0.091	100.000	M	44	MADERA TERCIADE PARA CARPINTERIA
7	0.093	100.000	P	54	PINTURA LATEX
8	0.218	100.000	GG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Fórmula Polinómica

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

Subpresupuesto 004 INSTALACIONES SANITARIAS

Fecha Presupuesto 19/01/2021

Moneda SOLES

Ubicación Geográfica 081303 CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

$$K = 0.339*(Jr / Jo) + 0.058*(Ar / Ao) + 0.062*(Cr / Co) + 0.072*(Ar / Ao) + 0.075*(Ar / Ao) + 0.079*(Tr / To) + 0.097*(Dr / Do) + 0.218*(GGr / GGo)$$

Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripción
1	0.339	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.058	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
3	0.062	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
4	0.072	100.000	A	10	APARATO SANITARIO CON GRIFERIA
5	0.075	100.000	A	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
6	0.079	100.000	T	72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA
7	0.097	100.000	D	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)
8	0.218	100.000	GG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Fórmula Polinómica

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

Subpresupuesto 005 INSTALACIONES ELECTRICAS

Fecha Presupuesto 19/01/2021

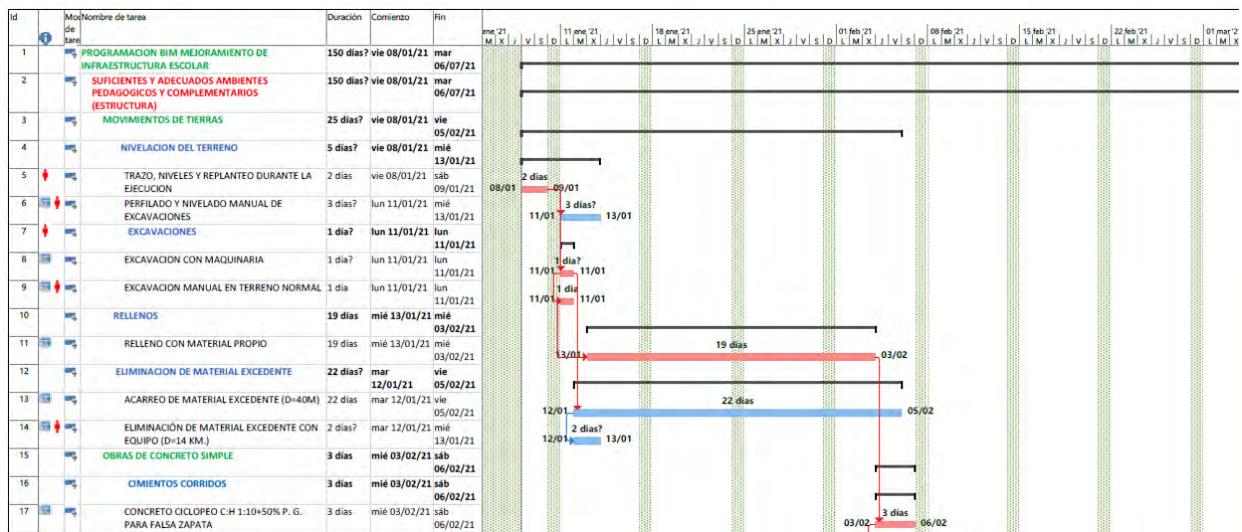
Moneda SOLES

Ubicación Geográfica 081303 CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

$$K = 0.363*(Jr / Jo) + 0.055*(Tr / To) + 0.086*(Tr / To) + 0.116*(Cr / Co) + 0.162*(Ar / Ao) + 0.218*(GGr / GGo)$$

Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripción
1	0.363	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.055	100.000	T	71	TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO
3	0.086	100.000	T	72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA
4	0.116	100.000	C	19	CABLE NYY Y NKY
5	0.162	100.000	A	11	ARTEFACTO DE ALUMBRADO EXTERIOR
6	0.218	100.000	GG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

5.1.3.5. Programación de obra



Generalidades

Este ítem se visualiza de cómo se realizó la programación del proyecto el cual contiene el diagrama de Gantt.

Actividades.

Duraciones.

Para determinar duración de cada una de las actividades se aplicó la siguiente formula.

$$DURACION = \frac{METRADO}{CUADRILLAS \times RENDIMIENTO}$$

Donde:

Metrado: Se obtiene el costo de alquiler de los equipos a partir de la planilla de metrados de cada actividad.

Nº de cuadrillas: se obtiene del análisis de precios unitarios de las actividades precios unitarios de las actividades Debido a que el metrado y el rendimiento: se obtiene del análisis de Las variables fijas en este caso son los costos de alquiler de los equipos, los cuales no varían en cantidad. La única variable que se puede modificar es el número de cuadrillas, y esta variable tiene un efecto inverso en la duración del proyecto.

Precedencias.

Es la vinculación de que tiene una actividad con otra, esta vinculación puede ser de 4 formas:

Fin a comienzo (FC). Para empezar una actividad es necesario terminar otra.

Comienzo a comienzo (CC). Una actividad empieza al empezar otra.

Fin a fin (FF). Una actividad termina junto con otra.

Comienzo a fin (CF). Una actividad no puede terminar si no ha comenzado otra.

Estas vinculaciones se introducen con criterio en el software para que junto con las duraciones nos dé el diagrama de Gantt.

Diagrama De Gannts

Se muestra en los anexos

5.2. PROYECTO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

5.2.1. Modelado 3D

Herramientas BIM y herramientas tradicionales:

Las herramientas utilizadas como son programas tanto para modalidad con BIM y sin BIM en la presente investigación: en la tabla 5.1 se muestran los programas usados en los cálculos de modo tradicional y con la metodología BIM.

Tabla 5.1:
Programas usados en proyecto

Programas usados por la metodología BIM	
Revit (Autodesk)	http://www.autodesk.es/products/revit-family/overview
Naviswork (Autodesk)	http://www.autodesk.com/products/navisworks/overview
Otros programas usados para trabajo modo tradicional	
Etabs	https://www.csiespana.com/software/5/etabs#
Safe	https://www.csiespana.com/software/8/safe
S10	https://www.s10peru.com/presupuestos/
MS PROJECT	https://www.alpha-consultoria.com/que-es-microsoft-project-y-para-que-sirve/

Nota. Elaboración propia

5.2.2. BIM 3D:

Modelamiento Arquitectónico

Se refiere a la forma en que una actividad está relacionada con otras, y existen cuatro tipos de relaciones posibles en la Figura 5.1 se muestra el modelado arquitectónico del proyecto de bloque típico. Estos modelos se realizaron con el programa Revit

Figura 5.1

Modelamiento arquitectónico



Nota. Elaboracion propia

Modelamiento de estructuras

El cálculo Estructural se hizo con ayuda del software Etabs, dado que este software no es para visualización sino para cálculo se optó por exportar al software Revit, para luego coordinarlo con la arquitectura en la figura 5.2 se observa la distribución de los elementos de concreto del modelo estructural dual de la estructura del proyecto.

Figura 5.2

Modelamiento de estructuras de la edificación

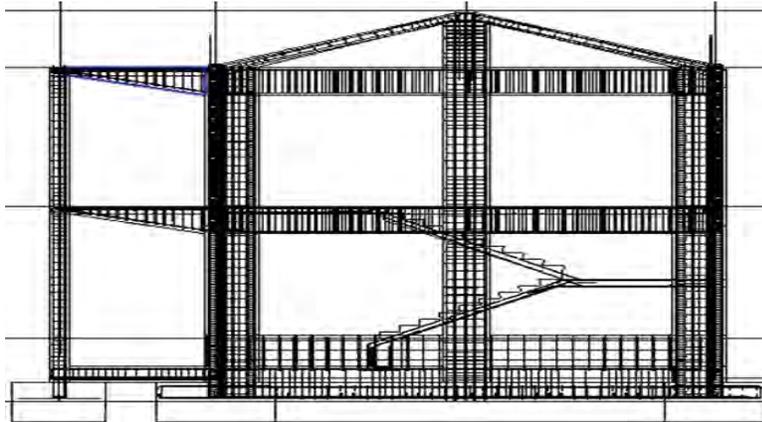


Nota. Elaboracion propia

En la figura 5.3 se observa la distribución de refuerzo de acero en un pórtico del bloque típico, además de una mejor visualización en una vista 3D que en un plano 2D

Figura 5.3

Modelado de refuerzo de la estructura del proyecto

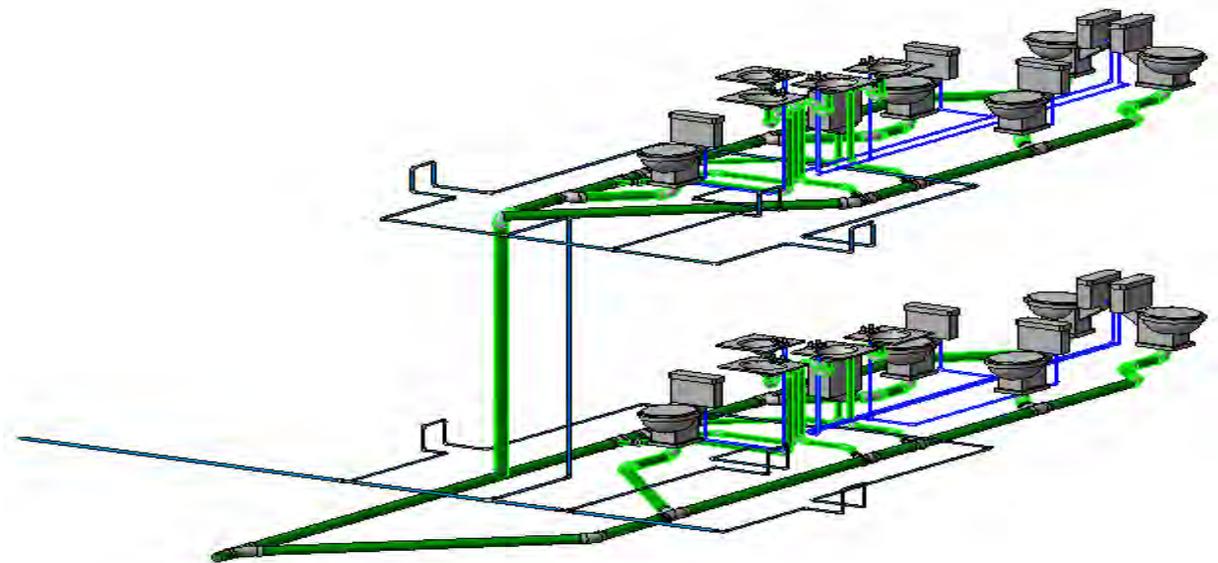


Nota. Elaboración propia

Modelamiento de instalaciones sanitarias

Al modelar las instalaciones sanitarias, se consideraron inicialmente las directrices establecidas en la Norma A.020. Además, se llevó a cabo el modelamiento de acuerdo con las recomendaciones de la NTP IS.01013, lo cual se describe con más detalle a continuación:

Se consideraron tanto el aspecto estructural como constructivo de las edificaciones con el fin de prevenir cualquier reducción en la resistencia de los elementos estructurales. En la Figura 5.4, Se visualiza la modelación de las instalaciones sanitarias como son de agua y desagüe del bloque típico del proyecto.

Figura 5.4*Modelamiento de instalaciones sanitarias bloque típico**Nota.* Elaboracion propia**Modelamiento de Instalaciones Eléctricas**

Para el modelamiento de Instalaciones Eléctricas, se empleó las recomendaciones dadas la NTP EM.02014, donde se hacen algunas las recomendaciones básicas.

Altura mínima de luminaria 2.10 m.

