

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño estructural sismorresistente de una edificación de dos plantas empleando metodología BIM para una extensión de la universidad de Bolívar en Echeandía

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

#### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**ARMIJOS FLORES BORIS ADRIÁN  
SAN ANDRÉS SALVADOR IVAN ANDRÉS**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**I PAO 2023**

## DEDICATORIA

A mi familia, por estar siempre a mi lado  
siendo mi apoyo incondicional.

A mis amigos y compañeros, quienes han  
estado en la trayectoria hacia la  
culminación de este logro.

-Iván Andrés San Andrés Salvador

## DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas que me brindaron apoyo y soporte durante mi etapa estudiantil; en especial a mis amigos, familiares y personas muy cercanas que partieron sin verme culminar esta etapa de mi vida, pero sin lugar a duda estarían muy felices con cada uno de mis logros.

-Boris Adrián Armijos Flores

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia y seres queridos por su constante apoyo durante esta etapa académica llena de desafíos, también a nuestro tutor Ing. Danilo Dávila por sus enseñanzas y orientación a lo largo de este proyecto, y a mi compañero Boris Armijos por su dedicación, sacrificio y esfuerzo en cada paso que llevo a la culminación de este proyecto.

-Iván Andrés San Andrés Salvador

## AGRADECIMIENTOS

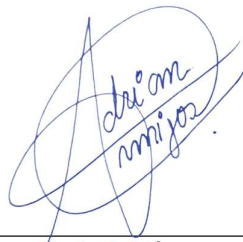
Agradezco a Dios por brindarme la fuerza y fortaleza necesaria para alcanzar mis objetivos, a mis padres quienes fueron mi soporte y apoyo incondicional, mis mejores amigos Anthony López e Iván Montoya por brindarme su hermandad y continuo apoyo en momentos difíciles, a nuestro tutor el Ing. Danilo Dávila por su constante interés y orientación a lo largo de todo este proceso de materia integradora y por último, pero no menos importante a mi compañero Iván San Andrés por su dedicación, sacrificio y esfuerzo a lo largo de la materia para culminar con éxito nuestro proyecto.

-Boris Adrián Armijos Flores

## Declaración Expresa

---

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Boris Adrián Armijos Flores e Iván Andrés San Andrés Salvador* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Boris Adrián  
Armijos Flores



---

Iván Andrés  
San Andrés Salvador

## EVALUADORES

.....

**Ing. Luis Danilo Dávila Guamán**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....

**Ing. Luis Danilo Dávila Guamán**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Hace más de una década, el cantón de Echeandía carece de institución educativa superior debido al cierre de sus antiguas instalaciones. La propuesta busca reestablecer este servicio mediante la ampliación y rehabilitación de bloques de aulas, siendo la construcción óptima el primer paso para atender la creciente demanda de una población en aumento y fomentar el desarrollo local.

El diseño arquitectónico atendió a las solicitudes de normativas y acuerdos ministeriales para garantizar una efectiva distribución de espacios para impartir educación de calidad. La elección de la alternativa se basó en distintos criterios siendo los más relevantes el costo y su resistencia teniendo una estructura de hormigón armado como elección definitiva, la cual respondió a las normativas vigentes como la NEC, ACI y ASCE.

El diseño sísmico ayuda a brindar un refuerzo óptimo a la estructura tanto longitudinal como transversal. La subestructura se diseñó basado en descripciones de suelo por parte de la municipalidad e información recopilada, puesto que no se contó con un estudio preliminar, para lo cual se buscó cubrir escenarios desfavorables e impedir un diseño con asentamientos diferenciales.

Todo el proceso responde al interés de la juventud por acceder a educación superior y oportunidades equitativas. La educación constante y de calidad se erige como pilar fundamental para respaldar a las futuras generaciones y contribuir al desarrollo nacional.

**Palabras Clave:** Educación, Infraestructura, Diseño, Desarrollo



## **ABSTRACT**

*For more than a decade, the canton of Echeandía has lacked a higher education institution due to the closure of its old facilities. The proposal seeks to reestablish this service through the expansion and rehabilitation of classroom blocks, the optimal construction being the first step to meet the growing demand of an increasing population and promote local development.*

*The architectural design met the requirements of regulations and ministerial agreements to guarantee an effective distribution of spaces for quality education. The choice of the alternative was based on different criteria, the most relevant of which were cost and strength, with a reinforced concrete structure as the final choice, which complied with current regulations such as NEC, ACI and ASCE.*

*The seismic design helps to provide optimum longitudinal and transverse reinforcement to the structure. The substructure was designed based on soil descriptions provided by the municipality and information collected, since there was no preliminary study, which sought to cover unfavorable scenarios and prevent a design with differential settlements.*

*The whole process responds to the interest of the youth to have access to higher education and equitable opportunities. Constant and quality education is a fundamental pillar to support future generations and contribute to national development.*

*Keywords: Education, Infrastructure, Design, Development*

## ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN .....	2
1.1	Antecedentes .....	2
1.2	Presentación general del problema .....	3
1.3	Justificación del problema.....	3
1.4	Objetivos.....	4
1.4.1	Objetivo General .....	4
1.4.2	Objetivos Específicos .....	5
2.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
2.1	Revisión de literatura .....	6
2.2	Área de estudio.....	10
2.3	Análisis de datos.....	12
2.4	Análisis de alternativas .....	13
2.4.1	Alternativas de diseño .....	13
2.4.1.1	Estructura de hormigón armado .....	13
2.4.1.2	Estructura metálica .....	13
2.4.1.3	Estructura mixta.....	13
2.4.2	Criterios de evaluación.....	14
2.4.3	Análisis y evaluación de alternativas.....	16
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	17
3.1	Diseño.....	17
3.1.1	Diseño Sísmico .....	17
3.1.1.1	Factor Z .....	17
3.1.1.2	Tipo de suelo .....	18
3.1.1.3	Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd y Fs.....	18

3.1.1.4	Parámetro $\eta$ .....	19
3.1.1.5	Factor $r$ .....	20
3.1.1.6	Regularidad en planta y elevación ( $\emptyset_p$ y $\emptyset_e$ ).....	20
3.1.1.7	Coeficiente de importancia ( $I$ ).....	20
3.1.1.8	Ductilidad y factor de reducción sísmica ( $R$ ).....	21
3.1.1.9	Periodo fundamental ( $T$ ).....	21
3.1.1.10	Período límite de vibración ( $T_c$ ).....	22
3.1.1.11	Carga sísmica ( $W$ ).....	22
3.1.1.12	Cortante basal.....	23
3.1.1.13	Derivas admisibles.....	23
3.1.2	Modelo y análisis estructural.....	24
3.1.2.1	Espectro elástico e inelástico de diseño.....	24
3.1.2.2	Distribución vertical de fuerzas sísmicas.....	27
3.1.3	Predimensionamiento de la superestructura.....	28
3.1.3.1	Estimación de cargas muertas y cargas vivas.....	28
3.1.4	Predimensionamiento de la superestructura.....	28
3.1.4.1	Estimación de cargas muertas y cargas vivas.....	29
3.1.4.2	Predimensionamiento de losa.....	31
3.1.4.3	Predimensionamiento de Vigas.....	32
3.1.4.4	Predimensionamiento de columnas.....	38
3.1.5	Análisis Modal.....	40
3.1.5.1	Derivas de entrepiso.....	42
3.1.5.2	Ancho Tributario de vigas.....	44
3.1.5.3	Cargas en Vigas.....	44
3.1.5.4	Fuerzas sísmicas.....	46
3.1.5.5	Secciones de vigas y columnas.....	47

3.1.6	Diseño de la superestructura .....	48
3.1.6.1	Diseño de losas .....	48
3.1.6.2	Diseño de vigas .....	50
3.1.6.3	Diseño de Columnas .....	53
3.1.6.4	Diseño de escalera .....	55
3.1.7	Instalaciones .....	59
3.1.7.1	Diseño de instalaciones de agua potable .....	59
3.1.7.2	Diseño de instalaciones de desagüe .....	64
3.1.7.3	Diseño de instalaciones de aguas lluvias .....	67
3.1.7.4	Diseño de instalaciones eléctricas.....	68
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	71
4.1	Descripción del proyecto.....	71
4.2	Línea base ambiental.....	72
4.3	Actividades del proyecto .....	73
4.4	Identificación de impactos ambientales .....	73
4.5	Valoración de impactos ambientales .....	79
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	86
5.	PRESUPUESTO .....	88
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo .....	88
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión).....	89
5.3	Descripción de cantidades de obra (Revisar) .....	92
5.4	Valoración integral del costo del proyecto .....	93
5.5	Cronograma de obra.....	94
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	95
6.1	Conclusiones .....	95
6.2	Recomendaciones .....	95

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASCE	American Society of Civil Engineers
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ACI	American Concrete Institute
SENESCYT	Secretaria nacional de Educación Superior, Ciencia tecnología e Innovación
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
GADMCE	Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial

## SIMBOLOGÍA

m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cubico
cm	Centímetro
p	Cuantía
M	Momento
V	Cortante
M	Momento
m	Metro
P	Fósforo
$\eta$	Parámetro $\eta$
r	Factor r
$\emptyset_p$	Regularidad en planta
$\emptyset_e$	Regularidad en elevación
I	Coefficiente de importancia
R	Ductilidad y factor de reducción sísmica
T	Periodo fundamental
T <sub>c</sub>	Período límite de vibración
W	Carga sísmica
V	Cortante basal
d	Derivas admisibles

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Mapa de peligro sísmico para un periodo de retorno de 475 años (Instituto Geofísico, 2023).....	9
Figura 2.2: Mapa del terreno en Echeandía. Fuente: Autoría propia (2023).....	10
Figura 2.3: Especificaciones de dimensiones de bloques, baños y escalera. Fuente: Autoría propia (2023).....	11
Figura 2.4: Mapa de Echeandía. Fuente: Autoría propia (2023).....	12
Figura 2.5: Mapa de terreno de área disponible. Fuente: Autoría propia (2023). ....	12
Figura 3.1: Espectro elástico.....	24
Figura 3.2: Espectro elástico de la estructura.....	26
Figura 3.3: Espectro inelástico de la estructura.....	26
Figura 3.4: Sección de losa.....	32
Figura 3.5: Vanos interiores.....	32
Figura 3.6: Ejes de la estructura.....	32
Figura 3.7.....	33
Figura 3.8: Momentos de vanos en el eje Y.....	36
Figura 3.9: Momentos de eje X de planta baja y alta.....	37
Figura 3.10: Momentos de vanos en el eje Y.....	38
Figura 3.11: Modelo tridimensional en ETABS. Fuente: Autoría propia (2023). ....	40
Figura 3.12: Vista de planta baja en ETBAS. Fuente: Autoría propia (2023).....	41
Figura 3.13: Vista de planta alta(cubierta) en ETBAS. Fuente: Autoría propia (2023). .....	41
Figura 3.14: Eje 1 de la estructura. Fuente: Autoría propia (2023).....	41
Figura 3.15: Eje 1 de la estructura. Fuente: Autoría propia (2023).....	42
Figura 3.16: Modelado de elementos estructurales.....	42
Figura 3.17: Distribución de cargas en losa.....	44
Figura 3.18: Sobrecarga.....	45
Figura 3.19: Carga de cubierta.....	45
Figura 3.20: Carga Viva.....	46
Figura 3.21: Aportación de carga sísmica EJE 2.....	46

Figura 3.22: Aportación de carga sísmica EJE H.....	47
Figura 3.23: Modelado de viga 1.....	47
Figura 3.24: Modelado de viga 2.....	48
Figura 3.25: Modelado de columna 1.....	48
Figura 3.26: Vista lateral de la estructura. ....	49
Figura 3.27: Sección de losa. ....	49
Figura 3.28: Momentos registrados en el eje X.....	49
Figura 3.29: Cortantes registrados en el eje X.....	50
Figura 3.30: Momentos registrados en el eje Y.....	51
Figura 3.31: Diagrama de interacción columna de planta baja. ....	53
Figura 3.32: Dimensión de huella y contrahuella. Fuente: Autoría propia (2023). ....	56
Figura 3.33: Dimensionamiento de tramos y descanso. Fuente: Autoría propia (2023). .....	56
Figura 3.34: Propuesta de instalaciones de agua potable. Fuente: Autoría propia (2023). ....	60
Figura 3.35: Identificación de tramos de tubería. Fuente: Autoría propia (2023). ....	62
Figura 3.36: Isometría de instalación de agua potable. Fuente: Autoría propia (2023). .....	63
Figura 3.37: Propuesta de instalaciones de desagüe. Fuente: Autoría propia (2023). .....	65
Figura 3.38: Área de cubierta. Fuente: Autoría propia (2023).....	67
Figura 3.39: Modelo 3D de instalaciones de aguas lluvias. Fuente: Autoría propia (2023). ....	68
Figura 3.40: Tomacorrientes en planta alta y baja. Fuente: Autoría propia (2023). ...	69
Figura 3.41: Luminarias en planta baja y alta. Fuente: Autoría propia (2023). ....	69
Figura 4.1: Árbol de actividades. Fuente: Autoría propia (2023).....	73
Figura 4.2: Diagrama de redes para acción #1. Fuente: Autoría propia (2023). ....	75
Figura 4.3: Diagrama de redes para acción #2. Fuente: Autoría propia (2023). ....	75
Figura 4.4: Diagrama de redes para acción #3. Fuente: Autoría propia (2023). ....	75
Figura 4.5: Diagrama de redes para acción #4. Fuente: Autoría propia (2023). ....	76
Figura 4.6: Diagrama de redes para acción #5. Fuente: Autoría propia (2023). ....	76
Figura 4.7: Diagrama de redes para acción #6. Fuente: Autoría propia (2023). ....	76



Figura 4.8: Diagrama de redes para acción #7. Fuente: Autoría propia (2023). .....	76
Figura 4.9: Diagrama de redes para acción #8. Fuente: Autoría propia (2023). .....	77
Figura 4.10: Diagrama de redes para acción #9. Fuente: Autoría propia (2023). .....	77
Figura 5.1: Estructura desglosada de trabajo. Fuente: Autoría propia.....	88
Figura 5.2: Diagrama de Gantt.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Normas técnicas de diseño de ambientes educativos. ....	6
Tabla 2.2: Iluminaciones recomendadas según la actividad y tipo de local. ....	8
Tabla 2.3: Criterio de tiempo de construcción.....	14
Tabla 2.4: Criterio de costo de obra.....	14
Tabla 2.5: Criterio de facilidad de construcción. ....	14
Tabla 2.6: Criterio de manejo de recursos. ....	15
Tabla 2.7: Criterio de resistencia y durabilidad. ....	15
Tabla 2.8: Criterio de impacto ambiental. ....	15
Tabla 2.9: Matriz de ponderaciones de las alternativas bajo los criterios. ....	16
Tabla 3.1: Información inicial de diseño.....	17
Tabla 3.2: Factor de actividad sísmica.....	17
Tabla 3.3. Coeficiente de amplificación de suelo. ....	18
Tabla 3.4: Facto de amplificación de ordenadas del espectro elástico.....	18
Tabla 3.5: Factor de comportamiento no lineal.....	19
Tabla 3.6: Coeficientes de sismicidad por región.....	19
Tabla 3.7: Coeficiente de Importancia. ....	20
Tabla 3.8. Coeficiente de Reducción sísmica. ....	21
Tabla 3.9: Coeficientes dependientes del tipo de edificación. ....	22
Tabla 3.10: Deriva máxima admisible. ....	24
Tabla 3.11: Período de la estructura.....	25
Tabla 3.12: Coeficiente k .....	27
Tabla 3.13: Valores de cortante basal y fuerza sísmica.....	28
Tabla 3.14: Distribución de fuerzas horizontales .....	28
Tabla 3.15: Cargas muertas de la estructura.....	29
Tabla 3.16: Cargas vivas de la estructura.....	30
Tabla 3.17: Combinación de cargas. ....	30
Tabla 3.18: Peralte mínimo en vigas.....	31
Tabla 3.19: Predimensionamiento de losa.....	31
Tabla 3.20: Momentos a lo largo del vano de la viga.....	33

Tabla 3.21: Predimensionamiento de viga en el eje X.....	34
Tabla 3.22: Predimensionamiento de armado de vigas.....	35
Tabla 3.23: Predimensionamiento de vigas en el eje Y.....	36
Tabla 3.24: Predimensionamiento de armado de vigas.....	36
Tabla 3.25: Predimensionamiento de viga en el eje X.....	37
Tabla 3.26: Predimensionamiento de armado de vigas.....	37
Tabla 3.27: Predimensionamiento de viga en el eje Y.....	38
Tabla 3.28: Predimensionamiento de armado de vigas.....	38
Tabla 3.29: Predimensionamiento de columna planta alta.....	39
Tabla 3.30: Predimensionamiento de columna planta baja.....	39
Tabla 3.31: Predimensionamiento de armado de columna planta alta.....	39
Tabla 3.32: Predimensionamiento de armado de columna planta baja.....	40
Tabla 3.33: Inercias efectivas.....	42
Tabla 3.34: Centros de masa de la estructura.....	43
Tabla 3.35: Derivas admisibles eje X.....	43
Tabla 3.36: Derivas admisibles eje Y.....	43
Tabla 3.37: Información previa para diseño de losa.....	48
Tabla 3.38: Diseño de losa.....	49
Tabla 3.39: Diseño cortante de losa.....	49
Tabla 3.40: Resumen de diseño de losa.....	50
Tabla 3.41: Requerimientos de diseño de acero de refuerzo vigas.....	51
Tabla 3.42: Diseño de acero de refuerzo para flexión.....	52
Tabla 3.43: Diseño de acero de refuerzo para cortante.....	52
Tabla 3.44: Diseño cortante.....	53
Tabla 3.45: Comprobación de diseño de columna planta alta.....	53
Tabla 3.46: Comprobación de diseño de columna planta baja.....	53
Tabla 3.47: Criterio columna fuerte-viga débil.....	54
Tabla 3.48: Diseño columna planta alta.....	54
Tabla 3.49: Diseño columna planta baja.....	54
Tabla 3.50: Diseño cortante columna planta alta.....	55
Tabla 3.51: Diseño cortante columna planta baja.....	55
Tabla 3.52: Información previa de diseño escalera.....	56

Tabla 3.53: Cargas aplicadas y cálculo de momentos.....	57
Tabla 3.54: Acero de refuerzo primer tramo. ....	57
Tabla 3.55: Acero de refuerzo segundo tramo.....	58
Tabla 3.56: Acero de refuerzo transversal primer tramo.....	58
Tabla 3.57: Acero de refuerzo transversal segundo tramo. ....	58
Tabla 3.58: Refuerzo por retracción y temperatura primer tramo. ....	59
Tabla 3.59: Refuerzo por retracción y temperatura segundo tramo.....	59
Tabla 3.60: Dimensionamiento de equipos sanitarios.....	60
Tabla 3.61: Caudal y presión por aparato sanitario. ....	61
Tabla 3.62: Sección crítica de diseño. ....	61
Tabla 3.63: Análisis de distribución por segmento.....	62
Tabla 3.64: Accesorios y pérdidas correspondientes.....	63
Tabla 3.65: Presiones del sistema de agua potable. ....	64
Tabla 3.66: Distribución de aparatos sanitarios. ....	65
Tabla 3.67: Ramal de diseño. ....	66
Tabla 3.68: Pendiente de diseño. ....	66
Tabla 3.69: Caudal de diseño. ....	66
Tabla 3.70: Unidades de descarga de diseño.....	66
Tabla 3.71: Relaciones de diseño sanitario. ....	66
Tabla 3.72: Diseño sanitario. ....	67
Tabla 3.73: Diámetro por intensidad de lluvia.....	68
Tabla 3.74: Potencia de aparatos eléctricos.....	69
Tabla 3.75: Diseño eléctrico de la instalación.....	70
Tabla 4.1: Línea base ambiental.....	72
Tabla 4.2: Matriz de lista de revisión.....	74
Tabla 4.3: Matriz causa – efecto.....	78
Tabla 4.4: Matriz de valoración de signo. ....	79
Tabla 4.5: Matriz de valoración de acumulación.....	80
Tabla 4.6: Matriz de valoración de intensidad.....	81
Tabla 4.7: Matriz de valoración de extensión.....	82
Tabla 4.8: Matriz de valoración de persistencia.....	83
Tabla 4.9: Matriz de valoración de recuperabilidad.....	84

Tabla 4.10: Matriz de valoración de reversibilidad .....	85
Tabla 5.1: Rubros y precios unitarios.....	89
Tabla 5.2: APUS del rubro 3.2 como ejemplo.....	90
Tabla 5.3: Resumen de volumen de elementos estructurales. ....	92
Tabla 5.4: Resumen de áreas de encofrados para elementos estructurales. ....	92
Tabla 5.5: Resumen área de mampostería, losa y escalera.....	92
Tabla 5.6: Valorización de costo por m2.....	93

## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO A1 – P1 Plano arquitectónicos: Planta baja y planta alta.
- PLANO A1 – P2 Planos arquitectónicos: Fachadas.
- PLANO A1 – 01 Planos estructurales: Cimentación y escalera.
- PLANO A1 – 02 Planos estructurales: Vigas de planta alta.
- PLANO A1 – 03 Planos estructurales: Vigas de nivel cubierta.
- PLANO A1 – 04 Planos estructurales: Losa y columnas.
- PLANO A1 – 05 Planos instalaciones: AAPP, AASS y AALL.
- PLANO A1 – 06 Planos instalaciones eléctricas: Iluminarias.
- PLANO A1 – 07 Planos instalaciones eléctricas: Tomacorrientes.