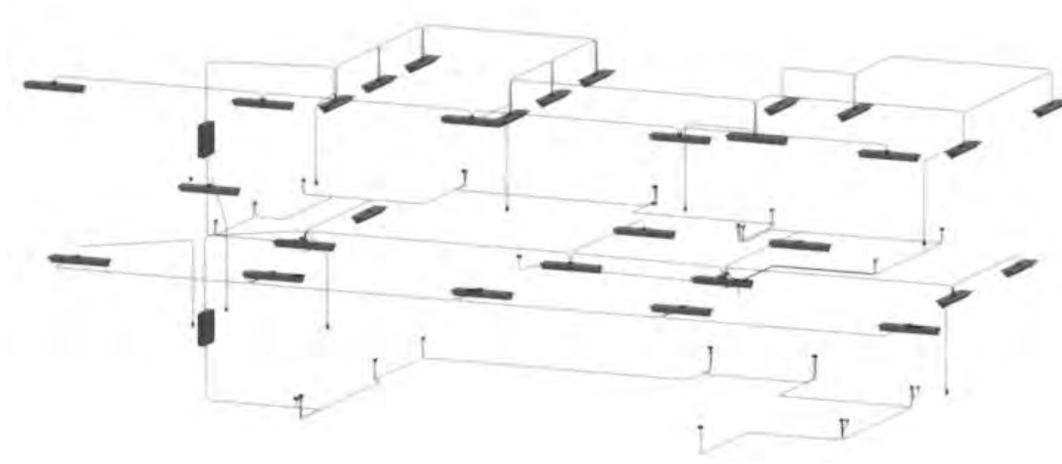
Se estableció como requisito que los tomacorrientes se instalen a una altura mínima de 300 mm con respecto al nivel del piso finalizado.

Sistema trifásico ubicado en la puerta de cada bloque del proyecto.

En la figura 5.5 se observa el modelamiento de tuberías de luminarias y tomacorrientes, tanto del primer segundo nivel del bloque típico.

Figura 5.5

Modelamiento de instalaciones eléctricas



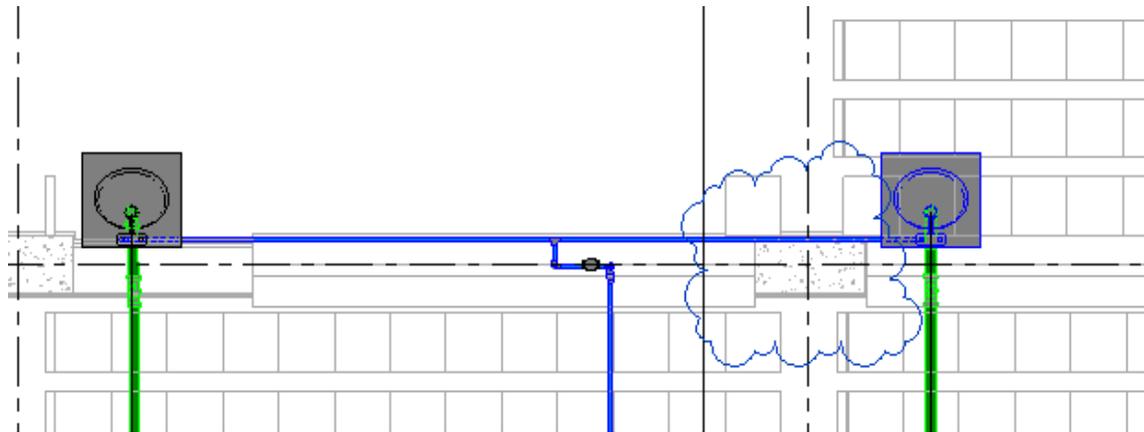
Nota. Elaboracion propia

5.2.3. Coordinación de especialidades

Integración de especialidades

Después de completar el modelamiento de las cuatro especialidades de ambos sistemas estructurales mencionados anteriormente, se procedió a realizar la integración de los modelos utilizando software como Revit y Navisworks. El proceso seguido para esta integración fue el siguiente: [aquí deberías proporcionar una descripción detallada del procedimiento utilizado para la integración de los modelos, incluyendo cualquier paso o consideración relevante:

- Se combinaron las disciplinas de Arquitectura y Estructuras.
- Se fusionaron las áreas de Estructuras e Instalaciones Sanitarias.
- Se identificaron obstáculos y se adaptó el diseño del sistema, ya que una tubería de agua atravesaba una de las columnas, comprometiendo la resistencia de dicho componente estructural. En la figura 5.6 se muestra la colisión de un elemento estructural con una tubería de instalación de agua para esto se utiliza el programa Revit.

Figura 5.6:*Colisión de columna estructural con tubería de agua**Nota. Elaboración propia*

Integración en un modelo programa Navisworks

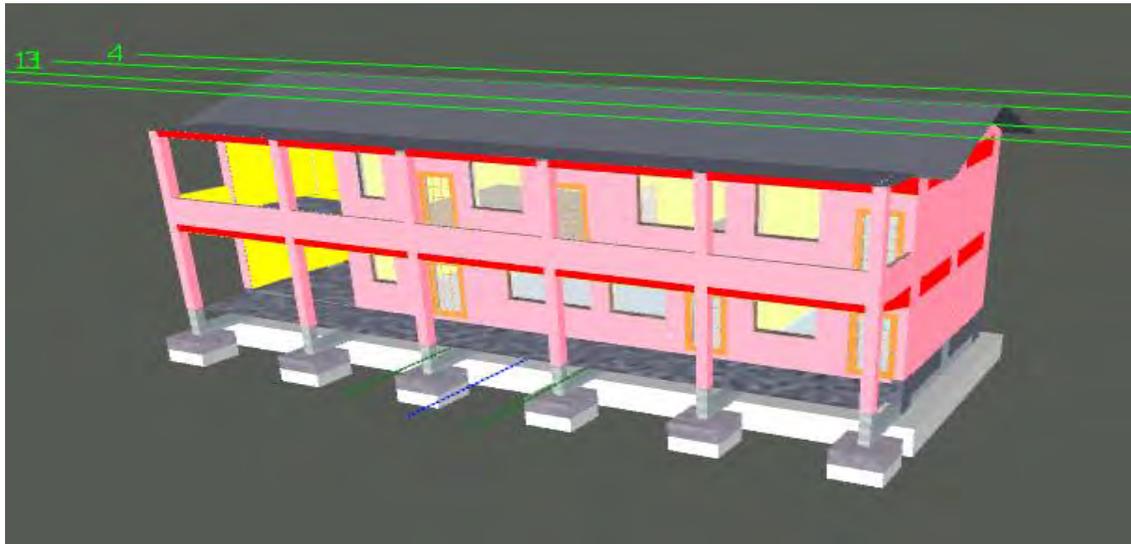
Además de la integración de especialidades y ubicación de interferencias, Se habilitó la capacidad de simular el proceso de construcción de acuerdo con una programación de obra. A continuación, se describe el proceso llevado a cabo:

- Verificar las características que se desea exportar de Revit a Navisworks Manage.
- Exportar los Archivos de Revit a Navisworks Manage.
- Integrar los archivos exportados en Navisworks Manage.
- Filtrar y utilizar los archivos de Navisworks Manage para la detección de interferencias.

En la figura 5.7 y 5.8, se visualiza la integración de especialidades del proyecto.

Figura 5.7

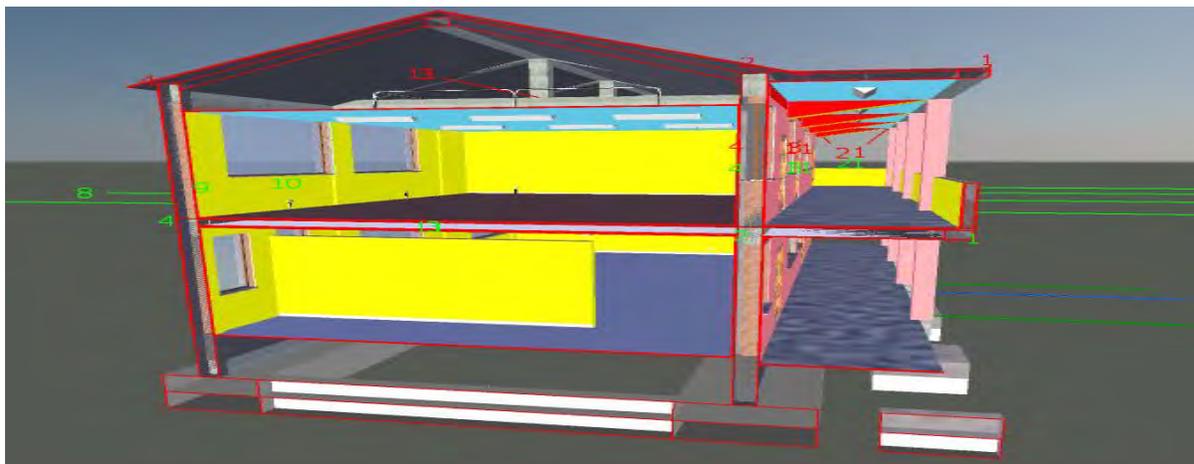
Integración de las especialidades en bloque típico del proyecto



Nota. Elaboracion propia

Figura 5.8:

Corte de modelo exportado a programa Navisworks de especialidades del bloque típico de proyecto



Nota. Elaboracion propia

En la pestaña del software Navisworks, se pudo observar la opción para seleccionar las disciplinas a comparar. Se optó por elegir las especialidades de Estructuras e Instalaciones, ya que generalmente las instalaciones se encuentran contenidas dentro de la estructura, al realizar la

comparación realizada, se consideraron únicamente las instalaciones que, al atravesar elementos estructurales, podrían generar daños en el diseño estructural y causar problemas a largo plazo.

Figura 5.9

Detección de interferencias forma de base de datos en la estructura en el programa naviswork

The screenshot shows the Clash Detective interface. At the top, it displays 'ESTRUCTURAS VS SANITARIO' and 'Última ejecución: viernes, 2 de diciembre de 2022 11:56:33'. Below this is a summary table:

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aproba...	Resuelto
ESTRUCTURAS VS SANITARIO	Terminado	145	145	0	0	0	0

Below the summary table are buttons for 'Añadir prueba', 'Restablecer todo', 'Compactar todo', 'Suprimir todo', and 'Actualizar todo'. There are also tabs for 'Reglas', 'Seleccionar', 'Resultados', and 'Informe'. A toolbar at the bottom includes 'Nuevo grupo', 'Asignar', and 'Volver a ejecutar prueba'. The main area displays a list of conflicts:

Nombre	Estado	Nivel	Intersec...	Encontrado	Aprobado...	Aprobado	Descripción	Asignado a	Distancia
Conflicto1	Nuevo	NP1 (3)	C-6	11:56:33 02-12-2022			Estático		-0.090 m
Conflicto2	Nuevo	NP1 (3)	B-6	11:56:33 02-12-2022			Estático		-0.089 m
Conflicto3	Nuevo	NP1 (3)	C(1)-6	11:56:33 02-12-2022			Estático		-0.088 m
Conflicto4	Nuevo	NP1 (3)	D(-1)-6	11:56:33 02-12-2022			Estático		-0.088 m
Conflicto5	Nuevo	NP1 (3)	C-6	11:56:33 02-12-2022			Estático		-0.087 m
Conflicto6	Nuevo	NP1 (3)	C(1)-6	11:56:33 02-12-2022			Estático		-0.086 m
Conflicto7	Nuevo	NP1 (3)	C(-1)-6	11:56:33 02-12-2022			Estático		-0.085 m
Conflicto8	Nuevo	NP1 (3)	B-6	11:56:33 02-12-2022			Estático		-0.085 m

La figura anterior 5.9 resulta del programa Navisworks y nos muestra número de interferencias entre estas dos especialidades.(Instalaciones sanitarias con estructuras)

Una vez realizada la comparación entre estas dos especialidades, se observan las diversas interferencias que muestra el programa.

5.2.4. Colisiones de bloque estándar de la edificación en estudio

La totalidad de interferencias halladas fueron de 145 de las que se seleccionaron 11 importantes que tienen una gran incidencia en la parte estructural y constructivo del bloque en análisis

134 son interferencias que el programa nos cuantifica tienen siguiente característica:

- estas interferencias no afectan la parte estructural de la edificación
- algunos son repetitivos como en el caso de la vigueta

-algunas colisiones de menor rango que no afectan de modo significativo a la edificación en investigación

Interferencia N°01

Elemento 2	
ID de elemento	618150
Capa	NP2
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VIGUETA
LOSA	

	Nombre	Conflicto2
	Distancia	-0.089m
	Descripción	Estático
	Estado	Activo
	Punto de conflicto	-11.035m, -3.891m, 3.360m
	Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
	Fecha de creación	2022/12/2 16:56

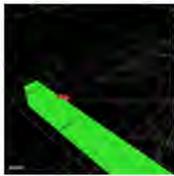
Problema

Colisión de vigueta estructural de segundo nivel y tubería horizontal de red de agua

Solución

- Cambio de dirección de las viguetas de sector de servicios higiénicos tanto de mujeres y varones (consulta especialista en estructuras)
- Cambio red de distribución de desagüe (consulta especialista hidrosanitaria)

InterferenciaN°02



Nombre	Conflicto46
Distancia	-0.036m
Descripción	Estático
Estado	Nuevo
Punto de conflicto	-10.958m, -4.641m, 3.257m
Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
Fecha de creación	2022/12/2 16:56

Elemento 1

ID de elemento	669011
Capa	NIVEL MEP2
Elemento Nombre	Standard
Elemento Tipo	Uniones de tubería

Elemento 2

ID de elemento	598529
Capa	NP2
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VS30X50

Problema

- colisión de uniones de tubería de desagüe
- viga rectangular secundaria 30x50 sector servicios higiénicos alumnos

Solución

Ubicar la unión de tubería en otra dirección que evite la colisión.

InterferenciaN°03



Nombre	Conflicto49
Distancia	-0.033m
Descripción	Estático
Estado	Nuevo
Punto de conflicto	-10.955m, -4.674m, 2.950m
Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
Fecha de creación	2022/12/2 16:56

Elemento 1

ID de elemento	669012
Capa	Nivel MEP1
Elemento Nombre	Tipos de tubería
Elemento Tipo	Tuberías: Tipos de tubería: tubería desague

Elemento 2

ID de elemento	598529
Capa	NP2
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VS30X50

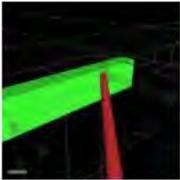
Problema

- Colisión de montante de desagüe y la viga rectangular secundaria 30x50

Solución

- Cambio de la ubicación del montante para evitar afectar la parte estructural de la viga secundaria 30x50.

Interferencia N°04

	Nombre	Conflicto50
	Distancia	-0.030m
	Descripción	Estático
	Estado	Activo
	Punto de conflicto	-10.972m, -4.641m, 3.338m
	Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
	Fecha de creación	2022/12/2 16:56
	Elemento 1	
ID de elemento	668842	
Capa	NIVEL MEP2	
Elemento Nombre	Tipos de tubería	
Elemento Tipo	Tuberías: Tipos de tubería: tuberia desau	
Elemento 2		
ID de elemento	598529	
Capa	NP2	
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular	
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VS30X50	

Problema

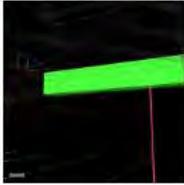
-colisión de colector de desagüe de horizontal de 4”

-viga secundaria rectangular de 30x50

Solución

Mover el colector de tubería de desagüe en otra dirección y evite así la interferencia con el elemento estructural.

InterferenciaN°05

	Nombre	Conflicto52
	Distancia	-0.028m
	Descripción	Estático
	Estado	Activo
	Punto de conflicto	-10.328m, -4.783m, 2.950m
	Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
	Fecha de creación	2022/12/2 16:56
Elemento 1		
ID de elemento	675063	
Capa	Nivel MEP1	
Elemento Nombre	Tipos de tubería	
Elemento Tipo	Tuberías: Tipos de tubería: tubería agua fria	
Elemento 2		
ID de elemento	598529	
Capa	NP2	
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular	
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VS30X50	

Problema

-colisión de tubería vertical de agua fría que de dirige al segundo nivel

-viga rectangular secundaria 30x50

Solución

-cambiar la posición de la tubería vertical de agua potable evitando el choque con la viga secundaria.

Interferencia N°06

	Nombre	Conflicto70
	Distancia	-0.013m
	Descripción	Estático
	Estado	Activo
	Punto de conflicto	-7.827m, -4.094m, 3.437m
	Ubicación de rejilla	B-7 : NP1
	Fecha de creación	2022/12/2 16:56
Elemento 1		
ID de elemento	675822	
Capa	NIVEL MEP2	
Elemento Nombre	Tipos de tubería	
Elemento Tipo	Tuberías: Tipos de tubería: tubería agua fría	
Elemento 2		
ID de elemento	597148	

Capa	NP2
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VP30X70

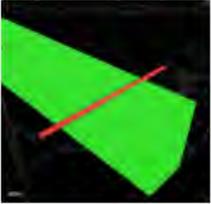
Problema

- colisión de la red de tubería que se dirige a la llave compuerta
- viga rectangular principal 30x70

Solución

-cambiar la ubicación de la llave compuerta así evitando que esta afecte a la viga principal

Interferencia N°07

	Nombre	Conflicto72
	Distancia	-0.013m
	Descripción	Estático
	Estado	Activo
	Punto de conflicto	-8.317m, -4.941m, 3.437m
	Ubicación de rejilla	B-7 : NP1
	Fecha de creación	2022/12/2 16:56
Elemento 1		
ID de elemento	675574	
Capa	NIVEL MEP2	
Elemento Nombre	Tipos de tubería	
Elemento Tipo	Tuberías: Tipos de tubería: tubería agua fría	
Elemento 2		
ID de elemento	598529	
Capa	NP2	
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular	
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VS30X50	

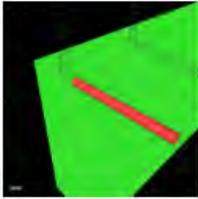
Problema

- Colisión de tubería horizontal de agua fría
- Viga secundaria rectangular de 30x50

Solución

-elevar la tubería horizontal de agua fría así evitando que choque con la viga en mención.

Interferencia N°08

	Nombre	Conflicto76
	Distancia	-0.013m
	Descripción	Estático
	Estado	Activo
	Punto de conflicto	-11.777m, -4.327m, 3.438m
	Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
	Fecha de creación	2022/12/2 16:56
Elemento 1		
ID de elemento	675619	
Capa	NIVEL MEP2	
Elemento Nombre	Tipos de tubería	
Elemento Tipo	Tuberías: Tipos de tubería: tubería agua fría	
Elemento 2		
ID de elemento	596999	
Capa	NP2	
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular	
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VP30X70	

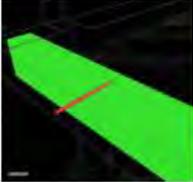
Problema

- colisión tubería de agua fría horizontal
- viga rectangular principal de 30x70 cercana a los servicios higiénicos del alumnado

Solución

- elevación de la tubería a un nivel donde evite choque con la viga principal.

Interferencia N°09

	Nombre	Conflicto84
	Distancia	-0.013m
	Descripción	Estático
	Estado	Activo
	Punto de conflicto	-10.335m, -4.941m, 3.438m
	Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
	Fecha de creación	2022/12/2 16:56
Elemento 1		
ID de elemento	675513	
Capa	NIVEL MEP2	
Elemento Nombre	Tipos de tubería	
Elemento Tipo	Tuberías: Tipos de tubería: tubería agua fría	
Elemento 2		
ID de elemento	598529	
Capa	NP2	
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular	
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VS30X50	

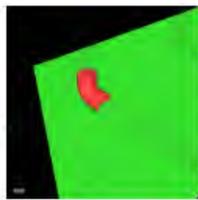
Problema

- colisión tubería horizontal de agua fría segundo nivel
- viga rectangular secundaria de 30x50

Solución

- elevación de la tubería horizontal de agua fría a un nivel superior evitando así choques con la viga secundaria.

InterferenciaN°10



Nombre	Conflicto90
Distancia	-0.012m
Descripción	Estático
Estado	Activo
Punto de conflicto	-11.875m, -4.331m, 3.450m
Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
Fecha de creación	2022/12/2 16:56

Elemento 1

ID de elemento	675905
Capa	NIVEL MEP2
Elemento Nombre	Standard

Elemento Tipo	Uniones de tubería
---------------	--------------------

Elemento 2

ID de elemento	596999
Capa	NP2
Elemento Nombre	Hormigón-Viga rectangular
Elemento Tipo	Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: VP30X70

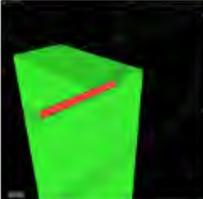
Problema

- colisión de uniones de tubería de agua fría
- viga rectangular principal de 30x70

Solución

- movimiento de uniones de tuberías a otro lugar donde no afecte el elemento estructural.

Interferencia N°11

	Nombre	Conflicto141
	Distancia	-0.003m
	Descripción	Estático
	Estado	Activo
	Punto de conflicto	-11.777m, -4.343m, 3.446m
	Ubicación de rejilla	B-6 : NP1
	Fecha de creación	2022/12/2 16:56
Elemento 1		
ID de elemento	675619	
Capa	NIVEL MEP2	
Elemento Nombre	Tipos de tubería	

Elemento Tipo	Tuberías: Tipos de tubería: tubería agua fría
Elemento 2	
ID de elemento	593739
Capa	NP1
Elemento Nombre	Hormigón-Rectangular-Pilar
Elemento Tipo	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: C-02

Problema

-colisión de tubería de agua fría donde ubica accesorios de tubería (llave compuerta)

Columna rectangular C-02(30x60)

Solución

Cambiar la posición de la tubería agua fría evitando así colisión con la columna estructural.

Resumen a soluciones de problemas de colisiones

- a) Primero en que se presentan en las colisiones en las viguetas es cambiar la dirección de armado de las viguetas o cambiar la configuración de las tuberías dependiendo de los especialistas de estructuras y sanitarias de acuerdo a criterios técnicos como presupuestales.

- b) Segundo: Las instalaciones de agua tendrán que moverse a un sitio o haciendo una configuración distante de conducción respetando la parte estructural
- c) Tercero las instalaciones sanitarias de igual modo que las de agua tendrán que ser reconfiguradas como siempre respetando la parte estructural de la edificación.

Resumen de metrados

En la figura 5.10, se observa el metrado automático que nos da el modelo en la metodología BIM a través de su herramienta o programa Revit que posee una base de datos tanto gráfica como no gráfica.