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El cantón de Echeandía, perteneciente a la provincia de Bolívar, cuenta con una extensión territorial aproximada de 232,06 km<sup>2</sup>, la mayor proporción de tierra está destinado al sector agropecuario, el resto se divide entre bosques, cuerpos de agua y vegetación arbustiva. Esta situación demuestra que la producción ganadera y agropecuaria es el campo en el cual Echeandía basa su economía (Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE, 2022).

A pesar de la diferencia proporcional en el uso del suelo, no existe gran disparidad entre la población que reside en la zona urbana y la zona rural. El último censo realizado en 2010 muestra que Echeandía tiene aproximadamente 12114 habitantes. Además, posee una distribución de edades que permite estimar una demanda de unidades educativas, puesto que entre niños y jóvenes se tiene alrededor del 35% de la población. Con una tasa de natalidad promedio de 1.16, siendo de 10-14 años el rango de edad predominante en la población (Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE, 2022).

Según el último censo, la proporción de estudiantes que no alcanzan como mínimo una educación primaria promedia el 10% entre la zona urbana y rural. Pese a esta proporción, se alcanza un cumplimiento de instrucción primaria y secundaria superior al 80%. Sin embargo, la instrucción a nivel superior apenas logra el 13%, pero mediante datos no oficiales se estima que este porcentaje ha ido disminuyendo en los últimos años (Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE, 2022).

Actualmente, Echeandía cuenta con 28 unidades educativas, 6 de ellas en la zona urbana y 22 ubicadas en zonas rurales; teniendo un porcentaje de nuevos bachilleres equivalente a casi el 5% de la población cada año. Este contexto genera una demanda de carreras universitarias por personas que desean obtener una formación para la obtención de un título profesional (Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE, 2022).

## 1.2 Presentación general del problema

La ciudad de Echeandía hace más de una década perdió la capacidad de brindar a sus pobladores una institución de educación superior; debido al cierre indefinido de las instalaciones educativas por parte de la Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt) de la extensión de la Universidad de Bolívar. Las reformas universitarias realizadas por la Senescyt exigían distintos estándares de educación, los cuales no pudo cubrir en su momento la extensión universitaria en Echeandía.

Al suceder esto, la infraestructura de la universidad fue abandonada y desprotegida, lo cual dio pie al ingreso de personas ajenas a la institución, quienes dieron un uso inadecuado y destruyeron parte de las instalaciones. Actualmente, el establecimiento no está habilitado, pero si en proceso de planear su inmediata rehabilitación para evitar la intromisión de personal externo con el fin de dar uso a la infraestructura existente.

El interés por parte de la actual administración municipal de Echeandía por habilitar la extensión universitaria se basa en el actual decrecimiento de los porcentajes de personas que acceden a una educación superior. Existen varias razones por las que los bachilleres desisten de continuar sus estudios, una de ellas es la lejanía de las universidades y su coste.

Anteriores gobiernos municipales no han logrado concretar un proyecto para rehabilitar la extensión de la Universidad de Bolívar; sin embargo, el actual Municipio de Echeandía junto con los moradores han empezado un plan piloto, realizando campañas de limpieza para que posteriormente se logre concretar la rehabilitación de esta institución.

## 1.3 Justificación del problema

En Ecuador, tan solo el 21% de personas que se gradúan de bachilleres logran culminar con éxito sus estudios a nivel superior. La tasa de interés por parte de los jóvenes con respecto a continuar sus estudios, luego de finalizar su educación secundaria, ha ido en aumento; no obstante, por distintas adversidades a las que se



enfrentan los aspirantes desisten de esta idea (Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE, 2022).

La migración y el déficit de apoyo económico que reciben por parte de sus familiares hacen que el sueño de estos jóvenes por superarse de manera académica sea cada vez más complicado. La demanda universitaria en la mayoría de las ciudades del país va en continuo aumento, pero mantener dicho cupo de aceptación es uno de los principales retos a los que se enfrentan.

El apoyo familiar y el ímpetu de superación académica impulsan el interés de los bachilleres por obtener un título de tercer nivel, la oferta académica en Ecuador posee gran diversidad, bajo las cuales basan la decisión de en qué campo incursionar, pero en Echeandía las adversidades han superado dicho impulso y han promovido una conformidad con la educación secundaria, basada en la falta de recursos económicos suficientes que logran solventar sus gastos fuera de la ciudad.

La construcción de una infraestructura óptima y la rehabilitación de los demás bloques de la antigua extensión de la Universidad de Bolívar en Echeandía solventarán la demanda actual por cupos de ingreso, no solo de la zona urbana sino también de la zona rural y de sus alrededores. Esta acción ayudará a promover y estimular la idea de continuar sus estudios a nivel de pregrado, otorgando facilidades de acceso e incluso impulsando el desarrollo de la ciudad.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar una propuesta de diseño arquitectónico y estructural de un bloque de aulas, con criterios de diseño sismorresistente, empleando metodología BIM para que la ciudad de Echeandía tenga una instalación educativa apta en la formación de futuros profesionales.

¿Cómo se definirá el diseño sismorresistente que cumpla con los requisitos de un modelo sismorresistente y sea una solución óptima a nuestra problemática?

¿Cómo se brindará una educación de prestigio a los futuros bachilleres de Echeandía?

#### 1.4.2 **Objetivos Específicos**

Plantear distintas propuestas de diseño para la selección óptima que cumpla los estándares de educación superior exigidos por el gobierno.

Diseñar una infraestructura que acate las normativas vigentes de peligro sísmico, utilizando enfoques y técnicas especializadas que garantice la seguridad y resistencia de la estructura, al tiempo que optimice su funcionalidad y maximice su utilidad para la ciudad de Echeandía.

Mejorar las condiciones de infraestructura educativa mediante la construcción de aulas y espacios adecuados en una comunidad desfavorecida, promoviendo el acceso equitativo a una educación de calidad y contribuyendo al logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 4: Garantizando una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promoviendo oportunidades de aprendizaje durante toda la vida.

# CAPÍTULO 2

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Revisión de literatura

Existen múltiples normativas y guías prácticas para un proyecto de obra civil. Fundamentos necesarios como cantidad de aparatos sanitarios, radios de giro e incluso medidas de accesibilidad son algunos de los componentes a tomar en cuenta al momento de construir. Además de los parámetros legales exigidos para la construcción de infraestructura del sector público, se debe considerar los acuerdos existentes que rigen en el área del proyecto y que otorgan requerimientos propios de la zona. Actualmente, en Ecuador rige el Acuerdo Ministerial 483-12, expedido por el Ministerio de Educación, con el fin de proporcionar una educación de calidad a través de la definición de parámetros para las edificaciones destinadas a la educación.

El Acuerdo Ministerial 483-12 contiene especificaciones de carácter general que fueron definidas por el ente encargado de otorgar una disposición de espacios y elementos óptimos para el desarrollo de una instrucción de calidad. Entre los parámetros que contiene el acuerdo se hace mención del área recomendable que necesita un estudiante, una superficie de 1,6 m<sup>2</sup> (Ministerio de Educación, 2012); así como al número de aparatos sanitarios que se debe mantener a disposición (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1: Normas técnicas de diseño de ambientes educativos.**

Ambiente	Capacidad (estudiantes)	Área bruta (m <sup>2</sup> )	Área útil (m <sup>2</sup> )	Normativa
<b>Zona Educativa</b>				
Aula de educación inicial	25	72,00	64,00	Min. 2.00 m <sup>2</sup> Máx. 2.50 m <sup>2</sup>
Baterías sanitarias educación inicial	-	25,00	21,00	1 inodoro/25 estudiantes 1 urinario/25 estudiantes 1 lavado/1 inodoro
Aula modular para EGB y BGU	35 - 40	72,00	64,00	Min. 1.20 m <sup>2</sup> Máx. 1.80 m <sup>2</sup>

Baterías sanitarias hombres	-	25,00	21,00	1 inodoro/30 estudiantes 1 urinario/30 estudiantes 1 lavado/2 inodoro
Baterías sanitarias mujeres	-	25,00	21,00	1 inodoro/20 estudiantes 1 lavado/2 inodoro
Laboratorios de tecnología e idioma	35	72,00	64,00	2.00 m <sup>2</sup> /estudiante
Laboratorio de química y física	33	72,00	64,00	2.00 m <sup>2</sup> /estudiante
Laboratorio de ciencias	35	72,00	64,00	2.00 m <sup>2</sup> /estudiante

En la Tabla 1 se considera los valores normados por parte del acuerdo con respecto al número de aparatos sanitarios. Por lo que en la infraestructura de este proyecto se debe considerar la capacidad por área, distribución de alumnos y cantidad. Se estima de esta manera la cantidad óptima de aparatos sanitarios.

La Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) especifica, mediante la norma INEN 2969 – “Iluminación de los lugares de trabajo”, una luminosidad de 300 lux como mínimo por ambiente para las distintas zonas en establecimientos educativos. También señala una demanda energética sugerida de 60 W/ m<sup>2</sup> para los cálculos de consumo energético, con una visión de diseño sostenible, con la finalidad de estimar los valores de consumo óptimos para la comparación de distintos métodos de iluminación (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015).

**Tabla 2.2: Iluminaciones recomendadas según la actividad y tipo de local.**

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	mínimo	recomendado	óptimo
<b>Zonas generales de edificios</b>			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
<b>Zonas educativas</b>			
Aulas y laboratorios	300	400	500
Bibliotecas y salas de estudio	300	500	750
<b>Zonas administrativas</b>			
Oficinas administrativas, de inspección y salas de reuniones	450	500	750

De igual modo, es importante considerar el espacio de circulación en corredores y distanciamiento de puertas ante cualquier eventualidad. Al respecto, las dimensiones sugeridas en el libro de arquitectura de Neufert aportan un valor significativo hacia el proyecto. En el libro se menciona dimensiones óptimas para puertas de infraestructuras de educación y se establece 110X200 cm como la dimensión mínima sugerida. De igual forma, las dimensiones en ventanas varían de acuerdo con el nivel de ventilación a alcanzar. Esta medida se define a partir de estudios climáticos de la zona. Ahora bien, de manera estandarizada se establece dimensiones que superen 1,5 m<sup>2</sup> con una altura no menor a 1 metro (Neufert & Ruskin, 2019).

Con respecto al área de disposición ante el acceso hacia las escaleras, se define un mínimo de 2 m<sup>2</sup>. Esto se hace con el fin de precautelar la seguridad de los estudiantes ante cualquier eventualidad. El ancho mínimo para corredores es de 1,2 m, con el fin de crear una ruta de evacuación efectiva (Neufert & Ruskin, 2019).

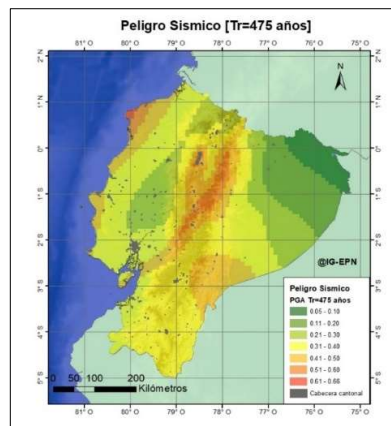
La Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) proporciona opciones constructivas, tales como tipos de materiales a usar y dimensiones estandarizadas para huellas y contrahuellas de escalones. La NEC se divide en capítulos que a su vez están divididos por secciones. Un ejemplo de esto es la sección de Habitabilidad y salud, incluida en el capítulo de la NEC-HS-AU - Accesibilidad universal. Esta brinda información importante con respecto a las dimensiones a tomar en cuenta en las escaleras. La normativa de Accesibilidad

universal determina valores de huella de 28 cm mínimo y de contrahuella de máximo 18 cm, así como áreas de descanso de al menos 2 metros de longitud entre el pasamanos y las paredes.(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2019)

Los acabados de la obra poseen características específicas que pueden otorgar beneficios. Por ejemplo, si se utiliza cerámicas o baldosas de tonos claros se obtiene un efecto reflectivo que da una mayor reflexión de la luz y reduce el consumo de los puntos de luminarias. Ahora bien, siempre es preciso realizar una comparación de materiales. Esto se debe a que los materiales empleados suman al proceso de cargas. Durante este proceso debe observarse la NEC-SE-CG – Cargas gravitacionales y analizarse diversas opciones (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

De igual manera, entre las dimensiones a considerar para la prevención de eventos naturales, se incluyen precauciones técnicas para eventos sísmicos. Estas precauciones son descritas en la NEC-SE-DS – Peligro sísmico, que recoge sugerencias sobre las alturas de entrepiso y los refuerzos en las bases e incluso los disipadores de energía. Debido a que, Ecuador es un país propenso a eventos sísmicos, se debe tomar en cuenta dichas recomendaciones (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

En el siguiente mapa, se observa áreas con valores de aceleración máxima en función de la gravedad expresando una fuerza lateral. Son necesarios para tomar decisiones con respecto a las dimensiones y refuerzo aplicable a los elementos estructurales.



**Figura 2.1: Mapa de peligro sísmico para un periodo de retorno de 475 años (Instituto Geofísico, 2023).**

El mapa proporciona una caracterización de acuerdo con el peligro sísmico por zonas en Ecuador. Estos valores otorgan información anticipada al diseñador para tomar decisiones e incluso plantear una planificación de trabajo diferenciada, a causa de la predicción del tipo de suelo que se prevé encontrar. Esta información permite clasificar por desempeño a la obra para prevenir problemas en los elementos estructurales. La normativa menciona niveles de amenaza sísmica, encasillándolos en niveles y probabilidad de ocurrencia. Dichos valores ayudan a encontrar dimensiones mínimas de los elementos estructurales, puesto que, estas amenazas tienen un periodo de retorno que genera un constante peligro de ocurrencia.

## 2.2 Área de estudio

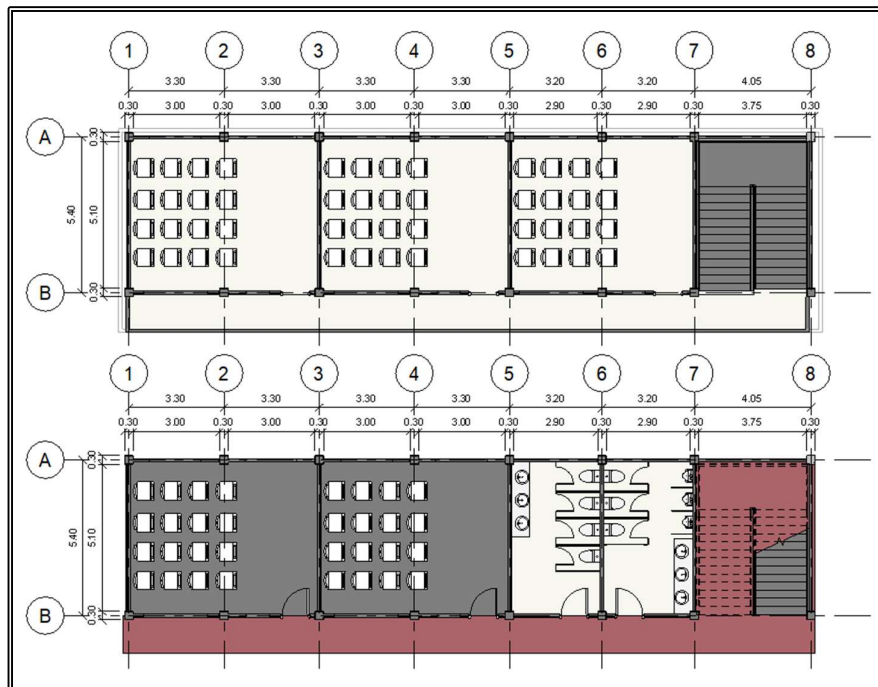
La información recopilada sobre el área de estudio es fundamental para establecer los parámetros de partida en el diseño. Entre ellos se incluyen datos sobre la superficie, construcciones aledañas, localización e información relacionada con el tipo de suelo.

La extensión universitaria cuenta con una superficie aproximada de 36 000 m<sup>2</sup>, según los datos brindados por la oficina de catastros de la ciudad de Echeandía. De entre estos, 2 000 m<sup>2</sup> están ocupados por bloques de aula (Figura 2.2, área color cian), quedando así 34 000 m<sup>2</sup> disponibles (Figura 2.2, área color verde). Para el área disponible, se plantea usar una pequeña porción de terreno para el desarrollo del proyecto y el resto se destinará como área verde; además para uso de parqueaderos, vegetación decorativa e incluso áreas de práctica para asignaturas de distintas carreras.



**Figura 2.2: Mapa del terreno en Echeandía. Fuente: Autoría propia (2023).**

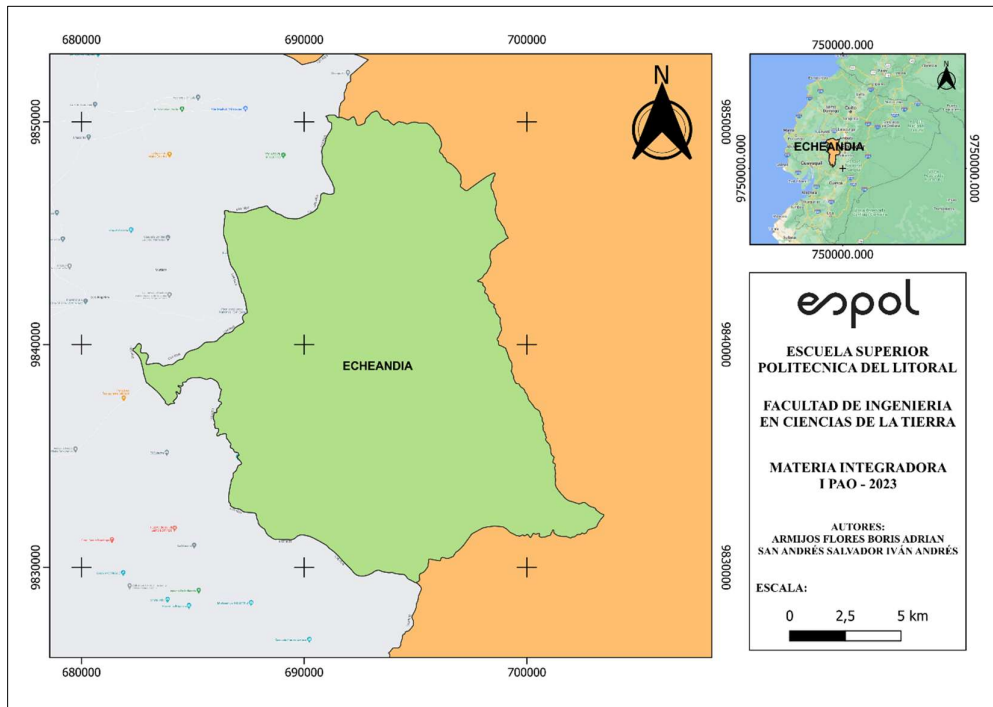
Para desarrollar el proyecto se tiene dimensiones de 23.65x5.4 m teniendo así un espacio requerido de 130 m<sup>2</sup> aproximadamente. El diseño arquitectónico del bloque contempla 5 aulas, siendo 2 en la planta baja y 3 en la planta alta, con capacidad máxima de 20 estudiantes (Figura 2.3). El bloque de aulas cuenta con un baño de hombres: 3 urinarios, 3 lavabos y 3 inodoros; mientras que el baño de mujeres consta de 4 inodoros y 3 lavabos. Las dimensiones de la escalera, con huellas de 27 cm y contrahuellas de 17 cm, son de 4.05 m por 5.4 m, disponiendo de un descanso de aproximadamente 2 m<sup>2</sup> después del décimo escalón.