Figura 5.10

Medrado automático con el programa Revit 2018

<muros y acabados>				
A	B	C	D	E
Familia	Marca de tipo	Tipo	Recuento	Área
Muro básico		acabado colum3	66	127.85 m²
acabado colum3: 66				127.85 m²
Muro básico		acabado exterior muros ar	33	208.99 m²
acabado exterior muros ar: 33				208.99 m²
Muro básico		acabado exterior viga	62	71.23 m²
acabado exterior viga: 62				71.23 m²
Muro básico		acabado interior 1.5	50	386.56 m²
acabado interior 1.5: 50				386.56 m²
Muro básico		acabado interior beam31	22	47.29 m²
acabado interior beam31: 22				47.29 m²
Muro básico	AIC	acabado interior colum	43	65.47 m²
acabado interior colum: 43				65.47 m²
Muro básico	MS	MURO SOGA	4	68.76 m²
MURO SOGA: 4				68.76 m²
Muro básico		murobajo	7	24.56 m²
murobajo: 7				24.56 m²
Muro básico	MURO CABEZA24	MUROCABEZA	30	226.37 m²
MUROCABEZA: 30				226.37 m²
Muro básico		zocalo pared 3	7	7.99 m²
zocalo pared 3: 7				7.99 m²
Total general			324	1237.07 m²

Los modelos 3D se trabajaron en el software Revit 2018 y luego se exportaron los metrados al programa Excel, a continuación se resume en la tabla siguiente.

Tabla 5.2

Resumen de metrados importado de revit.

03	ARQUITECTURA		
03.01	MUROS, TABIQUES DE ALBAÑILERÍA		
03.01.01	MURO DE LADRILLO KK DE CABEZA C:A 1:4 DE 24x13x9cm	m ²	228.37
03.01.02	MURO DE LADRILLO KK DE SOGA C:A 1:4 DE 24x13x9cm	m ²	68.76
03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS		
03.02.01	TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO CON MEZCLA C:A - 1:5	m ²	8.58
03.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES MEZCLA C:A - 1:5	m ²	386.56
03.02.03	TARRAJEO EN EXTERIORES MEZCLA C:A - 1:5	m ²	208
03.02.04	TARRAJEO EN MUROS DE CORTE C:A - 1:5	m ²	56.82
03.02.05	TARRAJEO EN COLUMNAS C:A - 1:5	m ²	136.5
03.02.06	TARRAJEO EN VIGAS, MEZCLA C:A - 1:5	m ²	142.64
03.02.07	VESTIDURAS DE DERRAMES EN VANOS MEZCLA 1:5	m	165.11
03.02.08	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:5	m ²	45.64
03.02.09	TARRAJEO CON CEMENTO EN ALEROS MEZCLA 1:5	m ²	58.56
03.02.10	TARRAJEO CON CEMENTO EN FONDO DE ESCALERA MEZCLA 1:5	m ²	21.39
03.03	CIELORRASO		
03.03.01	CIELORRASOS CON TARRAJEO CON MEZCLA DE CEMENTO SOBRE LOSA ALIGERADA	m ²	260.37
03.03.02	FALSO CIELORRASO		
03.03.02.01	FALSO CIELORRASO SUSPENDIDO DE PANELES GYPLAC	m ²	153.47
03.04	PISOS Y PAVIMENTOS		
03.04.01	CONTRAPISOS		
03.04.01.01	CONTRAPISO - CONCRETOP/ f _c =145 kg/cm ² E=3cm	m ²	240.69
03.04.02	PISOS		
03.04.02.01	PISO CERÁMICO DE 30x30cm ANTIDESLIZANTE	m ²	147.17
03.04.02.02	PISO MADERA MACHIHEMBRADA DE 3/4"	m ²	91.4
03.04.02.03	PISO DE CEMENTO BRUÑADO Y PULIDO E=5cm	m ²	136.42
03.04.03	VEREDAS		
03.04.03.01	AFIRMADO Y COMPACTADO-VEREDAS	m ²	90.72
03.04.03.02	VEREDAS DE CONCRETO f _c =175 kg/cm ² E=10cm	m ²	90.72
03.04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	m ²	73.62
03.04.03.04	BRUNAS EN VEREDAS 1/2"	m ²	67.67
03.04.03.05	JUNTA DE DILATACIÓN CON SELLO ASFÁLTICO e=1"	m	15.6
03.05	ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS		
03.05.01	CONTRAZÓCALOS		
03.05.01.01	CONTRAZÓCALO DE MADERA AGUANO DE 3/4" H=10cm	m	109.85
03.05.02	ZÓCALOS		
03.05.02.01	ZÓCALO DE CERÁMICO DE 30x30cm	m ²	7.99
03.06	CARPINTERÍA DE MADERA		
03.06.01	PUERTA DE MADERA AGUANO TABLERO REBAJADO	m ²	15.72
03.06.02	VENTANA DE MADERA AGUANO	m ²	58.82
03.07	CARPINTERÍA METÁLICA		
03.07.01	PASAMANQUA AISLADO C/ TUBO DE F°G° DE 2" EN ESCALERA	m	14
03.08	CERRAJERÍA		
03.08.01	BISAGRAS		
03.08.01.01	BISAGRA DE ACERO ALUMINIZADO TIPO CAPUCHINA PESADO DE 4"x 4"	pza.	28
03.08.02	CERRADURAS		
03.08.02.01	CERRADURA TIPO FORTE DE 2 GOLPES	pza.	7
03.08.02.02	CERRADURA TIPO PERILLA	pza.	
03.08.03	ACCESORIOS DE CIERRE		
03.08.03.01	MANIJA DE BRONCE P/PUERTAS DE VENTANAS C/PICAPORTE DE 2 1/2"	und	276
03.09	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES		
03.09.01	VIDRIO TEMPLADO MÁS LAMINA DE SEGURIDAD EN CARPINTERÍA DE MADERA	M2	58.82
03.10	PINTURA		
03.10.01	PINTURA EN MUROS		
03.10.01.01	PINTURA BASE CON IMPRIMANTE 2 MANOS	m ²	386.56
03.10.01.02	PINTURA LÁTEX EN MUROS INTERIORES 2 MANOS	m ²	386.56
03.10.01.03	PINTURA LÁTEX EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	m ²	208.99
03.10.01.04	PINTURA LÁTEX EN COLUMNAS, VIGAS Y DERRAMES 2 MANOS	m ²	311.84
03.10.02	PINTURA DE CIELOS RASOS		
03.10.02.01	PINTURA BASE CON IMPRIMANTE EN CIELORRASO 02 MANOS	m ²	413.84
03.10.02.02	PINTURA LÁTEX EN CIELORRASO 02 MANOS	m ²	413.84
03.10.03	PINTURA EN MADERA		
03.10.03.01	PINTURA EN PUERTAS DE MADERA CON BARNIZ 02 MANOS	m ²	15.93
03.10.03.02	PINTURA EN VENTANAS DE MADERA CON BARNIZ 02 MANOS	m ²	58.82
03.11	COBERTURAS		
03.11.01	COBERTURA CON PLANCHAS DE TEJA ANDINA	m ²	220
03.11.02	PLANCHA CUMBRERA DE TEJA ANDINA	m	23
03.12	VARIOS		
03.12.01	JUNTAS C/TECNOPOR Y JEBE MICROPOROSO E=1"	m	207.75
03.12.02	SELLANTE ELÁSTICO PARA JUNTAS DE FACHADAS (SIKAFLEX AT)	m	4.86

5.2.5. Presupuesto de obra

5.2.5.1. Costo directo

Los precios unitarios se repiten debido a que están determinados por el rendimiento y la contribución individual de cada insumo, como materiales, equipos y mano de obra. Estos precios suelen depender de la experiencia del profesional y los detalles constructivos. Sin embargo, es importante destacar que los metrados varían en un porcentaje mínimo, siendo los precios unitarios los datos constantes.

5.2.5.2. Costo indirecto

Hace referencia al examen de los costos generales, la creación del expediente técnico, los gastos de evaluación, la supervisión y la liquidación de obras. En este escenario, se incluirá personal especializado en la metodología BIM en un nivel básico.

Gastos generales.

Son costos indirectos que no tienen un impacto directo en la construcción, pero son esenciales para la ejecución del proyecto. Se tuvieron en cuenta los siguientes gastos para el proyecto:

Pagos de servicios: Servicio de agua y desagüe, servicio de energía eléctrica etc.

Pagos a personal calificado: Residente de obra, Asistente técnico coordinador BIM modelador BIM, Arqueólogo, Maestro de obra etc.

Pagos de bienes: Entre los elementos incluidos se encuentran los implementos de seguridad, los materiales de limpieza, los materiales de escritorio, el botiquín, las computadoras, y otros similares.

Elaboración de Expediente Técnico:

Se refiere a los costos asociados a la elaboración del expediente técnico. En el caso de este proyecto, se tuvieron en cuenta los siguientes gastos relacionados:

- Pagos de servicios: Servicio de estudio Geotécnico-Geológicos.
- Pagos a personal calificado: Ing. Proyectista, coordinador BIM modelador BIM, Arquitecto, Topógrafo, etc.
- Pagos de bienes: Combustibles para camioneta, Materiales de escritorio, etc.
- Estos costos se encuentran en las tablas del presupuesto analítico en el Anexos

Costo total

Para el presupuesto total del proyecto con esta metodología se usó los costos indirectos además de incluir a los profesionales BIM y costo de implementación de la metodología BIM, Los costos directos se tomó los datos básicos de la metodología tradicional como son los precios unitarios rendimientos y precios de mano de obra, equipo, materiales lo único que vario fueron los metrados extraídos del modelo 3D del Revit 2018 seguidamente se pasaron al programa Excel luego se copiaron todos esos metrados al programa de costos S10. Todos los detalles de presupuesto están en los anexos

En las páginas siguientes se muestra el resumen de costos con la metodología BIM

Presupuesto	1301003	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM		
Ciente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA		Costo al	19/01/2021
Lugar	CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/	Parcial \$/
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD				147,895.97
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				114,828.97
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				12,284.97
01.01.01.01	OFICINAS	m2	25.00	64.14	1,603.50
01.01.01.02	ALMACENES	m2	50.00	64.14	3,207.00
01.01.01.03	CASETA DE GUARDIANA	m2	5.00	64.14	320.70
01.01.01.04	SERVICIOS HIGIENICOS	m2	3.00	198.58	595.68
01.01.01.05	Cerca Provisional de Apilene	m	500.00	9.98	4,990.00
01.01.01.06	cartel de obra	und	1.00	1,548.09	1,548.09
01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				10,418.86
01.01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION				1,588.85
01.01.02.01.01	Almacenamiento y Distribucion	glo	1.00	1,588.85	1,588.85
01.01.02.02	DESAGUE PARA LA CONSTRUCCION				730.85
01.01.02.02.01	Desague para la Construccion	glo	1.00	730.85	730.85
01.01.02.03	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL				1,099.25
01.01.02.03.01	Consumo y Mantenimiento	glo	1.00	1,099.25	1,099.25
01.01.02.04	INSTALACION TELEFONICA Y COMUNICACION PROVISIONAL				7,000.00
01.01.02.04.01	Consumo y Mantenimiento Comunicacion	glo	1.00	2,000.00	2,000.00
01.01.02.04.02	Conexion e Instalacion Comunicación	glo	1.00	5,000.00	5,000.00
01.01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				22,882.80
01.01.03.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	4,000.00	2.68	10,720.00
01.01.03.02	DEMOLICIONES DE MUROS DE ADOBE	m2	300.00	7.50	2,250.00
01.01.03.03	Demolicion de Incluye cimentaciones	m3	540.00	4.19	2,262.60
01.01.03.04	Eliminacion de demoliciones D=7Km	m3	600.00	12.75	7,650.00
01.01.04	ELIMINACION DE OBSTRUCCIONES				12,454.25
01.01.04.01	Eliminacion de Basura y Elementos Sueltos y Livianos (d=7Km)	m3	3.00	12.75	38.25
01.01.04.02	Eliminacion de Maleza y Arbustos de Facil Extraccion	m2	3,200.00	3.88	12,416.00
01.01.05	MOVILIZACION DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				66,181.12
01.01.05.01	Flete a Obra Cusco-Racchi	glo	1.00	43,571.12	43,571.12
01.01.05.02	Movilizacion y Desmovilizacion de Equipos	glo	1.00	11,610.00	11,610.00
01.01.06	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				1,627.08
01.01.06.01	Trazo, Niveles y Replanteo Preliminar	m2	1,092.00	1.49	1,627.08
01.02	SEGURIDAD Y SALUD				92,689.00
01.02.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				22,645.00
01.02.01.01	Equipos de Proteccion Individual	glo	1.00	5,750.00	5,750.00
01.02.01.02	Equipos de Proteccion Colectiva	glo	1.00	11,000.00	11,000.00
01.02.01.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glo	1.00	2,295.00	2,295.00
01.02.01.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glo	1.00	3,500.00	3,500.00
01.02.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO				10,024.00
01.02.02.01	Equipo Contra Incendios	glo	1.00	1,205.00	1,205.00
01.02.02.02	Equipo de Primeros Auxilios y de Socorro	glo	1.00	1,205.00	1,205.00
01.02.02.03	Equipo para los Derrames de Sustancias Químicas	und	1.00	4,514.00	4,514.00
01.02.02.04	Capacitacion y Simulacros	und	1.00	3,100.00	3,100.00
02	SUFICIENTES Y ADECUADOS AMBIENTES PEDAGOGICOS Y COMPLEMENTARIOS (ESTRUCTURA)				1,180,631.40
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				46,627.86
02.01.01	NIVELACION DEL TERRENO				2,407.14
02.01.01.01	PERFILADO Y NIVELADO MANUAL DE EXCAVACIONES	m3	476.66	2.01	958.09
02.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	476.66	3.04	1,449.05
02.01.02	EXCAVACIONES				1,388.40
02.01.02.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	816.53	1.48	1,208.46
02.01.02.02	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	115.09	1.52	174.94
02.01.03	RELLENOS				14,890.66
02.01.03.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	405.65	36.58	14,830.56
02.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				28,805.95
02.01.04.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE (D=40M)	m3	683.76	15.74	10,762.38

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
02.01.04.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (D=14 KM.)	m3	663.76	23.61	16,143.57
02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				76,601.46
02.02.01	CIMENTOS CORRIDOS				66,683.76
02.02.01.01	CONCRETO CICLOPEO C/H 1:10+50% P. G. PARA FALSA ZAPATA	m3	235.00	228.27	53,643.45
02.02.01.02	CONCRETO CICLOPEO C/H 1:8+25% P. G. PARA CIMIENTO CORRIDO	m3	8.50	228.27	1,940.30
02.02.02	SOBRECIMIENTO				607.71
02.02.02.01	CONCRETO Fc=175kg/cm ³ PARA SOBRECIMIENTO	m3	1.52	334.02	507.71
02.02.03	FALSO PISO				18,410.00
02.02.03.01	CONCRETO Fc=140 kg/cm ³ PARA FALSO PISO E=10cm	m2	647.00	30.00	19,410.00
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				1,068,602.89
02.03.01	ZAPATAS				180,690.84
02.03.01.01	CONCRETO Fc=210kg/cm ³ PARA ZAPATA	m3	235.00	372.62	87,565.70
02.03.01.02	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN ZAPATA	kg	15,073.62	4.79	72,002.64
02.03.01.03	CURADO DE CONCRETO EN ZAPATA	m2	470.00	1.75	822.50
02.03.02	VIGAS DE CIMENTACION				68,072.28
02.03.02.01	CONCRETO EN VIGA SOLERA Fc=175kg/cm ³	m3	40.10	345.46	13,852.95
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CONEXIÓN	m2	267.35	49.48	13,228.48
02.03.02.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN VIGAS DE CONEXIÓN	kg	6,025.74	4.74	31,406.01
02.03.02.04	CURADO DE CONCRETO EN VIGAS DE CONEXIÓN	m2	334.18	1.75	584.82
02.03.03	SOBRECIMIENTO ARMADO				80,878.88
02.03.03.01	SOBRECIMIENTO ARMADO Fc=175kg/cm ³	m3	48.75	376.43	18,350.96
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	m2	130.06	29.36	3,818.56
02.03.03.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN SOBRECIMIENTO	kg	1,789.00	4.74	8,479.66
02.03.03.04	CURADO DE CONCRETO EN SOBRECIMIENTO	m2	130.00	1.75	227.50
02.03.04	COLUMNAS				280,847.02
02.03.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS Y MUROS Fc=210kg/cm ³	m3	127.12	501.67	63,772.29
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	1,289.04	44.43	57,272.05
02.03.04.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN COLUMNAS	kg	28,655.61	4.80	137,546.93
02.03.04.04	CURADO DE CONCRETO EN COLUMNAS	m2	1,289.00	1.75	2,255.75
02.03.05	COLUMNETAS				94,718.82
02.03.05.01	CONCRETO EN COLUMNETAS Fc=175kg/cm ³	m3	15.00	484.86	7,272.90
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	344.74	44.43	15,316.60
02.03.05.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN COLUMNETAS	kg	2,401.17	4.80	11,525.62
02.03.05.04	CURADO DE CONCRETO EN COLUMNETAS	m2	344.74	1.75	603.30
02.03.06	VIGAS				286,748.87
02.03.06.01	CONCRETO EN VIGAS Fc=210kg/cm ³	m3	185.79	393.51	73,110.22
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	1,152.56	51.01	58,792.09
02.03.06.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN VIGAS	kg	21,242.53	4.80	101,964.14
02.03.06.04	CURADO DE CONCRETO EN VIGAS	m2	1,074.24	1.75	1,879.92
02.03.07	VIGA SOLERA				28,882.76
02.03.07.01	CONCRETO EN VIGA SOLERA Fc=175kg/cm ³	m3	29.25	345.46	10,104.71
02.03.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA SOLERA	m2	266.60	44.43	11,853.92
02.03.07.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN VIGA SOLERA	kg	1,230.67	4.80	5,907.22
02.03.07.04	CURADO DE CONCRETO EN VIGA SOLERA	m2	266.60	1.75	466.60
02.03.08	LOSA ALIGERADA				218,744.38
02.03.08.01	CONCRETO EN LOSA Fc=210kg/cm ³	m3	126.95	388.37	49,303.57
02.03.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	1,523.40	43.88	66,646.79
02.03.08.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN LOSA	kg	14,740.78	4.64	68,397.22
02.03.08.04	LADRILLO HUECO 15x30x30	und	5,646.00	2.22	12,534.12
02.03.08.05	LADRILLO HUECO 12x30x30	und	7,046.00	2.22	15,642.12
02.03.08.06	CURADO DE CONCRETO EN LOSA	m2	583.18	1.75	1,020.57
02.03.09	LOSA MACIZA 20cm				6,381.84
02.03.09.01	CONCRETO EN LOSA Fc=210kg/cm ³	m3	5.60	395.36	2,214.02
02.03.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	28.00	38.28	1,071.84
02.03.09.03	ACERO Fy=4200kg/cm ² EN LOSA	kg	374.00	5.42	2,027.08
02.03.09.04	CURADO DE CONCRETO EN LOSA	m2	28.00	1.75	49.00
02.03.10	ESCALERA				21,046.76

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
02.03.10.01	CONCRETO EN CIMIENTO DE ESCALERA $f_c=210\text{kg/cm}^3$	m3	16.50	450.39	6,332.22
02.03.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERA	m2	88.23	57.85	5,086.48
02.03.10.03	ACERO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN ESCALERA	kg	1,610.49	4.64	7,472.67
02.03.10.04	CURADO DE CONCRETO EN ESCALERAS	m2	88.23	1.75	154.40
02.03.11	PARAPETO				7,278.07
02.03.11.01	CONCRETO EN PARAPETO $f_c=175\text{kg/cm}^3$	m3	4.80	462.73	2,221.10
02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PARAPETO	m2	87.84	37.18	3,264.13
02.03.11.03	ACERO $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ EN PARAPETO	kg	302.00	5.42	1,636.84
02.03.11.04	CURADO DE CONCRETO EN PARAPETO	m2	88.00	1.75	154.00
02.03.12	CONTROL DE CALIDAD				1,890.00
02.03.12.01	PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD PARA CONCRETO	und	63.00	30.00	1,890.00
03	ARQUITECTURA				796,991.28
03.01	MUROS, TABIQUES DE ALBAÑILERÍA				97,807.68
03.01.01	MURO DE LADRILLO KK DE CABEZA C/A 1:4 DE 24x13x9cm	m2	888.55	88.09	78,272.37
03.01.02	MURO DE LADRILLO KK DE SOGA C/A 1:4 DE 24x13x9cm	m2	324.72	60.16	19,535.16
03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS				161,488.18
03.02.01	TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO CON MEZCLA C/A - 1:5	m2	148.00	21.79	3,224.92
03.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES MEZCLA C/A - 1:5	m2	1,258.55	20.81	26,038.72
03.02.03	TARRAJEO EN EXTERIORES MEZCLA C/A - 1:5	m2	1,242.52	28.08	34,889.99
03.02.04	TARRAJEO EN MUROS DE CORTE C/A - 1:5	m2	298.47	37.68	11,246.35
03.02.05	TARRAJEO EN COLUMNAS C/A - 1:5	m2	624.54	37.68	23,532.67
03.02.06	TARRAJEO EN VIGAS, MEZCLA C/A - 1:5	m2	671.32	40.13	26,940.07
03.02.07	VESTIDURAS DE DERRAMES EN VANOS MEZCLA 1:5	m2	821.30	15.93	13,083.31
03.02.08	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:5	m2	217.43	24.87	5,407.48
03.02.09	TARRAJEO CON CEMENTO EN ALEROS MEZCLA 1:5	m2	210.42	28.08	5,908.59
03.02.10	TARRAJEO CON CEMENTO EN FONDO DE ESCALERA MEZCLA 1:5	m2	66.00	19.91	1,314.06
03.03	CIELORRASO				28,889.27
03.03.01	CIELORRASOS CON TARRAJEO CON MEZCLA DE CEMENTO SOBRE LOSA ALIGERADA MEZCLA 1:5	m2	851.30	33.87	28,889.27
03.04	PIBOS Y PAVIMENTOS				266,068.80
03.04.01	CONTRAPIBOS				38,087.08
03.04.01.01	CONTRAPIBO - CONCRETO $f_c=145\text{ kg/cm}^3$ $E=3\text{cm}$	m2	1,072.72	33.85	36,097.03
03.04.02	PIBOS				108,276.82
03.04.02.01	PIBO CERÁMICO DE 30x30cm ANTIDESLIZANTE	m2	203.80	48.03	9,788.51
03.04.02.02	PIBO MADERA MACHIHEMBADA DE 3/4"	m2	888.93	107.40	93,323.08
03.04.02.03	PIBO DE CEMENTO BRUÑADO Y PULIDO $E=5\text{cm}$	m2	318.57	19.35	6,164.33
03.04.03	VEREDAS				108,888.66
03.04.03.01	AFIRMADO Y COMPACTADO-VEREDAS	m2	351.98	2.57	904.59
03.04.03.02	VEREDAS DE CONCRETO $f_c=175\text{ kg/cm}^3$ $E=10\text{cm}$	m3	351.48	278.93	98,038.32
03.04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	m2	274.44	29.62	8,128.91
03.04.03.04	BRUÑAS EN VEREDAS 1/2"	m	328.72	6.11	2,008.48
03.04.03.05	JUNTA DE DILATACIÓN CON SELLO ASFÁLTICO $e=1"$	m	67.00	9.05	606.35
03.05	ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS				17,197.80
03.05.01	ZÓCALOS				8,988.60
03.05.01.01	ZÓCALO DE CERÁMICO DE 30x30cm	m2	106.28	37.34	3,988.50
03.05.02	CONTRAZÓCALOS				18,228.40
03.05.02.01	CONTRAZÓCALO DE MADERA AGUANO DE 3/4" H=10cm	m	622.56	21.25	13,229.40
03.06	COBERTURAS				60,202.24
03.06.01	COBERTURA CON PLANCHAS DE TEJA ANDINA	m2	882.83	51.15	45,156.75
03.06.02	PLANCHA CUMBRERA DE TEJA ANDINA	m	96.38	52.35	5,045.40
03.07	CARPINTERÍA DE MADERA				80,045.80
03.07.01	PUERTA DE MADERA AGUANO TABLERO REBAJADO	m2	96.47	350.00	33,764.50
03.07.02	VENTANA DE MADERA AGUANO	m2	272.24	170.00	46,280.80
03.08	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA				92,093.91
03.08.01	CERRAJERÍA				6,878.44
03.08.01.01	BISAGRAS				2,848.00
03.08.01.01.01	BISAGRA DE ACERO ALUMINIZADO TIPO CAPUCHINA PESADO DE 4"x4"	pas	175.00	15.12	2,646.00