**Figura 2.3: Especificaciones de dimensiones de bloques, baños y escalera. Fuente: Autoría propia (2023).**

La superficie del proyecto consta de un estrato de suelo arenoso, mezclado con cantos rodados, gravas y/o piedras, común en zonas con climas templados o cálidos sin temperaturas excesivas. Este tipo de suelo corresponde a un relieve colinado producto de socavaciones de rellenos sobre terrazas (Instituto Geografico Militar, 1986). De la descripción brindada para el tipo de suelo se puede inferir un perfil de suelo Tipo C o D, tomando en consideración las recomendaciones que indica la NEC-SE-PS – Peligro sísmico (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

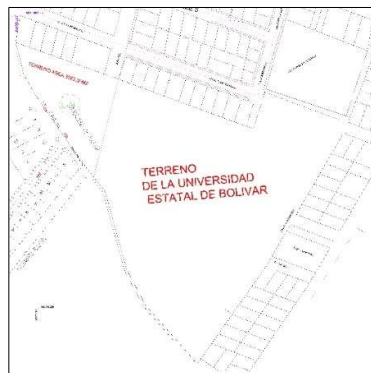




**Figura 2.4: Mapa de Echeandía. Fuente: Autoría propia (2023).**

### 2.3 Análisis de datos

El proyecto estará ubicado en la zona suroeste de Echeandía, lugar donde se encuentran las antiguas instalaciones de la extensión que se plantea rehabilitar (Figura 2.5). Mediante la cartografía del lugar se puede obtener las cotas que se manejan en la ciudad.



**Figura 2.5: Mapa de terreno de área disponible. Fuente: Autoría propia (2023).**

La revisión de la cartografía permite reconocer las vías transitables, brindando información acerca de las rutas disponibles donde se pueda tener un tránsito pesado. La disposición de elementos como ríos, cerros, calles y otros puntos de interés permiten la comprensión de las rutas de acceso a la universidad para evitar congestiones de tráfico u obras en el camino y así suministrar los recursos de la obra de manera óptima. Las rutas deben otorgar un fácil acceso. Además, el área cuenta con 2 frentes de grandes dimensiones que permiten un acceso interno a la obra para cualquier tipo de transporte o maquinaria destinado a usar en el proyecto.

## **2.4 Análisis de alternativas**

Para el diseño sismorresistente de una edificación de 2 plantas se define tres sistemas estructurales posibles para ser evaluadas bajo distintos criterios, los más importantes serían el costo, la resistencia y la durabilidad. Las alternativas ofrecen distintas ventajas y características ajustables a las necesidades de un proyecto, reconociendo en cada una de ellas sus virtudes.

### **2.4.1 Alternativas de diseño**

#### **2.4.1.1 Estructura de hormigón armado**

Es un sistema estructural que aprovecha la resistencia a la compresión del hormigón y la resistencia a la flexión del acero, siendo capaz de soportar grandes cargas, lo que hace de esta una opción versátil y aplicable a un sin número de proyectos en el campo de la ingeniería civil.

#### **2.4.1.2 Estructura metálica**

Este sistema ofrece ventajas tales como reducción en el tiempo de construcción y flexibilidad. Son idóneas para edificios de considerable altura y con amplia longitud en sus elementos. Estos presentan una reducción en su peso, lo cual lo hace más liviano en comparación a otros sistemas estructurales.

#### **2.4.1.3 Estructura mixta**

Es una combinación de los dos sistemas mencionados anteriormente aprovechando las virtudes en las capacidades de carga a compresión y la esbeltez que otorgan las estructuras metálicas, para crear soluciones eficientes y versátiles.

## 2.4.2 Criterios de evaluación

- Tiempo de construcción

Las alternativas presentan un rango de evaluación con respecto al periodo necesario para completar todas las actividades constructivas hasta la entrega de la obra gris.

**Tabla 2.3: Criterio de tiempo de construcción.**

Nivel	Corto	Medio-corto	Medio	Medio extendido	Extendido
Valor	5	4	3	2	1

- Costo de obra

El costo de los materiales y su disponibilidad en obra, son factores críticos para la elección de una alternativa. Esto involucra costos de adquisición, transporte, instalación y mantenimiento a lo largo de la vida útil de la infraestructura.

**Tabla 2.4: Criterio de costo de obra.**

Nivel	Bajo	Medio-bajo	Medio	Medio-alto	Alto
Valor	5	4	3	2	1

- Facilidad de construcción

En una obra civil es necesario un personal con conocimientos y habilidades específicas en áreas técnicas o especializadas. Los albañiles, electricistas, plomeros, carpinteros, soldadores, entre otros forman parte de este criterio y son evaluados bajo su nivel de conocimiento en el área.

**Tabla 2.5: Criterio de facilidad de construcción.**

Nivel	Sin conocimientos técnicos	Con bajo conocimientos técnicos	Con conocimiento técnico medio	Con conocimientos técnicos medio-alto	Con conocimiento técnico alto
Valor	5	4	3	2	1

- Manejo de recursos

Identificar y adquirir los materiales de construcción adecuados en la cantidad y calidad necesaria es un factor importante para proyectos ubicados en zonas no accesibles por rutas de primer orden, además con esto se asegura la disponibilidad

de materiales para la optimización del uso de recursos, minimizando el desperdicio y aplicando prácticas de sostenibilidad.

**Tabla 2.6: Criterio de manejo de recursos.**

Nivel	Fácil acceso	Acceso moderado	Acceso limitado	Acceso complicado y limitado	Acceso muy limitado/casi nulo
Valor	5	4	3	2	1

- Resistencia y durabilidad

El rendimiento y la resistencia bajo la acción de cargas de todo tipo representan un factor de gran importancia en una construcción, ya que su ausencia conlleva a obras complementarias para prolongar su vida útil y así continuar garantizando la seguridad de los ocupantes.

**Tabla 2.7: Criterio de resistencia y durabilidad.**

Nivel	Excepcional	Alta	Estándar	Moderada	Baja
Valor	5	4	3	2	1

- Impacto ambiental

Para la evaluación de impacto ambiental se opta por evaluar los efectos negativos en el proceso constructivo de cada una, teniendo en cuenta la generación de residuos, contaminación de aire, consumo de recurso naturales, deforestación, alteración de los ecosistemas, entre otros.

**Tabla 2.8: Criterio de impacto ambiental.**

Nivel	Bajo	Moderado	Significativo	Alto	Crítico
Valor	5	4	3	2	1

### 2.4.3 Análisis y evaluación de alternativas

Mediante la evaluación de las distintas alternativas bajo los criterios planteados previamente, resumidos en la Tabla 2.9, se analiza la factibilidad de cada una, siendo la estructura de hormigón armado la que cuenta con los más altos valores en la mayoría de los criterios.

**Tabla 2.9: Matriz de ponderaciones de las alternativas bajo los criterios.**

Alternativas		Estructura de hormigón armado		Estructura metálica		Estructura mixta	
Criterios	Ponderación (%)	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado
Tiempo de construcción	15	3	9	5	15	4	12
Costo	25	4	12	2	6	3	9
Facilidad de construcción	15	5	15	3	9	4	12
Manejo de recursos	15	4	12	3	9	4	12
Resistencia y Durabilidad	20	5	15	4	12	4	12
Impacto ambiental	10	3	9	5	15	4	12
		<b>Total</b>	72	<b>Total</b>	66	<b>Total</b>	69

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

### 3.1 Diseño

#### 3.1.1 Diseño Sísmico

La Normativa Ecuatoriana de la Construcción de Peligro Sísmico es fundamental para garantizar la seguridad de las estructuras en Ecuador, debido a la alta actividad sísmica en el país. Teniendo como objetivo salvaguardar la vida de las personas y reducir los daños causados por los terremotos.

La información inicial es importante en conjunto con el diseño arquitectónico puesto que permite la elección de valores de carga y parámetros de diseño sísmico. Los datos de partida para el diseño se especifican en la siguiente tabla.

**Tabla 3.1: Información inicial de diseño.**

Tipo de edificación	Materiales	Tipo de losa	Ubicación	Tipo de suelo
Educación	$f'_c = 28 \text{ MPa}$ $f_y = 420 \text{ MPa}$	Nervada	Echeandía, Bolívar	D

Entre los parámetros analizados se tienen los factores de sismicidad acorde a las zonas del Ecuador, coeficientes de los perfiles de suelos, y más parámetros que se detallarán en esta sección.

#### 3.1.1.1 Factor Z

En la normativa NEC-SE-PS se establece un factor Z que representa la aceleración máxima en función de la gravedad. Se divide en 5 tipos, acorde al peligro que represente. Echeandía tiene un factor de 0.30, lo que mediante la tabla 3.2 se puede catalogar como un alto factor sísmico.

**Tabla 3.2: Factor de actividad sísmica.**

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.50$
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

### 3.1.1.2 Tipo de suelo

Acorde a los perfiles de suelo presentes en la normativa, el proyecto está ubicado en un perfil tipo D, lo cual representa un suelo rígido, pero con ondas cortantes significativas.

### 3.1.1.3 Coeficientes de perfil de suelo $F_a$ , $F_d$ y $F_s$

$F_a$ : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.

$F_a$  acorde a un perfil de suelo tipo D y factor sísmico de 0.30 = 1.3

**Tabla 3.3. Coeficiente de amplificación de suelo.**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥ 0.50
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1	0.85
F	Véase <b>Tabla 2</b> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <b>10.5.4</b>					

$F_d$ : amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

$F_d$  acorde a un perfil de suelo tipo D y factor sísmico de 0.30 = 1.36

**Tabla 3.4: Facto de amplificación de ordenadas del espectro elástico.**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥ 0.50
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <b>Tabla 2</b> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <b>10.6.4</b>					

Fs: comportamiento no lineal de los suelos.

Fs acorde a un perfil de suelo tipo D y factor sísmico de 0.30 = 1.11

**Tabla 3.5: Factor de comportamiento no lineal.**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥ 0.50
<b>A</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>B</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>C</b>	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
<b>D</b>	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
<b>E</b>	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
<b>F</b>	Véase <b>Tabla 2</b> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <b>10.5.4</b>					

#### 3.1.1.4 Parámetro $\eta$

Es la razón entre la aceleración espectral  $S_a$  y la aceleración máxima en el terreno (Factor Z). Estos valores varían dependiendo la zona del Ecuador en la que se encuentren. Para Echeandía se maneja un valor  $\eta=2,48$  acorde a los valores brindados por la NEC-SE-DS (Tabla 3.6).

**Tabla 3.6: Coeficientes de sismicidad por región.**

Provincias	$\eta$
Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)	1,8
Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos	2,48
Provincias del Oriente	2,6



### 3.1.1.5 Factor r

El factor depende del tipo de suelo y para el proyecto sería igual a 1. El factor es usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

### 3.1.1.6 Regularidad en planta y elevación ( $\emptyset_p$ y $\emptyset_e$ )

Las irregularidades de planta y elevación se encuentran en alguno de los casos presentados en el capítulo 5.2.2 de la NEC-SE-DS, ya sea la Tabla 12 o 13.

La tabla 13 expresa en uno de sus casos que: “Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.”, asignándole un valor de 0.9 a la irregularidad en planta (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

También se expresa que: “La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.”, asignándole un valor de 0.9 a la irregularidad en elevación (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

### 3.1.1.7 Coeficiente de importancia (I)

Al ser una unidad educativa, el proyecto tendrá un coeficiente de importancia igual a 1,3 según la Tabla 3.7.

**Tabla 3.7: Coeficiente de Importancia.**

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales. clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos. defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de Centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias, Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias antincendios. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos. químicos u otras substancias peligrosas.	1.5

Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y Otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

### 3.1.1.8 Ductilidad y factor de reducción sísmica (R)

El factor de reducción sísmica es igual a 8 según la tabla 3.8, debido a que se trata de un sistema estructural destinado a presentar cierto grado de ductilidad.

**Tabla 3.8. Coeficiente de Reducción sísmica.**

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadores.	7
<b>Pórticos resistentes a momentos</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
<b>Otros sistemas estructurales para edificaciones</b>	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

### 3.1.1.9 Período fundamental (T)

La NEC-SE-DS establece 2 métodos por los cuales se puede calcular el período fundamental. Para el presente proyecto se usará solo el primer método que obedece la ecuación 3-1 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

$$T = C_t * h_n^\alpha \quad (3-1)$$

Dónde:

Ct Coeficiente que depende del tipo de edificio, otorgado por la tabla x.

$\alpha$  Coeficiente que acompaña a Ct

hn Altura máxima de la edificación

**Tabla 3.9: Coeficientes dependientes del tipo de edificación.**

Tipo de estructura	Ct	a
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadores y para otras estructuras basadas en muros y mampostería estructurales	0.055	0.75

Para lo cual se tiene:

$$T = 0,2841 [s]$$

### 3.1.1.10 Período límite de vibración ( $T_c$ )

El período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño viene dado por la ecuación 3-2, que se encuentra en la NEC-SE-DS.

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a} \quad (3-2)$$

Utilizando los valores determinados para los parámetros usados en la ecuación se tiene que el período es igual a 0.6387 segundos.

### 3.1.1.11 Carga sísmica ( $W$ )

La fuerza  $W$  es la carga sísmica activa que básicamente representa la fuerza lateral generada por el peso de la estructura en el instante de un sismo al momento que la estructura quiera recuperar su posición original. Por lo que, para obtener este valor se debe calcular el peso propio de la estructura.

El predimensionamiento nos ayuda a tener un peso aparente bajo el cual estará expuesta la estructura, por lo que el valor de esta se obtendrá posterior a este cálculo.

### **3.1.1.12 Cortante basal**

El cortante basal expresa la fuerza prevista tener aplicada en la base de la estructura, aplicada por acción del sismo y considerando las cargas permanentes del proyecto, todo esto considerando factores específicos descritos en la NEC-SE-DS, conforme el tipo de estructura prevista (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

$$V = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \emptyset_p * \emptyset_e} * W \quad (3-3)$$

$$V = \frac{1.3 * 0.97}{8 * 0.9 * 0.9} * W$$

$$V = 0,1878 * W$$

### **3.1.1.13 Derivas admisibles**

El control de deformaciones mediante el cálculo de desplazamientos por piso permite mejorar el diseño a fin de reducirlas de manera sustancial. En la NEC-SE-DS se establecen valores de respuesta máxima inelástica en desplazamientos ( $\Delta M$ ) tal como se muestra en la ecuación 3-4, todo esto tomando en cuenta el sismo de diseño (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

$$\Delta M = 0.75 * R * \Delta e \quad (3-4)$$

Donde:

$\Delta M$  Deriva máxima inelástica

$\Delta e$  Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

R Factor de reducción

Para contener algún efecto imprevisto en los elementos estructurales la NEC-SE-DS dispone de factores que en conjunto con la inercia del elemento forman un producto que

no sobrepasará los límites de deriva inelástica que se encuentran en la tabla 3.10 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

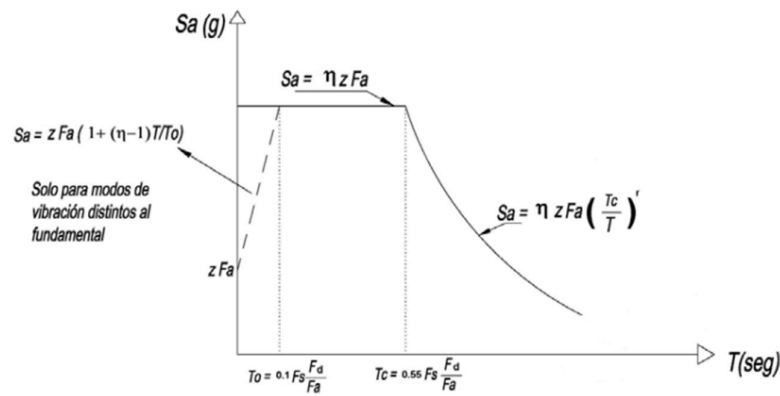
**Tabla 3.10: Deriva máxima admisible.**

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

### 3.1.2 Modelo y análisis estructural

#### 3.1.2.1 Espectro elástico e inelástico de diseño

Expresado como fracción de la gravedad se obtiene mediante el siguiente conjunto de ecuaciones descritos en la figura 6, tal como expresa la NEC-SE-DS para formar el espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2014).

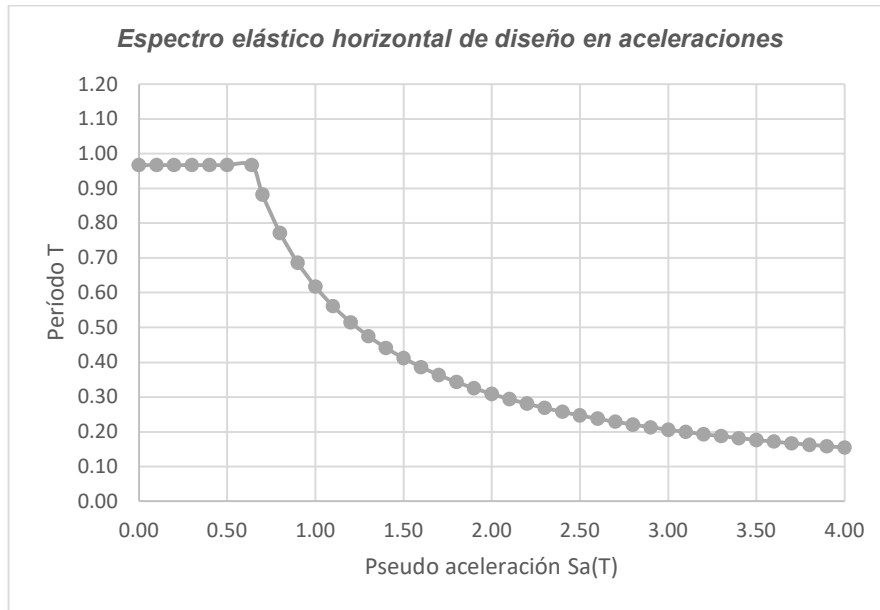


**Figura 3.1: Espectro elástico**

Con los parámetros descritos en las anteriores secciones se forma la gráfica para el proyecto la cual brinda información para realizar un análisis dinámico de la estructura. Teniendo los resultados presentados en la tabla 3.11 y figura 3.1.