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
03.08.01.02	CERRADURAS				8,082.44
03.08.01.02.01	CERRADURA TIPO FORTE DE 2 GOLPES	pa	33.00	72.14	2,380.62
03.08.01.02.02	CERRADURA TIPO PERILLA	pa	13.00	50.14	651.82
03.08.01.03	ACCESORIOS DE CIERRE				
03.08.02	PASAMANO AISLADO C/ TUBO DE P"9" DE 2" EN ESCALERA	m	43.00	65.83	2,830.09
03.08.02.01	MANUA DE BRONCE P/PUERTAS DE VENTANAS OIPICAPORTE DE 2 1/2"	und	977.00	24.14	23,584.78
03.09	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES				1,880.96
03.09.01	VIDRIO TEMPLADO MÁS LAMINA DE SEGURIDAD EN CARPINTERÍA DE MADERA	m2	272.00	6.18	1,680.96
03.10	PINTURA				76,028.16
03.10.01	PINTURA EN MUROS				46,980.07
03.10.01.01	PINTURA BASE CON IMPRIMANTE 2 MANOS	m2	1,708.80	7.07	12,079.80
03.10.01.02	PINTURA LÁTEX EN MUROS INTERIORES 2 MANOS	m2	1,513.40	7.07	10,699.74
03.10.01.03	PINTURA LÁTEX EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS	m2	1,340.98	7.70	10,325.95
03.10.01.04	PINTURA LÁTEX EN COLUMNAS, VIGAS Y DERRAMES 2 MANOS	m2	1,806.12	7.35	13,274.98
03.10.02	PINTURA DE CIELOS RASOS				26,487.62
03.10.02.01	PINTURA BASE CON IMPRIMANTE EN CIELORRASO 02 MANOS	m2	1,387.12	9.18	12,733.76
03.10.02.02	PINTURA LÁTEX EN CIELORRASO 02 MANOS	m2	1,387.12	9.18	12,733.76
03.10.03	PINTURA EN MADERA				3,176.68
03.10.03.01	PINTURA EN PUERTAS DE MADERA CON BARNIZ 02 MANOS	m2	95.85	10.38	994.92
03.10.03.02	PINTURA EN VENTANAS DE MADERA CON BARNIZ 02 MANOS	m2	272.24	8.01	2,180.64
03.11	VARIOS				6,001.28
03.11.01	JUNTAS CITECNOPOR Y JEBE MICROPOROSO E=1"	m	635.72	9.22	5,861.34
03.11.02	BELLANTE ELÁSTICO PARA JUNTAS DE FACHADAS (SIFAFLEX AT)	m	15.00	9.33	139.95
03.12	OTROS				700.00
03.12.01	PLACA RECORDATORIA DE BRONCE	und	1.00	700.00	700.00
04	INSTALACIONES SANITARIAS				80,918.48
04.01	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS				6,179.14
04.01.01	SUMINIISTRO DE APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS				6,179.14
04.01.01.01	Urinario de Loza	und	2.00	96.00	192.00
04.01.01.02	Inodoro Infantil de loza	und	8.00	180.00	1,440.00
04.01.01.03	Inodoro estandar de loza	und	3.00	160.00	480.00
04.01.01.04	Lavatorio ceramico vitrificado de 20"x16" con pedestal	und	9.00	90.00	810.00
04.01.01.05	Lavadero de acero Inox. de 80 x 50 CM de una poza con escumidor	und	5.00	150.00	750.00
04.01.01.06	Grifo para lavatorio de una llave	und	9.00	96.23	866.07
04.01.01.07	Grifo cromado tipo cuello de ganso de una llave	und	5.00	120.23	601.15
04.01.01.08	Grifo de bola de 1/2" Jardin	und	2.00	21.23	42.46
04.01.01.09	Grifo para urinario con temporizador de 1/2"	und	2.00	96.23	192.46
04.01.01.10	Papelera de loza blanca de 0.13x0.15	und	11.00	84.50	929.50
04.01.01.11	Toallero	pa	1.00	29.50	29.50
04.02	SISTEMA DE AGUA FRIA				11,642.66
04.02.01	SALIDA PARA PUNTOS DE AGUA				877.88
04.02.01.01	Salida de agua en urinarios	pto	3.00	32.87	98.61
04.02.01.02	Salida de agua para inodoros tanque bajo	pto	11.00	33.48	368.28
04.02.01.03	Salida de agua para lavatorios	pto	14.00	29.36	411.04
04.02.02	REDES DE DISTRIBUCION Y MONTAJE				6,127.86
04.02.02.01	Tuberia PVC SAP Ø 1.1/2"	m	105.00	16.50	1,732.50
04.02.02.02	Tuberia PVC SAP Ø 1"	m	7.00	16.38	114.66
04.02.02.03	Tuberia PVC SAP Ø 3/4"	m	135.00	12.90	1,741.50
04.02.02.04	Tuberia PVC SAP Ø 1/2"	m	240.00	10.58	2,539.20
04.02.03	ACCESORIOS VARIOS				1,684.06
04.02.03.01	Tuberia de 1"	und	5.00	14.14	70.70
04.02.03.02	Tuberia de 1 1/2"	und	8.00	14.66	117.28
04.02.03.03	tuberia de 3/4"	und	44.00	11.12	489.28
04.02.03.04	Tuberia 1/2"	und	80.00	15.28	916.80
04.02.04	LLAVES Y VALVULAS				1,824.20
04.02.04.01	Valvula de globo de 1.1/2"	und	4.00	256.37	1,025.48

Presupuesto 1301003 MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA Costo al 19/01/2021
 Lugar CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
04.02.04.02	Valvula de globo de 3/4"	und	1.00	75.37	75.37
04.02.04.03	Valvula de globo de 1/2"	und	12.00	60.43	725.16
04.02.04.04	Caja de valvula con tapa F"9"	und	3.00	32.73	98.19
04.02.05	PRUEBAS HIDRAULICAS				1,118.80
04.02.05.01	Prueba hidráulica en red de agua y desinfección	m	470.00	2.38	1,118.80
04.03	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL				42,712.42
04.03.01	RED DE RECOLECCION				42,712.42
04.03.01.01	Canaleta de concreto	m	185.00	126.36	23,376.60
04.03.01.02	Canaleta de plancha F"9" Ø 6"	m	190.00	26.99	5,128.10
04.03.01.03	Montante PVC Ø 3" (01 nivel)	und	3.00	102.22	306.66
04.03.01.04	Montante PVC Ø 3" (02 niveles)	und	3.00	102.22	306.66
04.03.01.05	Columnetas para protección de montantes	und	3.00	198.80	596.40
04.03.01.06	Rejilla de canal de F"9"	m	200.00	64.99	12,998.00
04.04	SISTEMA DE DESAGUE Y VENTILACION				20,888.28
04.04.01	SISTEMA DE DESAGUE				2,862.80
04.04.01.01	Salida de desagüe inodoros 4"	pto	11.00	44.74	492.14
04.04.01.02	Salida de desagüe urinarios 2"	pto	2.00	52.11	104.22
04.04.01.03	Salida de desagüe lavatorios 2"	pto	7.00	31.02	217.14
04.04.01.04	Salida de desagüe sumideros 2"	pto	16.00	33.00	528.00
04.04.01.05	Salida de desagüe para registro roscado de 4"	pto	20.00	50.54	1,010.80
04.04.02	SISTEMA DE REDES DE DESAGUE				8,881.66
04.04.02.01	Red colector PVC para desagüe de 4"	m	130.00	22.56	2,932.80
04.04.02.02	Red colector PVC para desagüe de 2"	m	55.00	17.25	948.75
04.04.03	ACCESORIOS VARIOS				243.20
04.04.03.01	Tubería de PVC SAP Ø 4"	und	39.00	3.20	124.80
04.04.03.02	Tubería de PVC SAP Ø 2"	und	37.00	3.20	118.40
04.04.04	CAJAS DE INSPECCION Y CONEXIONES				2,868.28
04.04.04.01	Caja de registro de desagüe de 18" x 24"	und	1.00	214.92	214.92
04.04.04.02	Caja de registro de desagüe de 24"x24"	und	13.00	210.87	2,741.31
04.04.05	VENTILACION				124.68
04.04.05.01	Sombbrero de ventilación PVC SAL Ø 2"	pto	2.00	15.03	30.06
04.04.05.02	Salidas PVC SAL para ventilación de 2" h=2.80m	pto	2.00	47.25	94.50
04.04.06	PRUEBAS HIDRAULICAS				2,008.40
04.04.06.01	Prueba hidráulica de desagüe	m	510.00	3.94	2,008.40
04.04.07	CONEXION A RED EXTERIOR				450.00
04.04.07.01	Conexion del sistema de agua a una red exterior	und	1.00	450.00	450.00
04.04.08	INSTALACIONES ESPECIALES				8,371.04
04.04.08.01	Instalacion de Tanque Sistema	und	1.00	412.52	412.52
04.04.08.02	Instalacion de Tanque Elevado	und	1.00	7,958.52	7,958.52
05	INSTALACIONES ELECTRICAS				87,817.16
05.01	CONEXIÓN A LA RED EXTERNA DE MEDIDORES				
05.02	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, FUERZA Y SEÑALES DEBILES				20,880.70
05.02.01	SALIDA				20,880.70
05.02.01.01	Salida para Centro de Luz Techo y Pared	pto	146.00	67.30	9,825.80
05.02.01.02	TOMACORRIENTE MONOFASICO EN EL PISO	pto	18.00	52.99	953.82
05.02.01.03	Salida tomacorriente doble con placa metálica dos polos + tierra (2p+1) con protección de contacto para niños	pto	130.00	52.99	6,888.70
05.02.01.04	Interruptor unipolar simple con placa de acero inoxidable	pto	38.00	52.99	2,013.62
05.02.01.05	Interruptor bipolar doble con placa de acero inoxidable	pto	11.00	52.99	582.89
05.02.01.06	Interruptor bipolar doble con placa de acero inoxidable	pto	3.00	52.99	158.97
05.02.01.07	Salida Luz de Emergencia de Batería	pto	6.00	71.16	426.96
05.02.01.08	Salida Pulsador de Timbre	pto	1.00	39.94	39.94
05.03	CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERIAS				16,408.68
05.03.01	TUBERIA 35mm7PVC-P(CONTADOR-TG)	m	8.00	12.58	100.64
05.03.02	TUBERIA 35mm7PVC-P(TG-TD)	m	210.00	12.58	2,641.80
05.03.03	Tubería Empotrada Puesta a Tierra PVC-PDE 35 mm	m	8.00	12.58	100.64