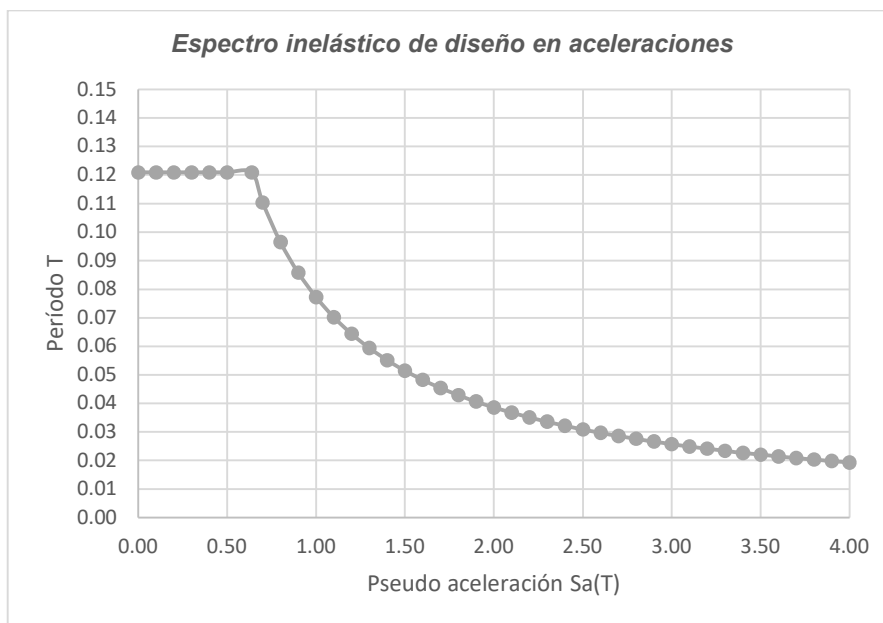
**Tabla 3.11: Período de la estructura.**

T	Sa
s	g
0,00	0,97
0,10	0,97
0,20	0,97
0,30	0,97
0,40	0,97
0,50	0,97
0,64	0,97
0,70	0,88
0,80	0,77
0,90	0,69
1,00	0,62
1,10	0,56
1,20	0,51
1,30	0,48
1,40	0,44
1,50	0,41
1,60	0,39
1,70	0,36
1,80	0,34
1,90	0,33
2,00	0,31
2,10	0,29
2,20	0,28
2,30	0,27
2,40	0,26
2,50	0,25
2,60	0,24
2,70	0,23
2,80	0,22
2,90	0,21
3,00	0,21
3,10	0,20
3,20	0,19
3,30	0,19
3,40	0,18
3,50	0,18
3,60	0,17
3,70	0,17
3,80	0,16
3,90	0,16
4,00	0,15



**Figura 3.2: Espectro elástico de la estructura.**

Si a los valores obtenidos para la gráfica del espectro elástico se dividen para el factor de reducción podemos contar con la gráfica para el espectro inelástico de diseño. Con un valor de R igual a 8 se tiene la figura 3.3.



**Figura 3.3: Espectro inelástico de la estructura.**

### 3.1.2.2 Distribución vertical de fuerzas sísmicas

La distribución de fuerzas laterales va acorde a la altura de la estructura e independiente del periodo fundamental. La NEC-SE-DS brinda la ecuación 3-5.

$$V = \sum_{i=1}^n F_i ; V_x = \sum_{i=1}^n F_i ; F_x = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V \quad (3-5)$$

Dónde:

- V Cortante total en la base de la estructura
- V<sub>x</sub> Cortante total en el piso x de la estructura
- F<sub>i</sub> Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura
- F<sub>x</sub> Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura
- n Número de pisos de la estructura
- w<sub>x</sub> Peso aginado al piso de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W
- w<sub>i</sub> Peso aginado al piso de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W
- h<sub>x</sub> Altura de entrepiso
- h<sub>i</sub> Altura del piso i de la estructura
- k Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura T

La tabla 3.12, otorga ecuaciones para calcular el coeficiente k.

**Tabla 3.12: Coeficiente k**

Valores	k
≤ 0.5	1
0.5 < T ≤ 2.5	0.75 + 0.50 T
> 2.5	2

Usando el factor de cortante se tienen los siguientes parámetros de partida, los cuales permiten obtener los valores de distribución lateral. Donde la carga lateral E, se calcula mediante la misma forma que la fuerza cortante V, con la diferencia que se usa la pseudo aceleración en estado límite hasta el tiempo de límite de vibración.



**Tabla 3.13: Valores de cortante basal y fuerza sísmica.**

Cortante Basal		
V	548,4488	kN
Carga Sísmica (E)		
E	179,8039	kN

En función del peso de la estructura calculado mediante el predimensionamiento se tienen los valores expresados en la tabla 3.14, brindando la aportación de fuerza lateral de cada piso.

**Tabla 3.14: Distribución de fuerzas horizontales**

Pisos	hx	hi	wi	wx	wih <sup>k</sup>	Aporte por piso	F	V
U	m	m	kN	kN	kN*m	%	kN	kN
2	3,1	6,2	1460,367	1460,367	7435,78	65%	356,40	356,40
1	3,1	3,1	1460,367	2920,733	4006,71	35%	192,05	548,45
					11442,49		548,45	

Donde se expresa un aporte de fuerza lateral del 65% en la planta alta de la estructura, y la fuerza restante hacia la planta baja, un tanto reducida, pero con fuerzas de afectaciones a la estructura igual de importantes.

### 3.1.3 Predimensionamiento de la superestructura

Los elementos estructurales necesarios para el proyecto pasarán por un proceso de selección y comprobación a sus dimensiones y armado respectivo.

#### 3.1.3.1 Estimación de cargas muertas y cargas vivas

La elección de las cargas aplicadas a la superestructura está sujeta a elección acorde a la información inicial de ocupación.

### 3.1.4 Predimensionamiento de la superestructura

Los elementos estructurales necesarios para el proyecto pasarán por un proceso de selección y comprobación a sus dimensiones y armado respectivo.

### 3.1.4.1 Estimación de cargas muertas y cargas vivas

La elección de las cargas aplicadas a la superestructura está sujeta a elección acorde a la información inicial de ocupación.

#### 3.1.4.1.1 Cargas muertas (D)

Las cargas sobreimpuestas son las cuales están presentes en la estructura desde que entra en funcionamiento, estas incluyen acabados y cableado necesario para el funcionamiento de esta, por lo que mediante la NEC-SE-CG se toman los valores expresados en la tabla 3.15, para considerar en el proyecto (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

**Tabla 3.15: Cargas muertas de la estructura.**

Cargas Muertas	[kg/m <sup>2</sup> ]
Tumbado	20
Instalaciones eléctricas	20
Cerámica	20
Instalaciones A/C	20
Instalaciones voz y datos	20
Paredes	170

(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

#### 3.1.4.1.2 Cargas Vivas (L)

Las cargas vivas en el proyecto involucran tránsito de personas, consecuente a la NEC-SE-CG se dan valores regulados en la tabla 3.16.

**Tabla 3.16: Cargas vivas de la estructura.**

Cargas Vivas	[kN/m <sup>2</sup> ]
Cubierta (Lr)	0,7
Aulas	2
Corredores	4
Escalera	2

(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

#### 3.1.4.1.3 Combinación de cargas

La NEC adopta algunas de las combinaciones propuestas para las normativas americanas, sin embargo las más relevantes se encuentran en la tabla 3.17, porque reúnen cargas usadas en nuestro medio como lo son las cargas muertas o permanentes D, siendo estas el peso de la estructura y cargas sobreimpuestas como se definió en su sección; las cargas vivas L y Lr, que al ser cargas intermitentes, no se efectúan siempre; y sin duda la más importante la carga sísmica E, compartiéndose en el sentido del eje X y eje Y, logrando envolver los efectos sísmicos de la zona y van de acuerdo a las cargas permanentes como se estableció. Se omiten cargas de viento y nieve, puesto que no son aplicables al proyecto.

**Tabla 3.17: Combinación de cargas.**

Combinaciones de carga
1,4 D
1,2 D + 1,6 L
1,2 D + L + 0,5 Lr

$1,2 D + E + L$
$0,9 D + E$

(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

### 3.1.4.2 Predimensionamiento de losa

Para el predimensionamiento de una losa nervada hay que tomar en cuenta la composición que posee. La losa nervada está compuesta de viguetas, alivianador y espesor. Las viguetas obedecen las dimensiones mínimas presentes en la Tabla 3.18. Debido a la unidireccionalidad de la losa, lo cual conduce a los siguientes resultados.

**Tabla 3.18: Peralte mínimo en vigas.**

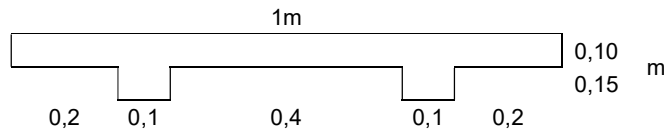
Condición de apoyo	Altura mínima, h
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

(American Concrete Institute, 2014)

La altura que se dispone a través de la tabla establece la altura de la losa. Teniendo presente que se escogerá el paño de losa que se considere más desfavorable y permita ser replicado en los demás paños sin problema.

**Tabla 3.19: Predimensionamiento de losa.**

Peralte de nervios	ACI 318 - TABLA 9.3.1.1	
espesor	0,10	m
$L/16$	0,25	m
$L/18,5$	0,22	m
$L/21$	0,19	m
$L/8$	0,51	m
L1	5,40	m
L2	4,05	m
Peralte (m)	0,25	m
h equivalente (m)	0,13	m
$q_{losa}(kN/m^2)$	3,25	$kN/m^2$

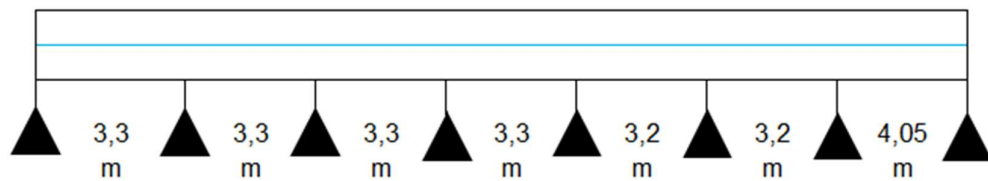


**Figura 3.4: Sección de losa.**

### 3.1.4.3 Predimensionamiento de Vigas

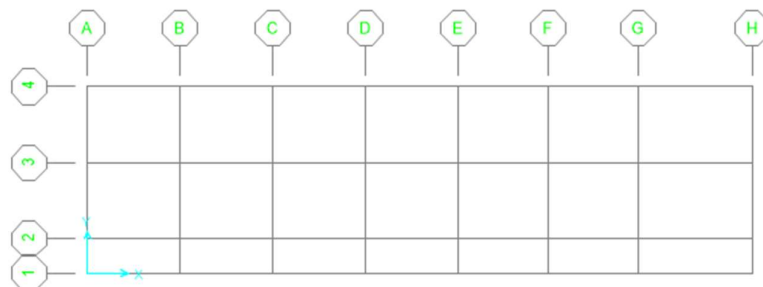
Para el predimensionamiento de vigas al igual que con los nervios se utiliza la tabla 3.18, brindada por la ACI 318, para lo cual se debe tomar su valor como sugerencia y optar por una dimensión construible.

Para predimensionar las vigas hay que considerar los tramos tanto en x como en y, y en cada eje la situación más desfavorable.



**Figura 3.5: Vanos interiores.**

Al momento de calcular las cargas aplicables en los vanos se considera una longitud efectiva  $L_n$ , la cual expresa la longitud en la que estará en funcionamiento, y esto permite obtener el ancho de la viga. Al obtener estos valores se procede a obtener las cargas  $q$ , de cada componente; considerando las cargas escogidas en el proceso de selección de cargas aplicables al proyecto.



**Figura 3.6: Ejes de la estructura.**

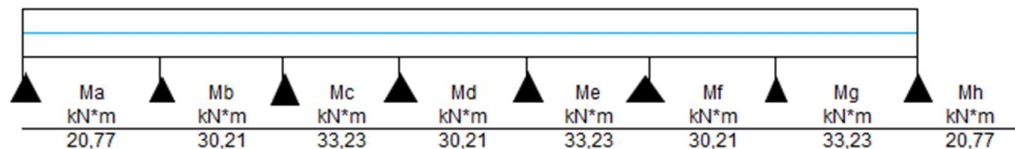
Para el proceso de selección se deben calcular los momentos aplicables en cada punto del tramo más desfavorable con las fórmulas ubicadas en la tabla 3.20 brindada por la

ACI 318, para aproximar valores de momento. Donde se deberá usar valores tanto para la longitud efectiva ( $L_n$ ) que es el 90% de la longitud total del vano y la carga lineal que se tiene es la aplicable por sobrecarga y carga viva aplicable en la viga.

**Tabla 3.20: Momentos a lo largo del vano de la viga.**

Momento	Localización	Condición	$M_u$
Positivo	Vanos extremos	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u l_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u l_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u l_n^2 / 16$
Negativo	Caras interiores de los apoyos exteriores	Miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u l_n^2 / 24$
		Miembros construidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u l_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo inferior	Dos vanos	$w_u l_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u l_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$w_u l_n^2 / 11$
Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no exceden de 3 m (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga excede de 8 en cada extremo del vano	$w_u l_n^2 / 12$	

El eje x – 2 en la cubierta es el conjunto de vanos más desfavorable al recibir cargas del Eje 1 y del Eje 3. Obteniendo los siguientes valores de momento mostrados en la figura 3.7.



**Figura 3.7**

Durante el tramo escogido para el predimensionamiento se tienen valores de momento para tramos de vigas que estén apoyados monolíticamente, más de dos vanos y estando detallados en la tabla x en conjunto con los demás parámetros detallados en la tabla x que permiten una elección de dimensiones tales como: el peralte de la viga sugerido por la tabla 3.18 y el ancho a elección que suele ser mitad del peralte sin reducirse de 250 mm acorde al American Society of Civil Engineers (ASCE). Así como el ASCE tiene sugerencias de peralte y ancho, tiene solicitudes de longitud efectiva, detallando que

no sea menor a 4 veces el peralte efectivo de la vida (d) y un ancho tributario sobre el cual se acciona la carga.

**Tabla 3.21: Predimensionamiento de viga en el eje X.**

CUBIERTA EJE X		
Peralte de viga	ACI 318 - TABLA 9.3.1.1	
L/16	0,25	m
L/18,5	0,22	m
L/21	0,19	m
L/8	0,51	m
Peralte ado	0,30	m
bw ado	0,25	m
qviga	1,88	kN/m

Las cargas expresadas en la tabla 3.21, tienen la combinación 2 escogida para el predimensionamiento que en conjunto con los demás parámetros ayudan en la obtención de los momentos. Estos momentos expresados en la figura 3.7 se procede a estimar el acero longitudinal mediante la ecuación 3-6 y un acero ( $A_s$ ) mínimo que dependerá de las dimensiones que se tengan.

$$A_{smax} = 2.5\% * b * d \quad (3-6)$$

A más de las dimensiones se escogerá el mayor valor de entre las ecuaciones 3-7 y 3-8.

$$A_{smin} = \frac{1.4 * b * h}{f_y} \quad (3-7)$$

$$A_{smin} = \frac{\sqrt{f'_c} * b * d}{4 * f_y} \quad (3-8)$$

Teniendo el acero mínimo de refuerzo se debe calcular el área de acero a elección con la fórmula de área de un círculo.

$$A_s = \pi r^2 \quad (3-9)$$

$A_s$  puede ser multiplicado por la cantidad de varillas de refuerzo que se quieran colocar para lo cual se obtendrá el  $A_s$  adoptado para el elemento.

Para elementos sometidos a flexión el factor de reducción es de 0.9, valor adoptado de las normas del ASCE para lo que se basa el cálculo del momento que puede soportar la viga calculado mediante la ecuación 3-10.

$$Mv = \emptyset \text{flección} * As \text{ adop} * fy * d \quad (3-10)$$

La tabla 3.22 resume el cálculo de estos parámetros de diseño acorde a las fórmulas descritas y el momento ultimo (Mu), esperado en el elemento.

**Tabla 3.22: Predimensionamiento de armado de vigas.**

MA							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
17	1563	208	12	113	2	226,19	CUMPLE
MB							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
27	1563	208	12	113	3	339,29	CUMPLE
MC							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
25	1563	208	12	113	3	339,29	CUMPLE

La sugerencia del acero de refuerzo esta más descrito en la sección de diseño, sin embargo, esta elección ayuda a establecer momentos estimados a recibir en los elementos. Como el proceso para los elementos de viga es similar, se toman las dimensiones de este predimensionamiento para las demás. Esto respeta los parámetros constructivos para lo cual se tiene una mejor estética visual y a nivel técnico se dimensiona su refuerzo longitudinal.

Para el eje Y el cálculo es de manera similar con la diferencia de parámetros iniciales y cargas recibidas, por lo que se tiene la tabla 3.23 que detalla los parámetros de partida y obtener los valores de la tabla 3.24. Con diferente longitud efectiva se tienen valores de momento como se detalla en la figura 3.8.



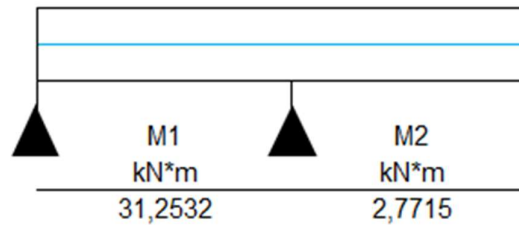


Figura 3.8: Momentos de vanos en el eje Y.

Tabla 3.23: Predimensionamiento de vigas en el eje Y.

CUBIERTA EJE Y		
Peralte de viga (Y)	ACI 318 - TABLA 9.3.1.1	
L/16	0,34	m
L/18,5	0,29	m
L/21	0,26	m
L/8	0,68	m
Peralte ado	0,35	m
bw ado	0,25	m
qviga	2,19	kN/m

Tabla 3.24: Predimensionamiento de armado de vigas.

M1							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
31	1875	292	14	154	3	461,81	CUMPLE
M2							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
3	1563	250	14	154	2	307,88	CUMPLE

Para los elementos estructurales colocados en la cubierta se considera una carga mínima de cubierta, pero en las cargas vivas de piso es la expresada en la tabla 3.24, por lo que se tiene para el eje x los momentos registrados en la figura 3.9, tanto para las vigas de amarre en piso como las que están apoyadas en columnas como es el caso del eje 2 y 3.

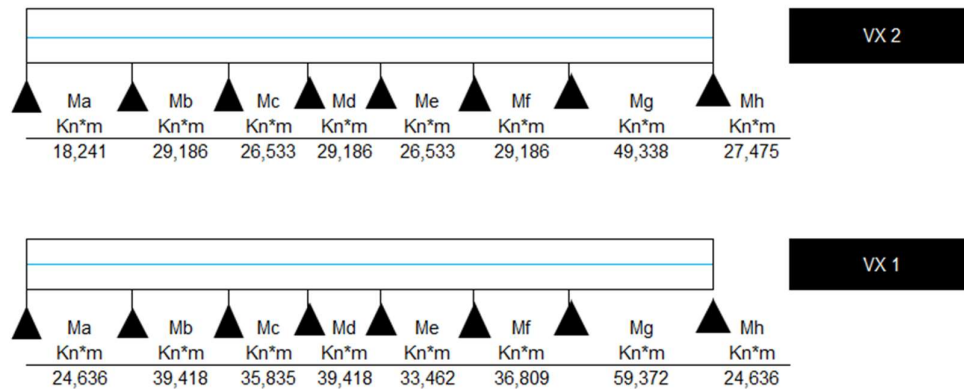


Figura 3.9: Momentos de eje X de planta baja y alta.

El mismo procedimiento en el cálculo de los parámetros de diseño, con el diferencial de elección de 2 tipos de refuerzo acorde a los momentos recibidos por cada tramo en el eje.

Tabla 3.25: Predimensionamiento de viga en el eje X.

PLANTA ALTA EJE X		
Peralte de viga de piso	ACI 318 - TABLA 9.3.1.1	
L/16	0,25	m
L/18,5	0,22	m
L/21	0,19	m
L/8	0,51	m
Peralte ado	0,40	m
bw ado	0,25	m
qviga	2,50	kN/m

Tabla 3.26: Predimensionamiento de armado de vigas.

ME							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
27	2188	292	14	154	3	461,81	CUMPLE
MF							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
29	2188	292	14	154	3	461,81	CUMPLE
MG							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
49	2188	292	16	201	3	603,19	CUMPLE

Para vigas en el eje Y se tienen los siguientes valores de momento y para el cual se tiene la tabla 3.27 que detalla los parámetros iniciales de predimensionamiento que permiten obtener la tabla 3.28.

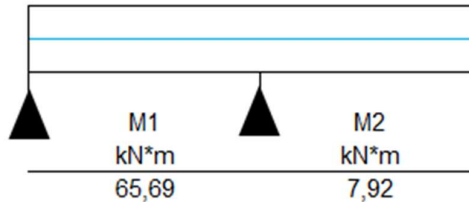


Figura 3.10: Momentos de vanos en el eje Y.

Tabla 3.27: Predimensionamiento de viga en el eje Y.

PLANTA ALTA EJE Y		
Peralte de viga (Y)	ACI 318 - TABLA 9.3.1.1	
L/16	0,34	m
L/18,5	0,29	m
L/21	0,26	m
L/8	0,68	m
Peralte ado	0,40	m
bw ado	0,25	m
qviga	2,50	kN/m

Tabla 3.28: Predimensionamiento de armado de vigas.

M1							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
66	2188	333	18	254	3	763,41	CUMPLE
M2							
Mu	Ac máx.	Ac min.	Varilla	As	Cantidad	As ado	As
kNm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	mm <sup>2</sup>	máx.>ado>min.
8	1250	200	12	113	2	226,19	CUMPLE

#### 3.1.4.4 Predimensionamiento de columnas

Para el predimensionamiento de las columnas se analiza la columna considerada más crítica o que reciba un mayor aporte de cargas.

El eje 2 es el que recibe un mayor aporte de vigas en todos sus extremos, por lo que se tienen datos para la cubierta y planta baja para predimensionar la columna.

**Tabla 3.29: Predimensionamiento de columna planta alta.**

Pilares cubierta		
Cantidad pisos	1	u
ancho	6,60	m
largo	3,30	m
A trib	21,78	m <sup>2</sup>
ancho	0,25	m
peralte	0,30	m
ancho	0,25	m
peralte	0,35	m
Nper	113,19	kN
Nvar	15,25	kN
Nu	128,44	kN

**Tabla 3.30: Predimensionamiento de columna planta baja.**

Pilar pisos		
h pilar	3,10	m
pilar sobre	16	u
Cantidad pisos	1	u
ancho	3,30	m
largo	2,70	m
A trib	8,91	m <sup>2</sup>
ancho	0,25	m
peralte	0,40	m
ancho	0,25	m
peralte	0,40	m
Nper	81,31	kN
Nvar	53,46	kN
Nu	134,77	kN

El aporte recibido por las columnas de cubierta es solo de vigas para lo cual la carga axial recibida (Nu) ayuda a obtener valores para la capacidad de cada una y su acero requerido (Areq) mediante la división de ambos. Mediante el valor obtenido se tiene la siguiente tabla con el predimensionamiento de dichos elementos y su aporte.

**Tabla 3.31: Predimensionamiento de armado de columna planta alta.**

PISO	NOM	Elemento	Eje x	Eje y	C	ACI 18.7.4	18.7.2
Nu	$0.2 \cdot f_c$	Areq	Varilla	Cantidad	As ado	p	b
N	Kpa	mm <sup>2</sup>	mm	u	mm <sup>2</sup>	-	mm
128436	5,6000	22935	20	4	251,3274	0,0110	151

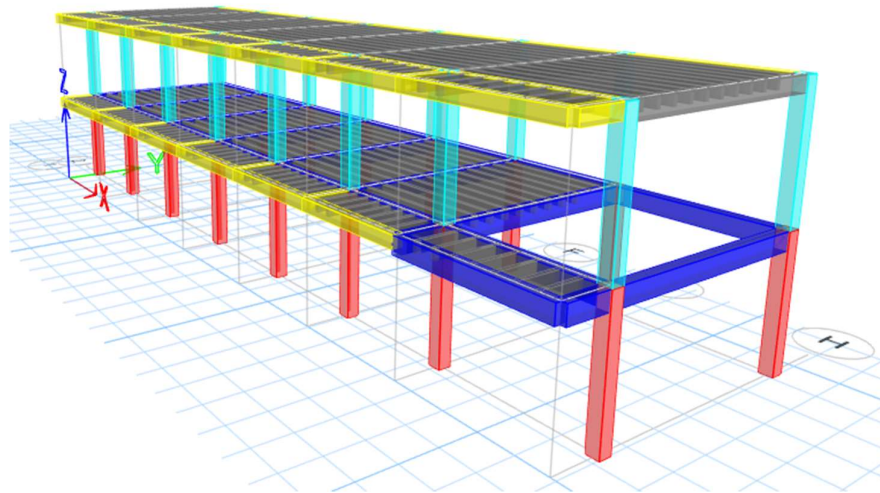
Para la columna de planta baja se adiciona la carga superior al valor de carga obtenido para como carga transmitida y se obtiene la tabla 3.31.

**Tabla 3.32: Predimensionamiento de armado de columna planta baja.**

PISO	NOM	Elemento	Eje x	Eje y		ACI 18.7.4	18.7.2
Nu	$0.2 \cdot f_c$	Areq	Varilla	Cantidad	As ado	p	b
N	Kpa	mm <sup>2</sup>	mm	u	mm <sup>2</sup>	-	mm
397970	5,6000	71066	22	8	1105,8406	0,0156	267

### 3.1.5 Análisis Modal

La estructura cuenta con 3 dimensiones de vigas y 1 dimensión de columna, pero con diferente acero de refuerzo para lo cual se crea 1 elemento para cada piso con asignaciones de color para cada elemento visible en la gráfica x.



**Figura 3.11: Modelo tridimensional en ETABS. Fuente: Autoría propia (2023).**

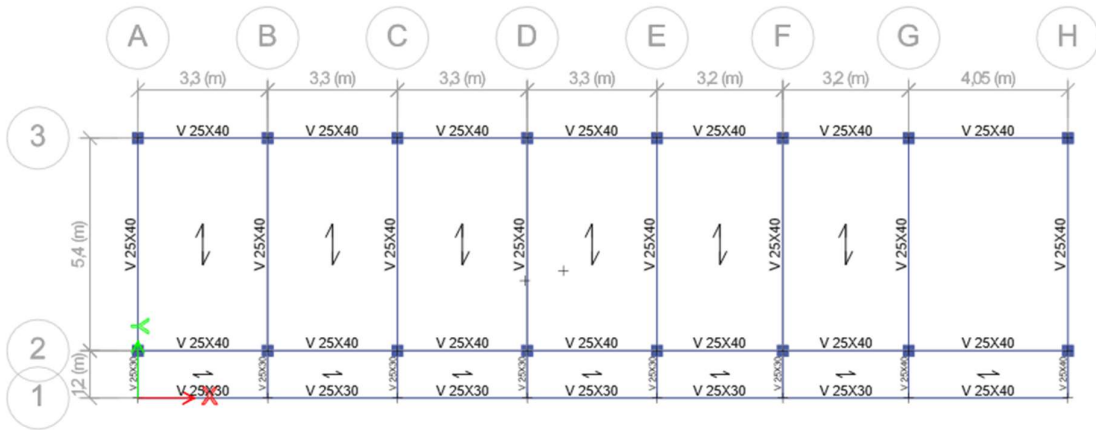


Figura 3.12: Vista de planta baja en ETBAS. Fuente: Autoría propia (2023).

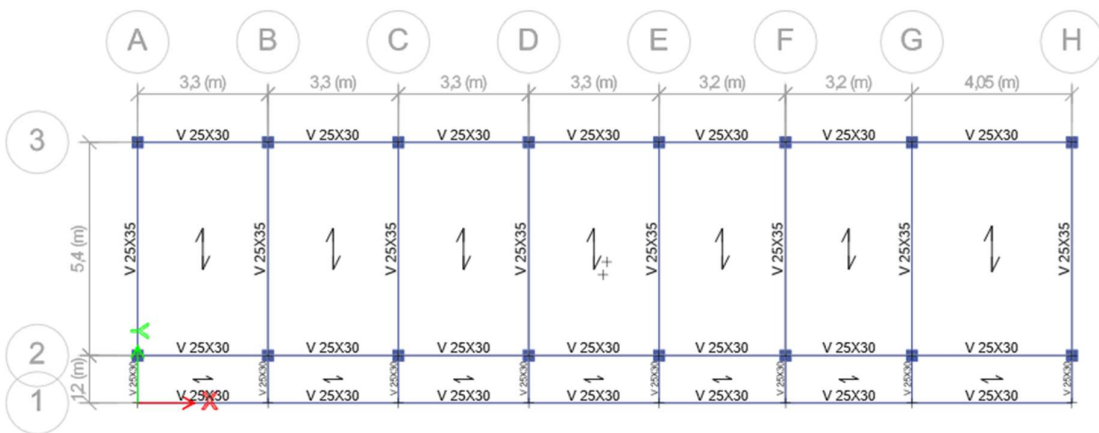


Figura 3.13: Vista de planta alta(cubierta) en ETBAS. Fuente: Autoría propia (2023).

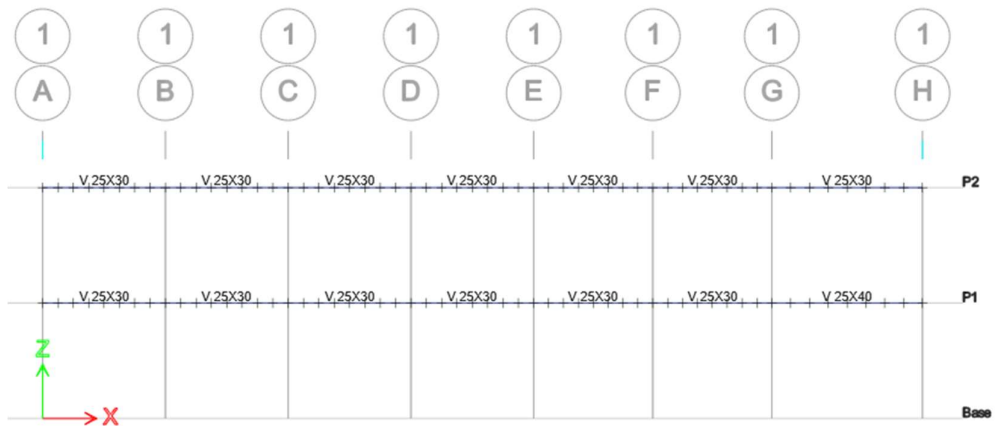


Figura 3.14: Eje 1 de la estructura. Fuente: Autoría propia (2023).

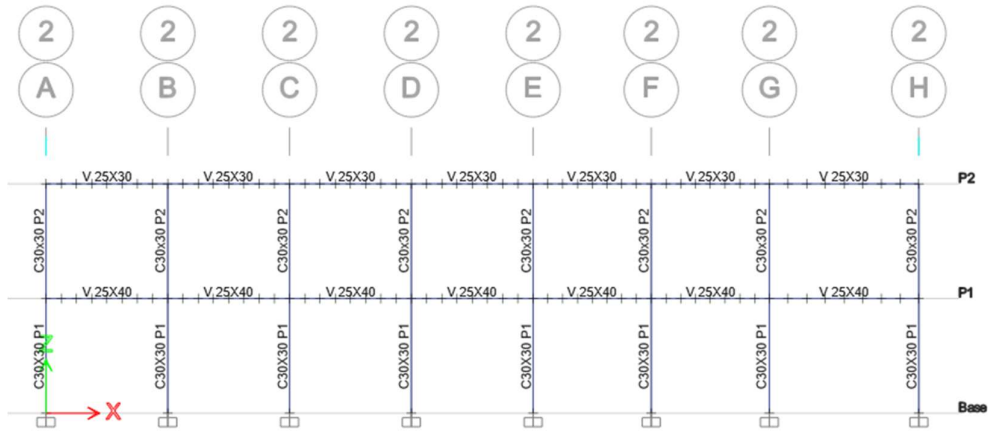


Figura 3.15: Eje 1 de la estructura. Fuente: Autoría propia (2023).

### 3.1.5.1 Derivas de entrepiso

El modelo en SAP permite introducir información a cada elemento, información como: acero de refuerzo a usar, tipo de material y claramente las dimensiones, pero a más de eso permite modificar los valores de inercia de tolerancia en cada elemento según su funcionalidad.

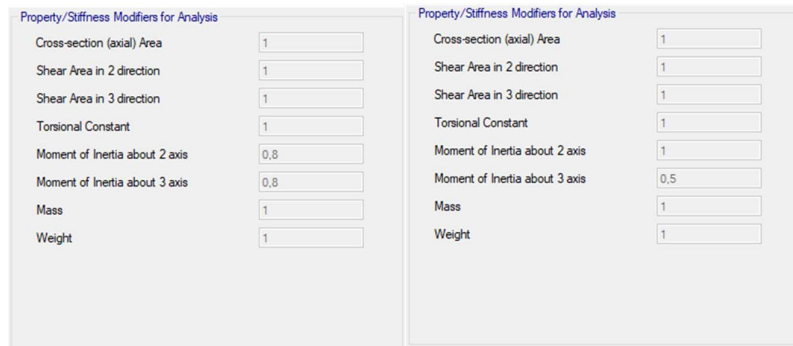


Figura 3.16: Modelado de elementos estructurales.

En la NEC-SE-DS se especifican factores para las inercias de los elementos a usar, por lo que se tiene la tabla 3.33, valores que ayudan a calcular tanto la rigidez de la estructura como las derivas.

Tabla 3.33: Inercias efectivas.

Elemento	Inercia Agrietada
Vigas	0,5 I
Columnas	0,8 I
Muros estructurales	0,6 I

Mediante los datos de periodo para la superestructura y los datos de proyecto se logra calcular con ayuda del análisis modal de SAP los centros de masa y comparar el periodo, puesto que las reducciones de inercia enfatizan el reforzamiento de este amplificando el periodo modelado en SAP para obtener la tabla 3.34, con el cálculo de la rigidez y datos recopilados del análisis modal.

**Tabla 3.34: Centros de masa de la estructura.**

X CM	Y CM	X CM+L-X-5%	Y CM+L-Y-5%
m	m	m	m
12	4	13	3
10	3	11	3

Para verificación de derivas, al igual que se indica en la sección de diseño sísmico se usa la ecuación 3-4, para los valores obtenidos del análisis modal, esto para cada piso y en cada eje.

**Tabla 3.35: Derivas admisibles eje X.**

Control de derivas X			Step1		
Pisos	he	$\delta_x$ CM *	$\Delta x/he$ CM M	$\Delta x/he$ CM lim	Verificación
-	m	m	-	-	-
2	3,1	-0,0087	0,00599613	0,020	SI
1	3,1	-0,011798	0,02283484	0,020	SI

**Tabla 3.36: Derivas admisibles eje Y.**

Control de derivas Y			Step1		
Pisos	he	$\delta_y$ CM *	$\Delta y/he$ CM M	$\Delta y/he$ CM lim	Verificación
-	m	m	-	-	-
2	3,1	-0,007212	0,02626452	0,020	SI
1	3,1	0,006358	0,01230581	0,020	SI



### 3.1.5.2 Ancho Tributario de vigas

El ancho tributario durante el predimensionamiento escoge una longitud efectiva bajo la cual actúan las cargas en el elemento. Las cargas en las vigas se transmiten en porciones de área, ya sea áreas de triangulo o trapecio dependiendo la ubicación de esta.

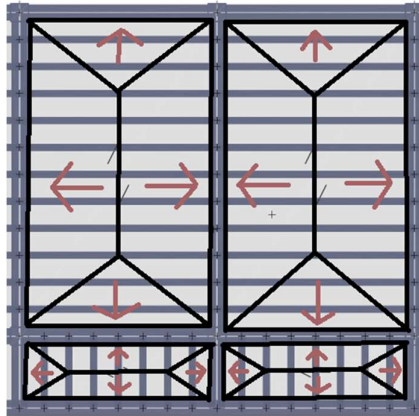


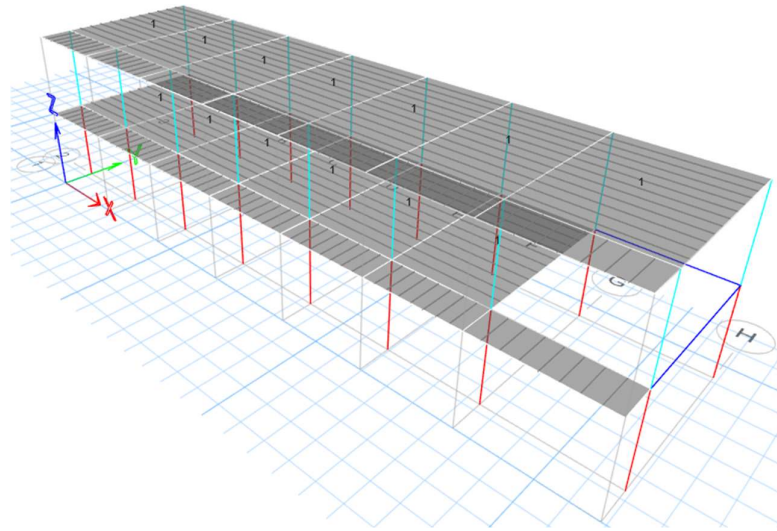
Figura 3.17: Distribución de cargas en losa.

Por lo cual la carga aplicada en el área de losa se distribuye, tomando un proceso de transmisión de cargas, de losa a nervios, de nervios a vigas y de vigas se transmiten de manera axial hacia la columna.

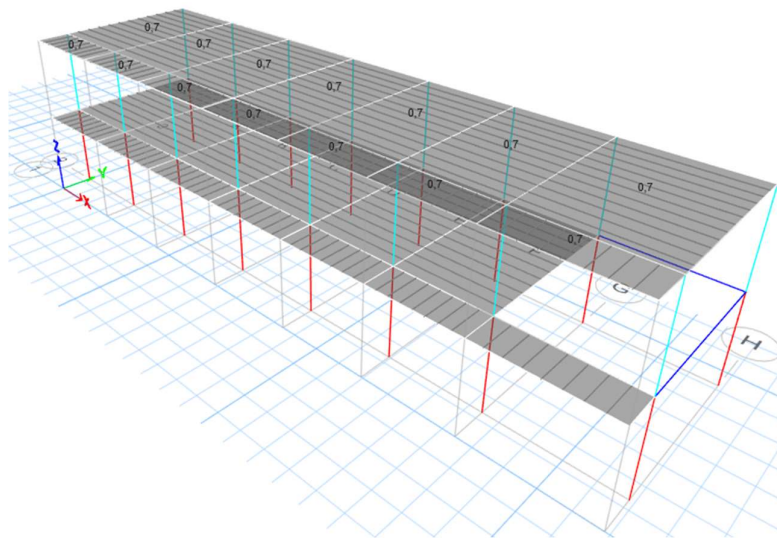
Una vez que se modela en SAP y se realiza un análisis se obtiene la aportación de cada paño de losa hacia los elementos, lo cual ayuda en la verificación de cada tramo de viga.

### 3.1.5.3 Cargas en Vigas

Las cargas aplicadas en las vigas es producto de la transmisión de cada una de ellas de la manera en la que se indica en la sección anterior. En SAP la introducción de cargas se muestra en las figuras 3-18, 3-19 y 3-20. Los valores determinamos en la sección de cargas utilizadas.