Presupuesto	1301003	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA-DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM		
Ciente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAMBA		Costo al	19/01/2021
Lugar	CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/	Parcial \$/
05.03.04	Tubería Empotrada Alumbreado y Tomacorrientes TW-20mm7PVC-P	m	972.50	8.58	8,344.05
05.03.05	TUBERIA 25mm7PVC-P(TG-TD CANCHA POLIDEPORTIVA Y EXTERIORES)	m	210.50	9.58	2,016.59
05.03.06	Curve PVC SAP NTP 399.006 DE 35 mm	und	13.00	6.19	80.47
05.03.07	Curve PVC SAP NTP 399.006 DE 20 mm	und	550.00	3.79	2,122.40
05.04	CONDUCTORES Y CABLES DE ENERGÍA EN TUBERÍAS				22,614.18
05.04.01	3-1x35mm2-(T) CONTADOR TABLERO GENERAL	m	8.00	13.22	105.76
05.04.02	1x16mm2 CONTADOR-TG	m	8.00	8.72	69.76
05.04.03	3-1x10mm2-1x10mm2(T)(TG-TD CANCHA POLIDEPORTIVA Y EXTERIORES)	m	660.00	11.12	7,339.20
05.04.04	NYY(2-1x4mm2)(TG-FAROLAS)	m	1,400.00	4.87	6,818.00
05.04.05	NYY(1x2.5mm2)(TG-FAROLAS)	m	670.00	4.87	3,262.90
05.04.06	2-1x6mm2 TOMACORRIENTE	m	670.00	4.87	3,262.90
05.04.07	1x2.5mm2(T) TOMACORRIENTE	m	360.50	4.87	1,755.04
05.05	SISTEMAS DE CONDUCTOS				4,889.42
05.05.01	Canaleta para conductor enterrado	m	120.00	36.28	4,353.60
05.05.02	Buzón Electroducto de Concreto Armado con tapa 0.80 x0.80 x 0.80m	und	1.00	635.82	635.82
05.06	TABLEROS PRINCIPALES				401.22
05.06.01	TABLERO GENERAL DE FºGº TRIFABICO 380/220 PARA EMPOTRAR CON BASE 30 POLOS INTERR. TERMOMAGNETICO ENGRAMPE + BASE INTERR. DIFERENCIAL CON PUERTA Y CHAPA	pza	1.00	401.22	401.22
05.07	TABLEROS DE DISTRIBUCION				2,229.58
05.07.01	TABLERO DE DISTRIBUCION	und	4.00	557.39	2,229.58
05.08	DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCION				3,246.17
05.08.01	TABLERO GENERAL				307.12
05.08.01.01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO ENGRAMPE 3 x 125A 380/220 V	pza	1.00	307.12	307.12
05.08.02	TABLERO DE DISTRIBUCION				2,899.06
05.08.02.01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO ENGRAMPE 3 x 32 A 380/220 V	pza	5.00	60.12	430.60
05.08.02.02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO ENGRAMPE 3 x 25A 380/220 V	pza	5.00	60.12	300.60
05.08.02.03	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 3 x 25 A - 30 mA	pza	20.00	60.12	1,782.40
05.08.02.04	CAJAS DE PASEO	pza	5.00	85.00	425.45
05.09	INSTALACION DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA				1,147.64
05.09.01	Pozo de Puesta a Tierra	und	1.00	1,147.64	1,147.64
05.10	ARTEFACTOS				16,891.89
05.10.01	ARTEFACTO DE TIPO COLGANTE CON DOS LAMAPARAS DE 40W ALTO FACTOR DE POTENCIA	und	100.00	104.00	10,400.00
05.10.02	ARTEFACTO DE TIPO COLGANTE CON DOS LAMAPARAS DE 20W ALTO FACTOR DE POTENCIA	und	50.00	59.00	2,953.00
05.10.03	Parametros PDC, con Dispositivo de Cebado No Radioactivo R = 103 metros	und	1.00	2,085.83	2,085.83
05.10.04	Timbre de 8" de 7 CON IP 66	und	1.00	46.86	46.86
	COSTO DIRECTO				2,292,122.29
	GASTOS GENERALES 17.7147%				408,042.60
	UTILIDADES				229,212.23
	SUBTOTAL				2,927,377.12
	IMPUESTOS				628,927.68
	TOTAL PRESUPUESTO				3,464,306.00

5.2.5.3. Fórmula polinómica

Fórmula Polinómica

Presupuesto **1301003** MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA -DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

Subpresupuesto **002 ESTRUCTURAS**

Fecha Presupuesto **19/01/2021**

Moneda **SOLES**

Ubicación Geográfica **081303 CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA**

$$K = 0.237*(Jr / Jo) + 0.063*(Ar / Ao) + 0.184*(Ar / Ao) + 0.106*(Cr / Co) + 0.068*(Mr / Mo) + 0.063*(Fr / Fo) + 0.061*(Mr / Mo) + 0.218*(GGr / GGo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.237	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.063	100.000	A	04	AGREGADO FINO
3	0.184	100.000	A	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
4	0.106	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
5	0.068	100.000	M	44	MADERA TERCIADA PARA CARPINTERIA
6	0.063	100.000	F	32	FLETE TERRESTRE
7	0.061	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
8	0.218	100.000	GG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Fórmula Polinómica

Presupuesto **1301003** MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA -DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

Subpresupuesto **003 ARQUITECTURA**

Fecha Presupuesto **19/01/2021**

Moneda **SOLES**

Ubicación Geográfica **081303 CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA**

$$K = 0.297*(Jr / Jo) + 0.063*(Ar / Ao) + 0.123*(Cr / Co) + 0.050*(Cr / Co) + 0.065*(Mr / Mo) + 0.091*(Mr / Mo) + 0.093*(Pr / Po) + 0.218*(GGr / GGo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.297	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.063	100.000	A	04	AGREGADO FINO
3	0.123	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
4	0.050	100.000	C	24	CERAMICA ESMALTADA Y SIN ESMALTAR
5	0.065	100.000	M	41	MADERA EN TIRAS PARA PISO
6	0.091	100.000	M	44	MADERA TERCIADA PARA CARPINTERIA
7	0.093	100.000	P	54	PINTURA LATEX
8	0.218	100.000	GG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Fórmula Polinómica

Presupuesto **1301003** MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA -DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

Subpresupuesto **004 INSTALACIONES SANITARIAS**

Fecha Presupuesto **19/01/2021**

Moneda **SOLES**

Ubicación Geográfica **081303 CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA**

$$K = 0.339*(Jr / Jo) + 0.058*(Ar / Ao) + 0.062*(Cr / Co) + 0.072*(Ar / Ao) + 0.075*(Ar / Ao) + 0.079*(Tr / To) + 0.097*(Dr / Do) + 0.218*(GGr / GGo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.339	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.058	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
3	0.062	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
4	0.072	100.000	A	10	APARATO SANITARIO CON GRIFERIA
5	0.075	100.000	A	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
6	0.079	100.000	T	72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA
7	0.097	100.000	D	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)
8	0.218	100.000	GG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Fórmula Polinómica

Presupuesto **1301003** MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. PRIMARIA DE RACCHI AYLLU DEL DISTRITO DE HUAYLLABAMBA PROVINCIA URUBAMBA -DEPARTAMENTO DE CUSCO APLICANDO LA METODOLOGIA BIM

Subpresupuesto **005** INSTALACIONES ELECTRICAS

Fecha Presupuesto **19/01/2021**

Moneda **SOLES**

Ubicación Geográfica **081303** CUSCO - URUBAMBA - HUAYLLABAMBA

$$K = 0.355*(Mr / Mo) + 0.144*(Ar / Ao) + 0.113*(Cr / Co) + 0.090*(Tr / To) + 0.081*(Dr / Do) + 0.217*(Ir / Io)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.355	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.144	100.000	A	11	ARTEFACTO DE ALUMBRADO EXTERIOR
3	0.113	100.000	C	19	CABLE NYY Y NKY
4	0.090	100.000	T	74	TUBERIA DE PVC PARA ELECTRICIDAD (SAP)
5	0.081	100.000	D	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)
6	0.217	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

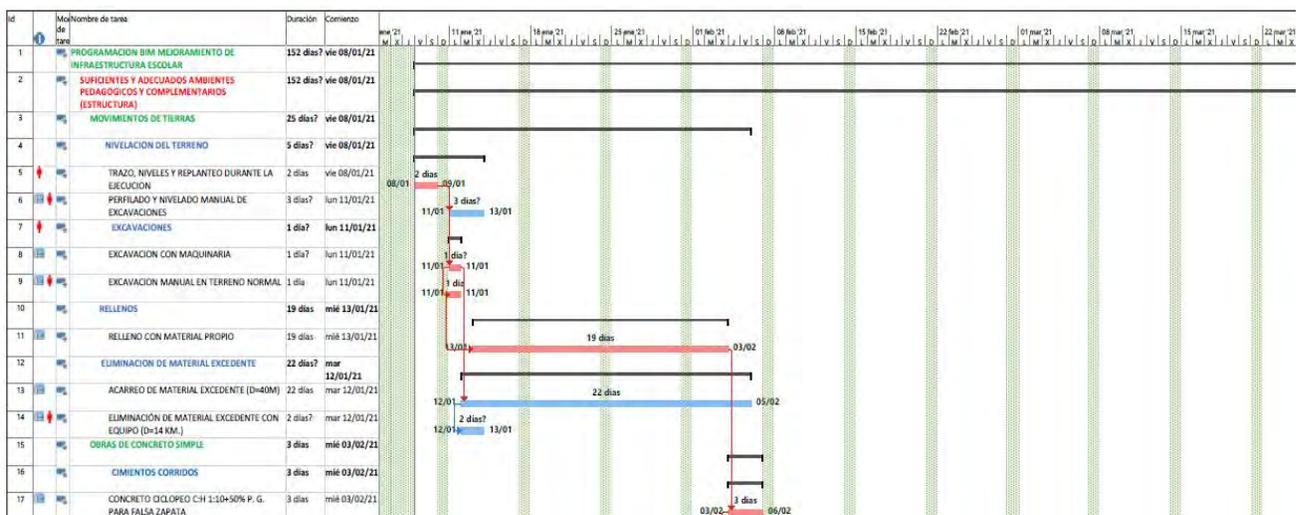
5.2.6. Programación de obra

La programación no variara en mucho porque esta variable depende de la ejecución de la obra y la distribución de cuadrillas y el rendimiento de la mano de obra

En el caso del proyecto una variación de tiempo en días, pero no significativo esta variable es más aplicable en la ejecución de obra.

5.2.6.1. Diagrama de Gannts

En el presente resultado se muestra los resultados de la programación de un bloque típico para concreto de la institución educativa.