**Figura 3.18: Sobrecarga.**



**Figura 3.19: Carga de cubierta.**

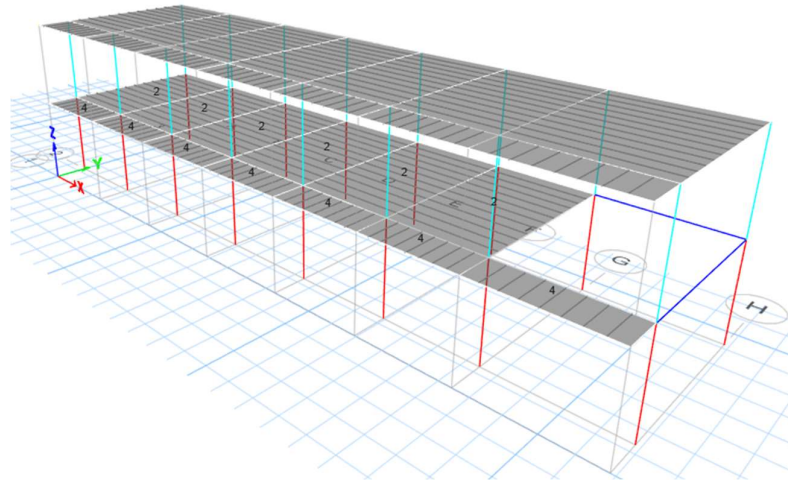


Figura 3.20: Carga Viva.

#### 3.1.5.4 Fuerzas sísmicas

Las fuerzas sísmicas aplicadas al modelo corresponden al calculado en la sección de diseño sísmico y para la cual se distribuye en la estructura con un porcentaje de aportación decreciente.

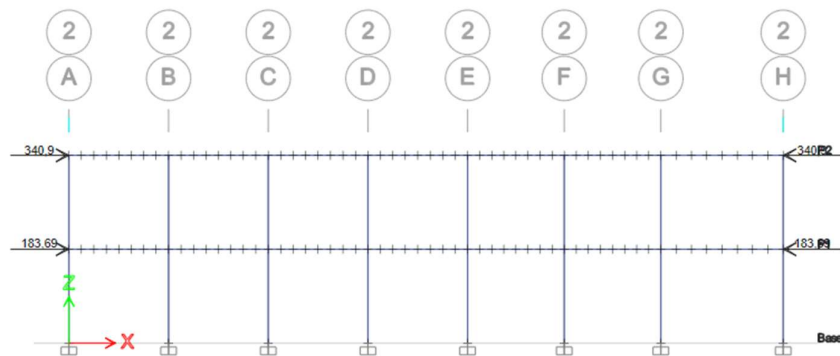


Figura 3.21: Aportación de carga sísmica EJE 2.

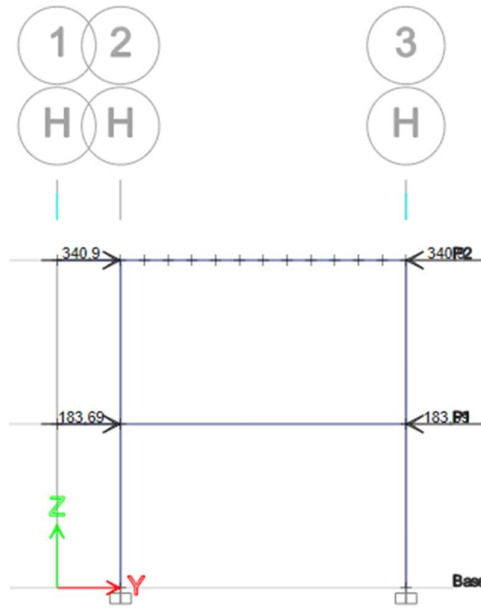


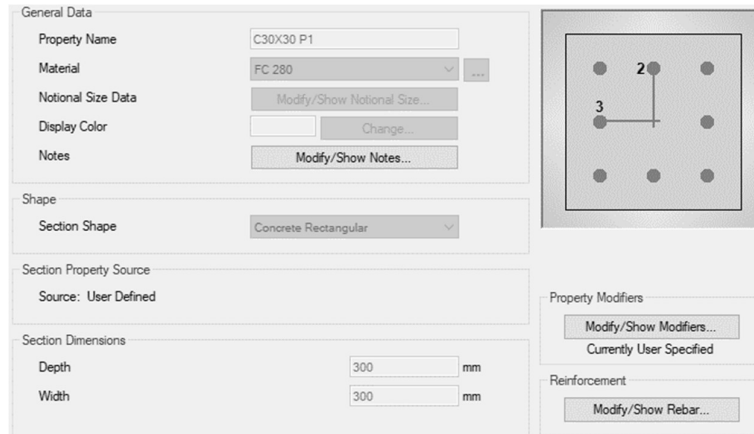
Figura 3.22: Aportación de carga sísmica EJE H.

### 3.1.5.5 Secciones de vigas y columnas

Las dimensiones modeladas en SAP para viga y columna reciben las propiedades determinadas para el desarrollo del modelo.

General Data		
Property Name	V 25X30	
Material	FC 280	
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...	
Display Color	Change...	Property Modifiers
Notes	Modify/Show Notes...	
Shape	Concrete Rectangular	
Section Property Source	Source: User Defined	Modify/Show Modifiers... Currently User Specified
Section Dimensions	Depth: 300 mm Width: 250 mm	Reinforcement Modify/Show Rebar...

Figura 3.23: Modelado de viga 1.



**Figura 3.24: Modelado de viga 2.**



**Figura 3.25: Modelado de columna 1.**

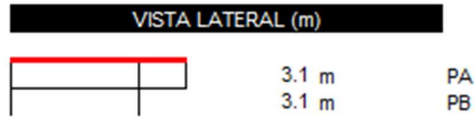
### 3.1.6 Diseño de la superestructura

#### 3.1.6.1 Diseño de losas

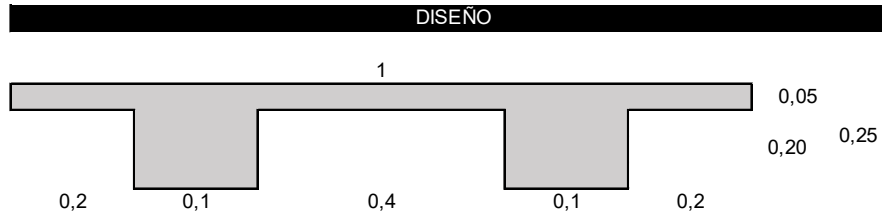
La losa recibe cargas aplicadas distintas, por ocupación como esta descrito en la figura 3.29, pero a más de ello tendrán el valor de carga permanente por peso de la estructura. En la tabla 3.37, se describen algunas consideraciones para el inicio de diseño a considerar.

**Tabla 3.37: Información previa para diseño de losa.**

$f_c$ =	28	MPa
$f_y$ =	420	MPa
$A_{\Phi 8}$ =	0,503	cm <sup>2</sup>
$A_{\Phi 10}$ =	0,786	cm <sup>2</sup>
$A_{\Phi 12}$ =	1,131	cm <sup>2</sup>



**Figura 3.26: Vista lateral de la estructura.**



**Figura 3.27: Sección de losa.**

3.1.6.1.1 Determinación de momentos de flexión

**Tabla 3.38: Diseño de losa.**

CUBIERTA		
Verificación diseño losa	NEC 4.2	
ql	0,7	kN/m <sup>2</sup>
longitud mínima nervios	ACI 9.3	
Longitud máx.	4,05	m
relación=	nervios*(b/b analizado)	
relación=	0,2	1

	MOMENTO			
	[m]	[m]	[m]	[m]
LONGITUD	3,3	3,3	3,2	4,05
Wu (-)	2,20	2,20	2,20	0
Wu (+)	2,20	2,20	2,20	2,20

**Figura 3.28: Momentos registrados en el eje X.**

3.1.6.1.2 Verificación del cortante

**Tabla 3.39: Diseño cortante de losa**

DISEÑO		
d=	22,50	cm
$V_u < 0,5 * \Phi * V_c$	TRUE	1,90
$\Phi * V_c = \Phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d$	14,53	kN
$1,1 * \Phi * V_c =$	15,98	kN
$0,5 * \Phi * V_c =$	7,99	kN

CORTANTE					
	[m]	[m]	[m]	[m]	
LONGITUD	3,3	3,3	3,2	4,05	
Vu (-)	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66
Vu (+)	4,21	4,21	4,21	4,21	

Figura 3.29: Cortantes registrados en el eje X.

### 3.1.6.1.3 Tablas de diseño

Tabla 3.40: Resumen de diseño de losa.

TABLA DE DISEÑO		
As=Mu/0,9*0,9*fy*d		
pb=	0,0283	
pmin=	0,0033	
pmáx=	0,0213	
Asmin=	0,7425	cm2

VALORES	UNIDADES					
M (-)	kN/m	0	2,20	2,20	2,20	0
M (+)	kN/m	2,20	2,20	2,20	2,20	
As (-)	cm2	0,74	0,74	0,74	0,74	
As (+)	cm2	0,74	0,74	0,74	0,74	
Φ (-)	mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	
Φ (+)	mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	
Vu	kN	3,66	3,66	3,66	3,66	
0,5*Φ*Vc	kN	-	-	-	-	

### 3.1.6.2 Diseño de vigas

#### 3.1.6.2.1 Revisión de dimensión de secciones

Cada sección de selección presenta comportamientos distintos ante las cargas aplicadas, para lo que es coherente revisar su dimensión y refuerzo.

$$Mn = As * Fy * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (3-11)$$

Acorde al momento obtenido mediante análisis se determina un refuerzo longitudinal, el cual se puede comprobar mediante la ecuación 3-12.

$$\rho = \frac{As}{b * d} \quad (3-12)$$

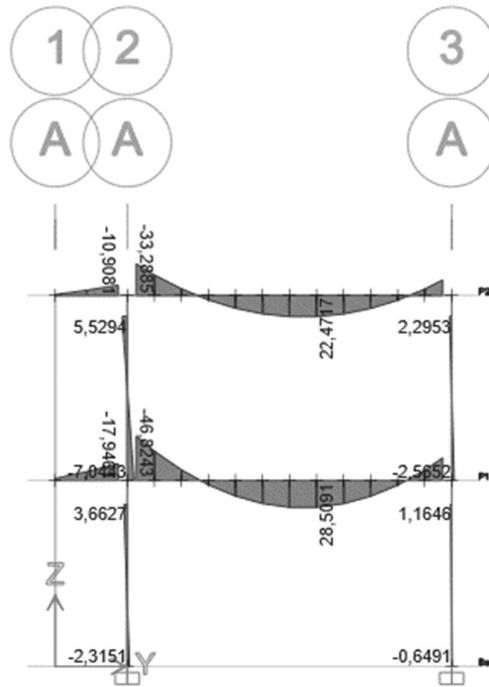


Figura 3.30: Momentos registrados en el eje Y.

Por análisis modal se obtienen valores de momento para cada elemento estructural; la tabla 3.41, muestra cálculos respectivos usando las ecuaciones de momento y cuantía.

Tabla 3.41: Requerimientos de diseño de acero de refuerzo vigas.

V A 2-3 (+)					
Mu	As min	Diam. Bar	área. Bar	cant. Min	ØMn min
KN-m	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	KN-m
33,29	250	16	201,0619298	1,243397993	27,516176

Se considera una cuantía mínima tal como la ecuación 3-13, y la cuantía máxima tal como la ecuación 3-15.

$$\rho_{\min} = 0.25 \frac{\sqrt{F'c}}{F_y} \quad (3-13)$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 * 0.85 * F'c}{F_y} \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{F_y}{E_s}} \right) \quad (3-14)$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b \quad (3-15)$$

Se repite para cada viga, obteniendo un valor de partida para verificar refuerzo.



### 3.1.6.2.2 Determinar el refuerzo requerido a flexión

Cada elemento presenta solicitaciones de refuerzo, las cuales se deben cubrir mediante las verificaciones con las ecuaciones mencionadas anteriormente.

**Tabla 3.42: Diseño de acero de refuerzo para flexión.**

V A 2-3 (+)								
Mu	As min	Diam. Bar	área. Bar	cant. Min	ØMn min	cant. adop	As adop	ØMn adop
KN-m	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	u	KN-m	u	mm <sup>2</sup>	KN-m
33,29	250	16	201,1	1,24	27,52	2	402,1	43,4

### 3.1.6.2.3 Refuerzo al cortante

Para el refuerzo a cortante se consideran la resistencia a cortante proporcionada por el concreto.

$$V_c = 0.17 * \lambda * \sqrt{f'c} * bw * d \quad (3-16)$$

Para lo que se debe proporcionar resistencia mediante acero, para lo cual se calcula el cortante máximo mediante la ecuación 3-17 y mediante su refuerzo se escoge la separación óptima.

$$V_c = 0.66 * \sqrt{f'c} * bw * d \quad (3-17)$$

La separación presenta varias opciones para las cuales se tienen las ecuaciones 3-18, 3-19 y 3-20.

$$s_{m\acute{a}x} = \min\left(\frac{d}{2}, 600 \text{ mm}\right) \quad (3-18)$$

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s_{m\acute{a}x}} \quad (3-19)$$

$$\frac{A_{vmin}}{s} = \text{m\acute{a}x}\left(0.062 * \sqrt{f'c} * bw * f_y, 0.35 * \frac{bw}{f_y}\right) \quad (3-20)$$

**Tabla 3.43: Diseño de acero de refuerzo para cortante.**

18.6.5.1				18.6.4.4	
VAB-grav	db-long	Ln	VAB-sismo	s-m\acute{a}x.	s-adop
KN	mm	m	KN	mm	mm
41	201	3	49	90	90

Mediante la longitud efectiva se obtiene el confinamiento, siendo 2 veces el peralte efectivo y obteniendo la tabla 3.44.

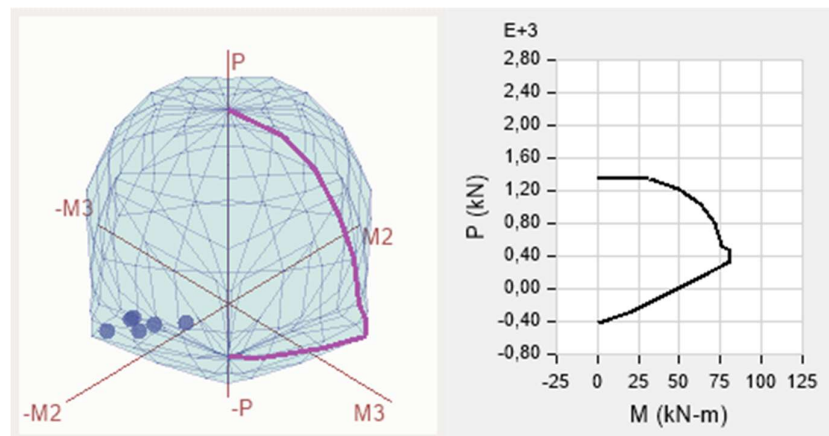
**Tabla 3.44: Diseño cortante.**

18.6.4.6				
db-trans	cant. Req	cant. Adop	s-central	L-conf.
mm	u	u	mm	mm
10	1	2	180	800

### 3.1.6.3 Diseño de Columnas

#### 3.1.6.3.1 Revisión de dimensión de secciones

El análisis modal muestra los valores de carga para los cuales se diseña, por lo cual el dimensionamiento se comprueba y se añade refuerzo en caso de insuficiencia en su funcionalidad, por lo cual se tiene la tabla 3.45.



**Figura 3.31: Diagrama de interacción columna de planta baja.**

Para comprobar la cuantía se requieren las dimensiones y el acero longitudinal propuesto, como la tabla 3.45.

**Tabla 3.45: Comprobación de diseño de columna planta alta.**

db [mm]	Área [mm <sup>2</sup> ]	Área [m <sup>2</sup> ]	# varillas
20	314,1592654	0,000314159	4

**Tabla 3.46: Comprobación de diseño de columna planta baja.**

db [mm]	Área [mm <sup>2</sup> ]	Área [m <sup>2</sup> ]	# varillas
22	380,1327111	0,000380133	8

### 3.1.6.3.2 Determinación del refuerzo longitudinal requerido.

La fuerza obtenida se calcula mediante los valores del análisis modal, teniendo así un valor mostrado en la ecuación 3-21.

$$0.8 * P_o = 5158.303683 \quad (3-21)$$

### 3.1.6.3.3 Criterio columna fuerte viga débil

El criterio de columna fuerte- viga débil es un mecanismo de falla, en el cual se busca tener la resistencia necesaria en las columnas para sostener una inminente sobrecarga en la columna. Se calcula mediante los valores de carga en Las direcciones del eje X y eje Y.

**Tabla 3.47: Criterio columna fuerte-viga débil**

Combinaciones de carga	Pu	Mu22s	Mu33s	Mu22i	Mu33i	18.7.3
	KN	KN*m	KN*m	KN*m	KN*m	
C1	5,25	-1,48	9,05	-1,48	9,05	Col-fuerte viga-débil
C2	-1,24	-0,45	15,78	-0,45	15,78	Col-fuerte viga-débil
C3	-0,11	-0,34	15,08	-0,34	15,08	Col-fuerte viga-débil
C4	-0,10	-0,11	15,13	-0,11	15,13	Col-fuerte viga-débil
C5	0,38	0,13	15,29	0,13	15,29	Col-fuerte viga-débil
C6	0,07	0,25	15,38	0,25	15,38	Col-fuerte viga-débil
C7	-0,46	0,27	15,43	0,27	15,43	Col-fuerte viga-débil
C8	-3,79	1,74	8,42	1,74	8,42	Col-fuerte viga-débil
C9	4,90	-0,73	7,36	-0,73	7,36	Col-fuerte viga-débil

### 3.1.6.3.4 Determinación del refuerzo transversal.

Con valores de refuerzo se tiene que el 8% del área represente el valor de cuantía que este entre el 1% y 9%, para lo que se calcula mediante el área de refuerzo requerida y las dimensiones obtenidas.

**Tabla 3.48: Diseño columna planta alta.**

A <sub>L</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>Lmin</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>Lmax</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Cumple
1256,64	900,00	7200,00	SI CUMPLE

**Tabla 3.49: Diseño columna planta baja.**

A <sub>L</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>Lmin</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>Lmax</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Cumple
3041,06	900,00	7200,00	SI CUMPLE

### 3.1.6.3.5 Refuerzo transversal para cortante

El confinamiento se calcula mediante la ecuación 3-22, y el valor de la separación tanto a los extremos como central se pueden escoger para las ecuaciones tanto 3-23 como 3-24.

$$Conf = \text{máx}\left(500, \frac{4000}{6}, 18 * 25.4\right) \quad (3-22)$$

La separación adoptada ira en base a la calculada mediante las ecuaciones de separación.

$$So = \min (0.25 * 500, 6 * \emptyset) \quad (3-23)$$

$$So = \min (150, 6 * \emptyset) \quad (3-24)$$

**Tabla 3.50: Diseño cortante columna planta alta.**

18.7.5.1	18.7.5.3		
Confinamiento	So [mm]	S centro máx.	S adoptado
666,67	120	120	150

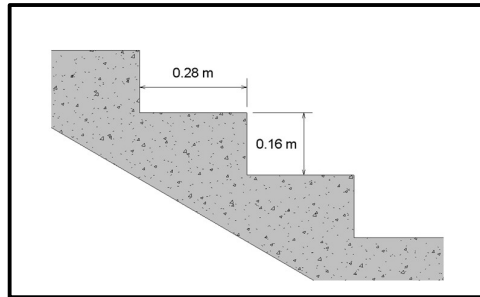
**Tabla 3.51: Diseño cortante columna planta baja.**

18.7.5.1	18.7.5.3		
Confinamiento	So [mm]	S centro máx.	S adoptado
666,67	125	132	150

### 3.1.6.4 Diseño de escalera

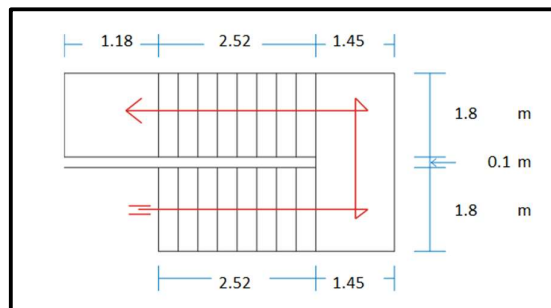
#### 3.1.6.4.1 Definición de dimensiones de escalera

Para el dimensionamiento de la escalera se consideró que la infraestructura tiene una altura de entre piso de 3.1 metros y que es una escalera con forma de U. Teniendo en consideración lo exigido en la NEC: Accesibilidad universal, dimensión máxima para la huella y contrahuella, se eligió una huella de 28 cm y una contrahuella de 17cm.



**Figura 3.32: Dimensión de huella y contrahuella. Fuente: Autoría propia (2023).**

Por medio de las dimensiones de los escalenos se llegó a definir la longitud de los tramos de la escalera con el objetivo de llegar a la planta superior y así poder dimensionar el espesor de la escalera.



**Figura 3.33: Dimensionamiento de tramos y descanso. Fuente: Autoría propia (2023).**

$$Espesor = L/25 < t < L/20 \quad (3-25)$$

Donde L es la longitud del mayor tramo, por medio de la ecuación 3-25 se obtuvo lo siguiente.

$$Espesor = 0.21 < t < 0.26$$

$$t = 0.22$$

Las dimensiones de la escalera e información de los materiales fueron la siguiente.

**Tabla 3.52: Información previa de diseño escalera.**

Información general		
Pasos =	28	cm.
Contrapasos =	16	cm.
f' c =	210	Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> =	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
s/c =	400	Kg/m <sup>2</sup>
espesor del descanso =	22	cm

La definición de las cargas distribuidas para los tramos se expresa en la tabla 3.53.

**Tabla 3.53: Cargas aplicadas y cálculo de momentos.**

Parte Inclinada		
espesor promedio =	$C/2 + t/\text{cosa}$	
espesor promedio =	0.333	cm
Peso de la rampa =	0.799	Tn/m
Peso de acabados =	0.1	Tn/m
Carga Muerta =	0.899	Tn/m
Carga Muerta =	1.0788	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wu</b>	<b>1.93</b>	<b>Tn/m<sup>2</sup></b>
Descanso		
Peso del descanso=	0.528	Tn/m <sup>2</sup>
Acabados=	0.1	Tn/m
Carga Muerta =	0.628	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wu</b>	<b>1.39</b>	<b>Tn/m<sup>2</sup></b>

El refuerzo utilizado será definido por el máximo momento en la escalera que llego a ser  $M_u = 3.53 \text{ Tn/m}^2$ .

#### 3.1.6.4.2 Determinación de refuerzo longitudinal requerido

Para el cálculo del refuerzo mínimo necesaria se usó la siguiente ecuación:

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7 \sqrt{f'c} * b * t}{f_y} \quad (3-26)$$

Así se obtuvo la tabla 3.54 y 3.55, detallando la distribución del refuerzo.

**Tabla 3.54: Acero de refuerzo primer tramo.**

As min =	5.31	cm <sup>2</sup>
As por usar =	5.31	cm <sup>2</sup>
As para ancho de 1.8 m =	9.56	cm <sup>2</sup>
Usar acero de	12	mm
Espaciamiento efectivo =	21.88	mm

$$\text{Refuerzo Tramo 1} = 9 \text{ } \varnothing 12\text{mm}$$

**Tabla 3.55: Acero de refuerzo segundo tramo.**

As min =	5.31	cm2
As a usar =	7.44	cm2
As para ancho de 1.8 m =	13.39	cm2
Usar acero de	16	mm
Espaciamiento efectivo =	29.17	mm

*Refuerzo Tramo 2 = 9 ∅ 14mm*

### 3.1.6.4.3 Determinación de refuerzo (-)

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h \quad (3-27)$$

Así se obtuvo la tabla 3.56 y 3.57, detallando la distribución del refuerzo.

**Tabla 3.56: Acero de refuerzo transversal primer tramo.**

As temp =	7.452	cm2
As (-) adoptado =	7.452	cm2
Usar acero de	12	mm
Espaciamiento efectivo =	29.17	mm

*Refuerzo transversal Tramo1 = 7 ∅ 12mm*

**Tabla 3.57: Acero de refuerzo transversal segundo tramo.**

As temp =	7.452	cm2
As (-) adoptado =	7.452	cm2
Usar acero de	12	mm
Espaciamiento efectivo =	29.17	mm

*Refuerzo transversal Tramo2 = 7 ∅ 12mm*

#### 3.1.6.4.4 Determinación de refuerzo por temperatura

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * 1 m * t \quad (3-28)$$

Así se obtuvo la tabla 3.58 y 3.59, detallando la distribución del refuerzo.

**Tabla 3.58: Refuerzo por retracción y temperatura primer tramo.**

As temp en 1 m. =	4.14	cm2
Long. del primer tramo =	4.3465517	m
As temp en todo el tramo =	17.994724	cm2
Usar acero de	14	mm
Espaciamiento efectivo =	39.29	cm

$$\text{Refuerzo temp Tramo1} = 12 \text{ } \varnothing 14\text{mm}$$

**Tabla 3.59: Refuerzo por retracción y temperatura segundo tramo.**

As temp en 1 m. =	4.14	cm2
Long. del primer tramo =	5.53	m
As temp en todo el tramo =	22.88	cm2
Usar acero de	14.00	mm
Espaciamiento efectivo =	39.30	cm

$$\text{Refuerzo temp Tramo2} = 15 \text{ } \varnothing 14\text{mm}$$

### 3.1.7 Instalaciones

#### 3.1.7.1 Diseño de instalaciones de agua potable

##### 3.1.7.1.1 Criterios de diseño

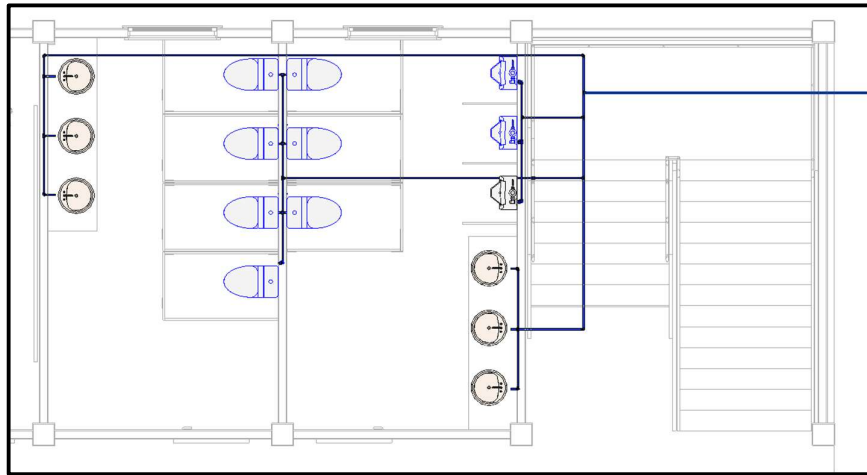
En el diseño del sistema de distribución de agua potable en el bloque de aulas se tomaron los siguientes criterios para asegurar el correcto funcionamiento.

- Conexión directa a la red pública de agua potable al sistema o a un reservorio de agua para la institución.
- Para cada equipo que de uso a la red de agua potable ubicar llaves de cierre para mantenimiento y arreglos futuros.
- Considerar las dimensiones de tuberías recomendadas por equipo dadas por la NEC



- La velocidad de diseño para las tuberías debe estar en el rango de 0.6 a 2.5 m/s, teniendo en consideración que 1.5 m/s es la opción más óptima.
- Evitar el paso de tuberías por elementos estructurales

### 3.1.7.1.2 Bosquejo del sistema de agua potable



**Figura 3.34: Propuesta de instalaciones de agua potable. Fuente: Autoría propia (2023).**

### 3.1.7.1.3 Aparatos sanitarios

En el plano arquitectónico para el bloque de aulas se definieron solo 3 tipos de aparatos sanitarios: lavamanos, inodoros y urinarios. Estos equipos están repartidos en dos baños diferentes con la siguiente distribución.

**Tabla 3.60: Dimensionamiento de equipos sanitarios.**

Baño	Equipos sanitarios		
	Lavamanos	Inodoros	Urinarios
Hombres	3	3	3
Mujeres	3	4	0

Con respecto a la necesidad que genera cada equipo sanitario en el diseño del sistema de agua potable la NEC – 11 de hidrosanitaria nos exige cumplir ciertos requisitos en el caudal, presión y diámetro que llega a cada equipo.

**Tabla 3.61: Caudal y presión por aparato sanitario.**

Aparato sanitario	Requisitos	
	Caudal inst. Mínimo (L/s)	Presión recomendada (m c.a)
Lavamanos	0.1	5
Inodoros	0.1	7
Urinarios	0.15	7

#### 3.1.7.1.4 Dimensionamiento de tuberías

Para la selección de tuberías se segmentaron las líneas de distribución, identificando los caudales que llegan a pasar en cada segmento y se aplicó el criterio de simultaneidad, dando así el caudal más probable en cada línea de tubería.

#### 3.1.7.1.5 Caudal más probable

$$QMP = Q_i * k_s \quad [l/s] \quad (3-29)$$

Qi = Caudal instantáneo

Ks = factor de simultaneidad

**Tabla 3.62: Sección crítica de diseño.**

Segmento de tubería con un solo aparato sanitario	Segmento de tubería con más de un aparato sanitario
$k_s = 1$	$k_s = 1/\sqrt{(n-1)} - 0.07$

Considerando la velocidad optimo definida anteriormente, 1.5 m/s por medio de la siguiente ecuación

$$QMP = V * A_{tubo} \quad (3-30)$$

$$MP = V * \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{QMP * 4}{V * \pi}} \quad (3-31)$$

Por medio de esta ecuación final y los segmentos de líneas de distribución de agua potable se definieron los diámetros de tubería presentados en la tabla X.

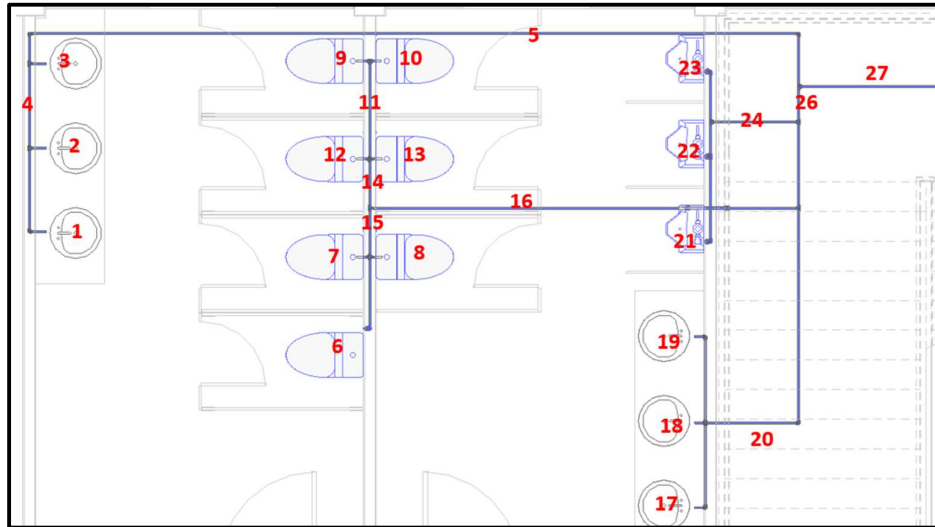


Figura 3.35: Identificación de tramos de tubería. Fuente: Autoría propia (2023).

Tabla 3.63: Análisis de distribución por segmento.

Agua potable							
Segmento	Q[L/s]	n	Ks	QMP[L/s]	V[m/s]	D[mm]	D elegido[pulg]
1	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
2	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
3	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
4	0.2	2	1.00	0.20	1.5	13.03	½
5	0.3	3	0.71	0.21	1.5	13.42	½
6	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
7	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
8	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
9	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
10	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
11	0.2	2	1.00	0.20	1.5	13.03	½
12	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
13	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
14	0.4	4	0.58	0.23	1.5	14.00	¾
15	0.3	3	0.71	0.21	1.5	13.42	½
16	0.7	7	0.41	0.29	1.5	15.57	¾
17	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
18	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
19	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
20	0.3	3	0.71	0.21	1.5	13.42	½
21	0.15	1	1.00	0.15	1.5	11.28	½
22	0.15	1	1.00	0.15	1.5	11.28	½
23	0.15	1	1.00	0.15	1.5	11.28	½
24	0.45	3	0.71	0.32	1.5	16.43	¾
25	1	10	0.33	0.33	1.5	16.82	¾
26	1.45	13	0.29	0.42	1.5	18.85	¾
27	1.75	16	0.26	0.45	1.5	19.58	1

### 3.1.7.1.6 Presión y pérdidas del sistema de agua potable

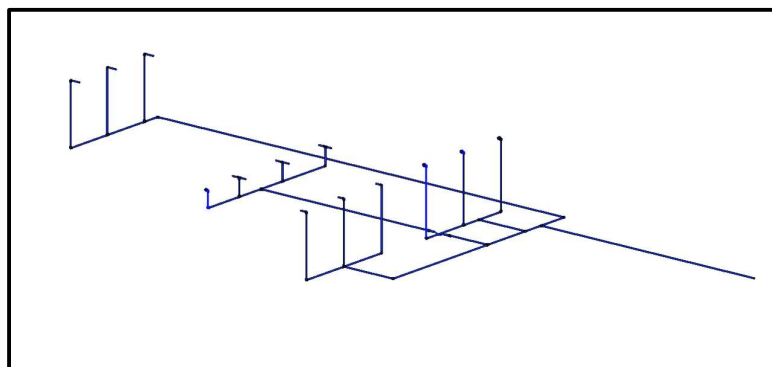
Para asegurar el requisito de la presión necesaria en los equipos sanitarios se genera un análisis a las pérdidas generadas en la ruta crítica de distribución de agua potable, normalmente llega a ser la ruta al equipo sanitario más lejano. Las pérdidas generadas en un sistema de agua potable son por los accesorios, la fricción y la elevación de la salida del caudal.

Con respecto a los accesorios utilizados en el sistema de agua potable se tienen: Llaves de cierre, codos de 90°, t directos, t indirectos y reductores. Para el cálculo de las pérdidas generados por los accesorios, se dio utilidad a la longitud equivalente que depende del diámetro del accesorio y un coeficiente de fricción con respecto al material definido a usar, las longitudes equivalentes de los accesorios a utilizar en el sistema de abastecimiento de agua potable serán los siguientes.

**Tabla 3.64: Accesorios y pérdidas correspondientes.**

Accesorio	Diámetro (pulg)	Coficiente	Le (m)
Llave de paso	½	150	0.11
Codo 90°	½	150	0.20
Codo 90°	¾	150	0.28
Tee paso directo	½	150	0.20
Tee paso de lado	1	150	1.28
Reductor	¾	150	0.08
Reductor	1	150	0.11

Con respecto a la perdida de fricción y la perdida por alturas, se midió por medio del modelado Revit.



**Figura 3.36: Isometría de instalación de agua potable. Fuente: Autoría propia (2023).**

La presión de entrada al sistema fue definida por la siguiente tabla donde se detallan los caudales, velocidad, longitudes horizontales y verticales, los coeficientes de perdida por fricción y la presión necesaria.

**Tabla 3.65: Presiones del sistema de agua potable.**

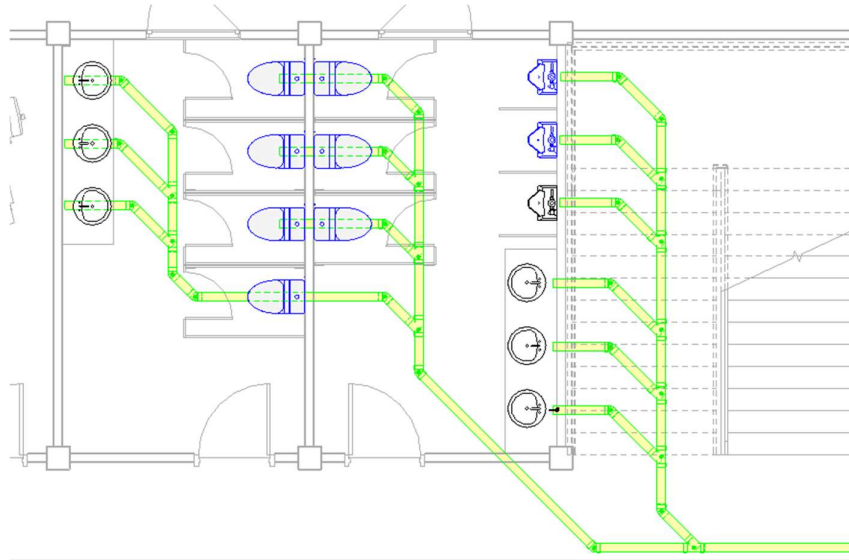
Agua potable															
Accesorios	Segmento	Unidad	Q	V	h <sub>v</sub>	C	j	φ	φ	Pipe lenght in m				J	Presion
		u	l/s	m/s	m	Fricción	m/m	m	pulg	Horiz.	Vert.	Acces	Total	m	m
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
<b>Linea critica</b>															
	A														5
	codo 90°	2				150		0.013	0.5			0.20	0.40		
	llave de paso	1				150		0.013	0.5			0.11	0.11		
	A-B	1	0.47	0.01	0.08	150	0.930	0.013	0.5	0.95	1	0.51	2.46	2.284	8.363
	Tee paso directa	1				150		0.013	0.5			0.20	0.20		
	B-C	2	0.13	1.03	0.05	150	0.098	0.013	0.5	0.8	0	0.20	1.00	0.098	8.515
	codo 90°	1				150		0.013	0.5			0.20	0.20		
	codo 90°	1				150		0.019	0.75			0.28	0.28		
	Tee paso directa	1				150		0.013	0.5			0.20	0.20		
	reductores	1				150		0.019	0.75			0.08	0.08		
	reductores	1				150		0.025	1			0.11	0.11		
	C-D	3	0.19	1.50	0.11	150	0.191	0.013	0.5	7.75	0	0.87	8.62	1.643	10.273
	Tee paso de lado	1				150		0.025	1			1.28	1.28		
	D-Qdirecto	16	0.76	1.49	0.11	150	0.080	0.025	1	4	0	1.28	5.28	0.423	<b>10.809</b>

El sistema de distribución de agua potable para el bloque de aulas necesita un flujo llegue con una presión aproximada de 11 m. c.a, al no tener información de la red pública de agua potable en el área de construcción se pudo llegar solo al diseño del sistema de agua potable interno en la infraestructura con la demanda que requiere para su correcto funcionamiento.

### 3.1.7.2 Diseño de instalaciones de desagüe

El diseño de las instalaciones de desagüe se enfoca en asegurar una rápida y eficiente descarga de aguas grises y negras generados por los distintos aparatos sanitarios, además de la descarga de este tipo de aguas se tuvo en cuenta los olores y microorganismo generados en el sistema de desagüe.

Bosquejo del sistema de desagüe



**Figura 3.37: Propuesta de instalaciones de desagüe. Fuente: Autoría propia (2023).**

### 3.1.7.2.1 Aparatos sanitarios

Todos los aparatos sanitarios tomados en cuenta en el sistema de agua potable van a generar una descarga de agua grises o negras, para las tuberías de desagüe estos equipos tienen ciertos requisitos para asegurar el correcto funcionamiento, el diámetro de salida de cada equipo y la unidad de drenaje por cada uno (U.E.H).

**Tabla 3.66: Distribución de aparatos sanitarios.**

Equipo sanitario	Cantidad	U.E.H	U.E.H T	Diámetro (pulg)
Lavabo	6	2	12	2
Baño	5	3	15	4
Urinario	3	2	6	2
TOTAL			33	

Al tener equipos que requieran tuberías PVC de desagüe de 4 pulgadas, todas las líneas de tubería se adaptaron a esta dimensión de tubería. Al haber usado una dimensión mayor a la requerida se aseguró tener un flujo eficiente y más rápido en el sistema de desagüe.