BIM 4D

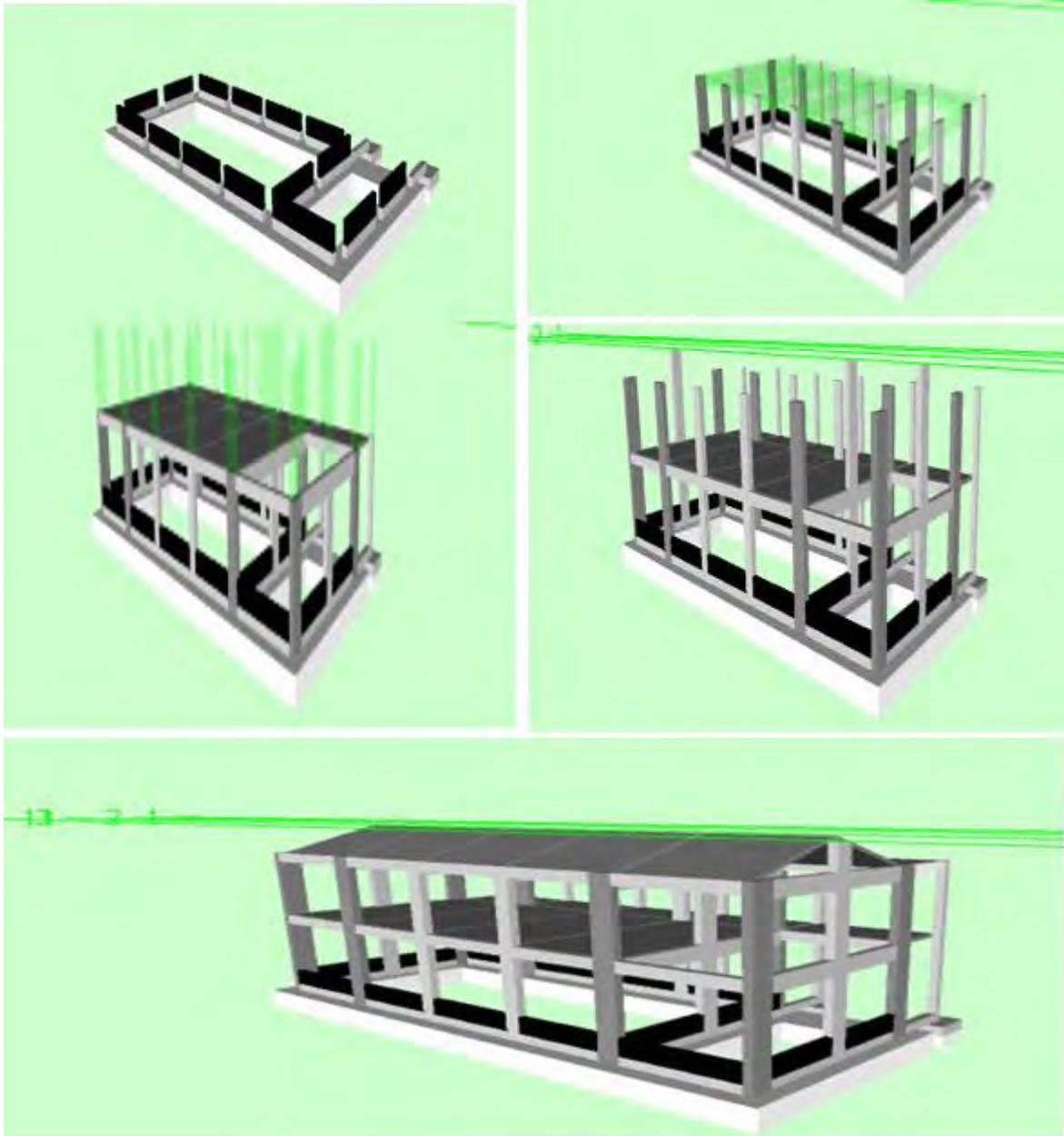
La etapa de modelado 4D del proyecto implicó agregar una dimensión temporal a los modelos 3D para simular el proceso constructivo. Para lograr esto, se utilizó el software Navisworks Manage 2020, que ofrece una integración sencilla de las diferentes especialidades y la detección de posibles interferencias entre disciplinas, sin perder las funcionalidades propias del programa Revit 2018.

Programación tentativa de obra

Los parámetros considerados para el modelado 4D en la estructura dual permitieron asignar la programación al modelo, lo cual facilitó la simulación del proceso constructivo. Esta simulación brinda la posibilidad de anticipar y prever diversos problemas que podrían surgir durante la etapa de construcción del proyecto. Esta simulación se encuentra en la Figura 5.11

Figura 5.11:

Simulación constructiva 4D en Navisworks



Nota. Elaboración propia

CAPITULO VI ANALISIS DE RESULTADOS - COMPARACION DE METODO TRADICIONAL Y BIM

6.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE INTERFERENCIAS

Se observaron interferencias mayoritariamente de los elementos estructurales de la edificación con las tuberías de agua y desagüe, estas interferencias son errores que inciden en el soporte estructural de la construcción, por consiguiente, las que se tuvieron que corregir en el modelado 3D de la metodología BIM, ya que tomando en cuenta que estas interferencias observadas disminuirán y mermarán la resistencia de los elementos estructurales de la edificación del proyecto.

Así mismo se observaron problemas de interferencia del montante del sistema de desagüe y viga secundaria.

En la figura 50 se observa la interferencia entre los dos elementos mencionado.

De igual manera en las instalaciones de las tuberías del sistema eléctrico también se encontraron algunas colisiones, en este caso se aplicaron soluciones prácticas como son cambio ruta o elevar la tubería aplicando la metodología BIM.

Producto de los resultados y análisis de los valores sirvieron para emitir sugerencias atendibles que deberán ser observadas durante todas las etapas de la construcción de la edificación y que demuestren la buena ejecución del proyecto y cumplir con las solicitudes y vida útil del proyecto.

6.2. ANALISIS DE COSTOS DE METODO TRADICIONAL Y BIM

En la Tabla 6.1, se observa la diferencia de costos trabajado con la metodología BIM y con la metodología tradicional, los valores que variaron son: en un porcentaje de promedio de 3.4% aumentaron los costos por efecto de detalles que el metrado tradicional omitió por falta de

visualización o errores humanos y que con la metodología que se aplicó se pudo observar los detalles y también costo indirecto variara por efecto de la integración de profesionales BIM (coordinador, modelador)

Cabe señalar que mientras el proyecto sea más complejo las interferencias y errores se aumentarían y por ende los costos aumentarían.

Tabla 6.1

Comparación de costos por la metodología BIM y la tradicional

Especialidad	con BIM	sin BIM	% variación
Estructuras	s/ 1,180,531.40	s/ 1,132,281.07	4.3
Arquitectura	s/ 795,961.28	s/ 780,273.45	2.0
Sanitario	s/ 80,916.49	s/ 77,681.31	4.2
Eléctricas	s/ 87,317.15	s/ 83,480.58	4.6
total	s/ 2,144,726.32	s/ 2,073,716.41	3.4

Nota. Elaboración propia

Comparación de tiempo

Las variaciones del tiempo con las dos metodologías no fueron muy marcadas, porque estos son mayormente aplicados a la ejecución del proyecto.

Las variaciones de tiempos se muestran en la tabla 6.2 que fueron en días y estas variables dependen mayormente de los rendimientos y ciclos de trabajo.

Tabla 6.2*Cuadro comparativo de la diferencia de tiempos*

COMPARACION DE TIEMPOS DE PROGRAMACION			
CON BIM	SIN BIM	DIFERENCIA	DIFERENCIA DE TIEMPO EN PORCENTAJE
152	150	2	1.3%

Nota. Elaboración propia

6.3. DISCUSIÓN

¿Cuáles fueron los beneficios más significativos observados al utilizar la metodología BIM durante la etapa de proyecto? Como se mencionó en el capítulo I, se han demostrado múltiples beneficios al utilizar la metodología BIM. En este caso, Al implementarla en las etapas que abarcan desde el diseño en 2D hasta el modelado en 4D, se obtuvieron resultados significativos. En la fase 2D, inicialmente no se identificaron beneficios concretos hasta que se inició el trabajo en la fase 3D. Al incorporar los parámetros relevantes de la fase 2D durante el modelado en 3D, se enriqueció el modelo tridimensional con información adicional. A continuación, se enumeran los beneficios destacados obtenidos a través de este enfoque:

- La visualización en 3D resultó especialmente beneficiosa al detectar colisiones, algo que no habría sido posible utilizando métodos tradicionales que se limitan a trabajar en dos dimensiones (2D)
- Modificaciones; cuando se realizó el modelo cualquier modificación que se pueda realizar se realiza de forma rápida sin pérdida de tiempo

- En la fase de metrados se verifico los grandes ahorros de tiempo y con la seguridad de trabajar con un modelo con software BIM que posee base de datos de donde podemos variar el modelo y los metrados varían de forma automática.
- La integración de las diferentes especialidades en un modelo central implica que los cambios realizados en una especialidad afectan a las demás, lo que requiere un trabajo coordinado y colaborativo.

CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- a) Los beneficios obtenidos en la presente investigación con la metodología BIM fueron:
- En el presupuesto da una mayor precisión del costo del proyecto comparado con el tradicional para el proyecto.
 - Nos suministra herramientas para metrar y cuantificar de forma automática ahorrando tiempos y costos.
 - Capacidad de realizar coordinaciones de especialidades para encontrar incompatibilidades o colisiones y sean solucionados por los especialistas
 - La visualización tridimensional de la edificación que se pudo desarrollar con la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional que solo trabaja en forma bidimensional y tiene sus limitaciones como son:
 - Sus representaciones son solo líneas y puntos no significan y no tienen información
 - Mayormente usa la configuración en dos dimensiones
 - El uso modelo paramétrico de la metodología BIM que nos permite el cambio de una dimensión de un elemento estructural automáticamente se actualiza la cuantificación o metrado del material o algo que se cambia en el modelo.
 - El uso de una base de datos única en la que se almacenara tanto datos gráficos como no gráficos, que puede ser almacenado en la nube y no exista perdida de datos como metodología tradicional que almacena sus datos en forma esparcida mayormente en archivos de papel.

- La utilización de herramientas de simulación 4D que tiene una ventaja en la simulación constructiva que son muy importantes para la etapa de construcción que nos lleva que los proyectos planificados sean más cercanos con lo ejecutado
- b) Segundo: Los costos de módulos educativos aumentaron en un 3.4% en promedio aplicando la metodología BIM (5D) comparado con la tradicional por causas siguientes:
 - La omisión de metrados por causa de limitación de visibilidad en dos dimensiones
 - Errores humanos por diferentes factores al metrar (cansancio, defectos visuales etc.)
 - Trabajo desordenado y no coordinado

Por esta razón ya que la metodología BIM tiene herramientas de modelado y cuantificación de materiales y otras herramientas de visualización que nos permite hacer un costo más cercano a la realidad.

- c) Tercero En los tiempos hubo una variación mínima superior de 1.3% respecto a la tradicional esta variación solo contaron con la variación de metrados las demás variables se mantuvieron constantes como análisis costos unitarios.
- d) Se halló gran variedad los más importantes fueron de 11 colisiones que afectan a la parte estructural de la edificación y se dieron soluciones técnicas para resolver como son:
 - Cambio de la ruta de las tuberías
 - Cambio sistema estructural

Se darán las diferentes soluciones de acuerdo a los especialistas viendo siempre los aspectos técnicos, costos y tiempo.

7.2. RECOMENDACIONES

- Trabajar coordinadamente entre las especialidades del proyecto tomando punto de referencia para que todos los modelos estén compatibilizados y ubicados en el sitio respectivo
- Los conocimientos de detalles y métodos constructivos son muy importantes a la hora de modelar
- Los datos que se obtenga tanto de estudio de suelos, topográficos, diseño, memorias deben ser confiables para que salga un modelo más aproximado a la realidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, A. B. (1994). *Estructuración y diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima.
- Coloma, P. (2008). Introducción a la metodología BIM. 40.
- BIM, M. (2019). Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo. EUBEN.
- Blanco, A. (1994). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado Antonio Blanco Blasco. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Bowles. (1982). Manual de laboratorios y suelos. Laboratorio de suelos. Mendoza. (2019). Topografía y Geo diseño . Lima: Editores Maraucano E.I.R.L. .
- Minas, Ministerio de Energía y. (2006). Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006, Sección 060. Lima: Republica del Peru.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2018). Con el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (INVIERTE.PE), el Ministerio de Economía y Finanzas apunta a ser un socio estratégico de los ministerios, gobiernos regionales y gobiernos locales
- Sarmiento, R. O. (2014). Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Gonzales Perez, C. (2015). Proyecto Final de Máster en edificación, especialidad en gestion. 29-30.
- Imasgal. (2022). *Nivel de desarrollo (LOD) en BIM*. Obtenido de <https://imasgal.com/nivel-desarrollo-bim-lod/>