Con respecto a la rama principal de sistema de desagüe, normalmente llega a ser el equipo más lejano al punto de descarga a la red pública, en este caso será el lavabo en la esquina izquierda superior del bosquejo del sistema.

**Tabla 3.67: Ramal de diseño.**

Rama	Dimensiones			
	L (m)	Diámetro (pulg)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial (mm)
1	14.28	4	101.6	110

Al ser un sistema bastante pequeño de desagüe el colector principal es decir donde las diferentes ramas llegan a juntarse será también de 4 pulg, además se consideró que tendrá una pendiente el 2% y al usar PVC de desagüe un factor de fricción  $n = 0.009$ .

**Tabla 3.68: Pendiente de diseño.**

S	2%
n	0.009

Teniendo estas consideraciones del diseño se definen las siguientes cualidades del flujo, caudal a tubo lleno y velocidad.

**Tabla 3.69: Caudal de diseño.**

Q <sub>o</sub>	11.01	l/s
V	1.36	m/s

Además de esto teniendo en cuenta las unidades de drenaje que genera los equipos sanitarios en total también se llega a definir las cualidades del flujo por esta descarga.

**Tabla 3.70: Unidades de descarga de diseño.**

UEH	33	
Q	2.74	l/s

Por medio de esta información del fluido en la línea de desagüe se llegan a obtener las siguientes relaciones comprobando así el correcto funcionamiento del recolector.

**Tabla 3.71: Relaciones de diseño sanitario.**

Q/Q <sub>o</sub>	0.249
Y/phi	0.369
V	0.92

Para una eficiente y rápida descarga la relación de llenado del tubo debe ser menor al 75% y la velocidad del flujo estará entre 0.5 a 1 m/s. Así por último se genera la tabla con la línea principal horizontal indicando las cualidades y dimensiones del flujo.

**Tabla 3.72: Diseño sanitario.**

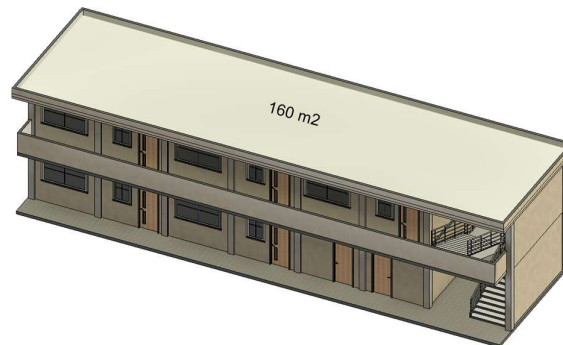
Línea principal horizontal										
Sección	Caudal			Dimensión			Pendiente	Diseño		
	Unidades			Q	L	Ø	s	Qo	Vo	H
	Propio	Acum	Max	L/s	m	pulg	%	L/s	m/s	m
A	33	33	240	2.74	14.28	4	2	11.01	1.36	0.286

En el sistema de desagüe se tiene el mismo inconveniente de agua potable, no se tiene información certera de la ubicación de la descarga a la red pública entonces se proporcionó dimensiones y la diferencia de altura desde el equipo sanitario hasta la última salida definida.

### 3.1.7.3 Diseño de instalaciones de aguas lluvias

Para la propuesta de la instalación para la descarga de aguas lluvias se tendrá en consideración que esta tendrá su propia línea de salida, no se conectará con las aguas servidas generadas de la infraestructura.

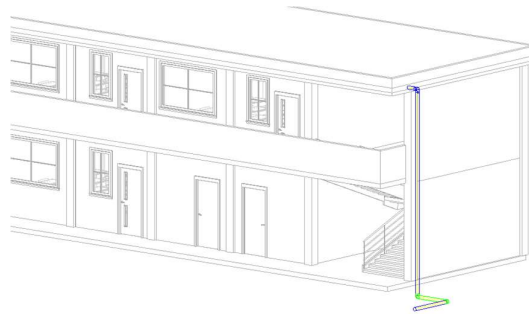
El diseño se realizó usando una intensidad de lluvia 100mm/hora/m<sup>2</sup>, siendo esta una medida comúnmente utilizada. Para dimensionar la bajante de aguas lluvias se necesitó información del área de cubierta, siendo esta 160 m<sup>2</sup>.



**Figura 3.38: Área de cubierta. Fuente: Autoría propia (2023).**

Al no tener una superficie de gran tamaño y tener una cubierta de este tipo, se definió que las aguas lluvias se recolectaran en un solo lado de la cubierta donde existirá una única bajante como se muestra en la siguiente ilustración.





**Figura 3.39: Modelo 3D de instalaciones de aguas lluvias. Fuente: Autoría propia (2023).**

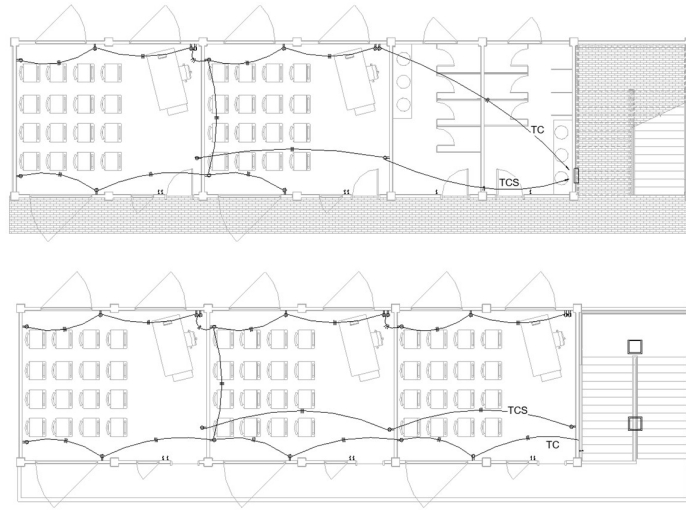
Para el dimensionamiento de la bajante se dio uso a la tabla X, definiendo una tubería PVC de 4”.

**Tabla 3.73: Diámetro por intensidad de lluvia.**

Ø"	Intensidad de la lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
2	130	85	65	50	40	30
2.5	240	160	120	95	80	60
4	850	570	425	340	285	210
5	1570	1050	800	640	535	400
6	2450	1650	1200	980	835	625

#### **3.1.7.4 Diseño de instalaciones eléctricas**

Una propuesta de las instalaciones eléctricas para la infraestructura de la institución educativa solo requiere dos equipos para su funcionamiento, tomacorrientes e iluminarias. En la planta baja se tienen 12 tomacorrientes de 110V, 2 tomacorrientes de 220V y 12 iluminarias, y la planta alta se tienen 18 tomacorrientes de 110V, 3 tomacorriente de 220V y 14iluminarias.



**Figura 3.40: Tomacorrientes en planta alta y baja. Fuente: Autoría propia (2023).**



**Figura 3.41: Luminarias en planta baja y alta. Fuente: Autoría propia (2023).**

De estos equipos se definió la potencia necesitada para cada uno

**Tabla 3.74: Potencia de aparatos eléctricos.**

Equipo	Potencia (Watts)
Tomacorriente 110V	180
Tomacorriente 220V	2500
Iluminarias	32

Los breakeres para el sistema eléctrico es la medida de protección con mayor importancia para la seguridad de las instalaciones, cada circuito llegara a conectar a una fase de la caja de breaker como se presenta en la tabla X. Para la propuesta de la instalación eléctrica se definieron circuitos por tipo de equipo y la ubicación de ellos, planta bajo o planta alta.

T1 = Tomacorriente en planta baja

T2 = Tomacorriente en planta alta

TS1 = Tomacorriente especial en PB

TS2 = Tomacorriente especial en PA

C1 = Iluminaria de planta baja

C2 = Iluminaria de planta alta

Por medio de la intensidad de corriente que tiene cada circuito se define un breaker, los cables y tubo PVC que los puedan contener, dejando el sistema eléctrico con la siguiente configuración, está siendo una propuesta a usar en la infraestructura de la institución educativa.

**Tabla 3.75: Diseño eléctrico de la instalación.**

Circuito	Fase	Voltaje (V)	Unidad	Potencia (Watts)	Corriente (A)	Breaker	AWG	PVC
T1	A	110	12	180	19.64	20	1L#12+ 1N#12 + 1T#14	1/2"
T2	B	110	18	180	29.45	40	1L#10 + 1N#10 + 1T#12	3/4"
TS1	AB	220	2	2500	22.73	40	1L#10 + 1N#10 + 1T#12	3/4"
TS2	AB	220	2	2500	22.73	40	1L#10 + 1N#10 + 1T#12	3/4"
C1	A	110	12	32	3.49	15	1L#14 + 1N#14 + 1T#16	1/2"
C2	B	110	14	32	4.07	15	1L#14 + 1N#14 + 1T#16	1/2"

# CAPÍTULO 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Descripción del proyecto

El Estudio del Impacto Ambiental (EIA) permitió evaluar y mitigar los posibles impactos adversos durante la construcción y funcionamiento de la infraestructura universitaria, priorizando la protección del medio ambiente y el bienestar de las viviendas circundantes. Este enfoque se alinea con el ODS número 9, que promueve las infraestructuras resilientes, inclusivas y sostenibles, contribuyendo así al desarrollo sustentable y al bienestar de la comunidad.

Al ser este proyecto una expansión de la infraestructura que actualmente no está en servicio, el EIA siguió el modelo de ciclo de vida, donde se analizaron 3 periodos: el tiempo de construcción, el tiempo de funcionamiento y, por último, el abandono de la infraestructura.

La construcción de la extensión será en un terreno sin vegetación ni fauna, pero con viviendas de hasta dos plantas en sus inmediaciones, por lo cual se definió que algunas de las acciones que potencialmente generen un gran impacto al medio ambiente y afectaciones a estas viviendas serán: la producción de polvo y gases, la gestión de residuos, el ruido y vibraciones.

Para la implementación de la propuesta de diseño, se tiene algunos requisitos definidos por el Ministerio del Ambiente debido a que se trata de una construcción de un edificio institucional. Dado que el proyecto se encuentra en categoría II según el Catálogo de Categorización Ambiental Nacional (CCAN) es necesario para su implementación tener el registro en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), el certificado de intersección, el EIA, pagos de tasas y póliza de seguro (Ministerio del Ambiente, 2013).

## 4.2 Línea base ambiental

Echeandía cuenta con un clima subtropical y templado que favorece a una de las principales actividades comerciales del lugar, la producción agropecuaria. Su producción está enfocada a diferentes alimentos como: naranjas, plátanos, cacao, café y cultivos tropicales no tradicionales. Además, gracias a su clima, el cantón también se caracteriza por contar con abundantes áreas verdes y una variada vegetación, convirtiéndolo en un lugar rodeado de exuberante naturaleza.

Debido a su principal actividad comercial, la ciudad cuenta con factores adicionales de gran importancia como recursos biofísicos, calidad del aire, cuerpos superficiales de agua y superficies de suelo. Además del entorno natural, el EIA también se enfocará en los posibles cambios que se generen en los sectores socioeconómico y cultural.

Para llegar a definir los factores contaminantes y los elementos afectados en los dos ámbitos se usó el árbol de factores ambientales, el cual facilita la comprensión y la toma de decisiones informadas sobre cómo abordar los problemas ambientales identificados (Salvador et al., 2005).

**Tabla 4.1: Línea base ambiental**

Sistema	Medio	Elemento	Factor
Biofísico	Físico	Aire	Producción de gases
			Polvo y partículas flotantes
		Tierra - Suelo	Cambios en el relieve
			Contaminación por residuos y excavación
		Aguas	Contaminación por desechos sólidos y líquidos
Socio - Económico - Cultural	Territorial	Red viaria	Aumento vehicular
	Demográfico	Evolución	Educación de la población
		Población fija	Empleo

### 4.3 Actividades del proyecto

Para la identificación de actividades se usó un modelo del ciclo de vida, donde la implementación del proyecto se divide en 3 periodos: Fase de construcción, fase de funcionamiento y como último el cierre o abandono de la infraestructura. En cada una se identificaron y definieron de forma clara las actividades más relevantes para el impacto ambiental.

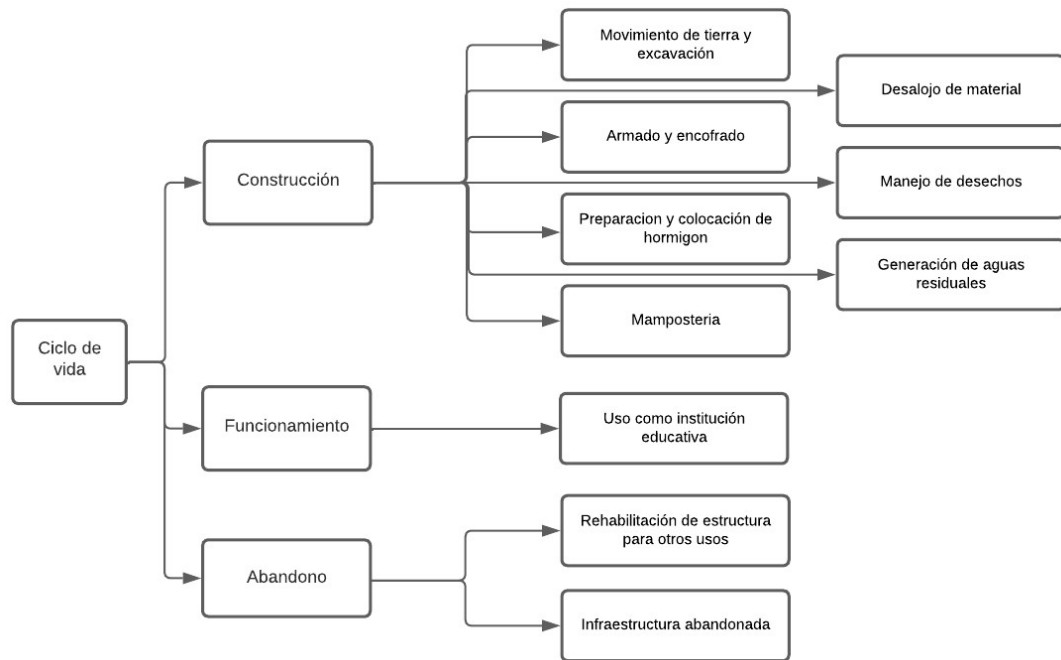


Figura 4.1: Árbol de actividades. Fuente: Autoría propia (2023).

### 4.4 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de impactos ambientales se utilizó distintos niveles de profundización y metodologías como listas de revisión, diagrama de redes y matrices de causa-efecto. Los métodos de identificación proporcionan una aproximación descriptiva, pero no son suficientes para valorar los impactos de manera cualitativa y cuantitativamente. La comprensión fácil y clara de la evaluación es crucial para el EIA del proyecto (Salvador et al., 2005).



## Diagrama de redes

Este método define las interacciones entre acciones y factores ambientales mediante los impactos directos e indirectos, cada acción influye en un elemento ambiental causando efectos que pueden desencadenar impactos en otro elemento ambiental, lo que permite relacionar la acción inicial con los efectos que llega a generar (Salvador et al., 2005).

Acción #1: Movimiento de tierra y excavación.

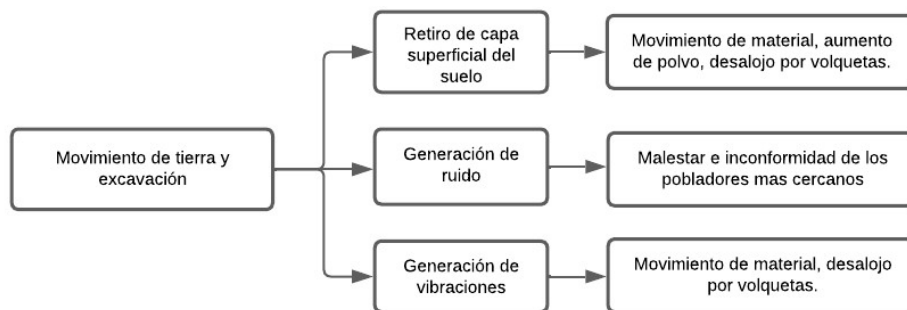


Figura 4.2: Diagrama de redes para acción #1. Fuente: Autoría propia (2023).

Acción #2: Armado y encofrado.



Figura 4.3: Diagrama de redes para acción #2. Fuente: Autoría propia (2023).

Acción #3: Preparación y colocación de hormigón.



Figura 4.4: Diagrama de redes para acción #3. Fuente: Autoría propia (2023).



Acción #4: Mampostería

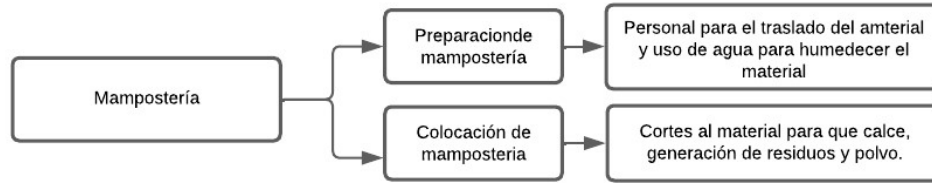


Figura 4.5: Diagrama de redes para acción #4. Fuente: Autoría propia (2023).

Acción #5: Desalajo de material.

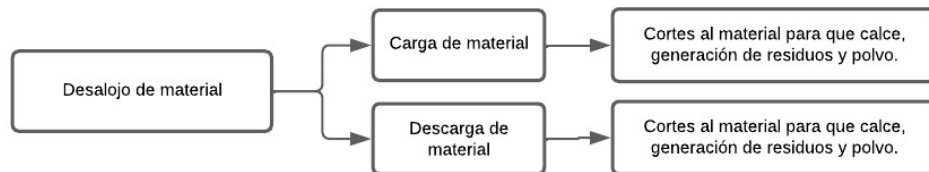


Figura 4.6: Diagrama de redes para acción #5. Fuente: Autoría propia (2023).

Acción #6: Manejo de desechos.

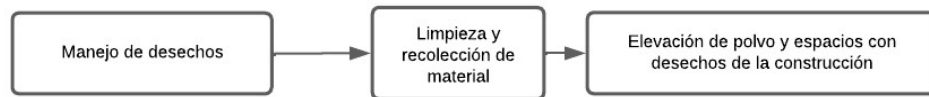


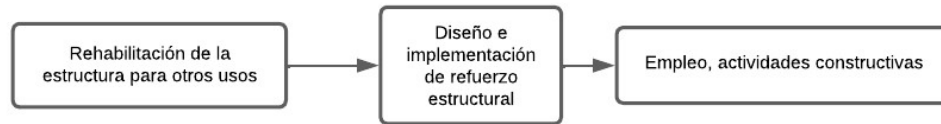
Figura 4.7: Diagrama de redes para acción #6. Fuente: Autoría propia (2023).

Acción #7: Uso como institución educativa.



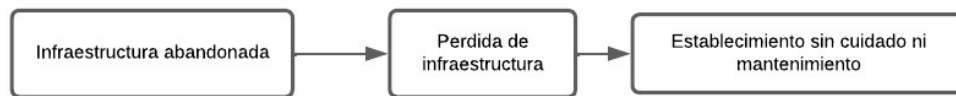
Figura 4.8: Diagrama de redes para acción #7. Fuente: Autoría propia (2023).

Acción #8: Rehabilitación de la estructura para otros usos.



**Figura 4.9: Diagrama de redes para acción #8. Fuente: Autoría propia (2023).**

Acción #9: Infraestructura abandonada.



**Figura 4.10: Diagrama de redes para acción #9. Fuente: Autoría propia (2023).**

### **Matrices causa - efecto**

La Matriz de Leopold es una herramienta de evaluación de impactos ambientales, es ampliamente utilizada en el EIA y consta de dos listas: acciones del proyecto y elementos ambientales. Estas listas se relacionan en una matriz, permitiendo identificar interacciones de causa-efecto. Cada interacción se valora con magnitud (M) e importancia (I) en una escala del 1 al 10. La matriz se adapta a cada proyecto según sus necesidades. Llega a ser una herramienta muy eficaz en identificar impactos, pero no pondera factores ambientales de manera equitativa y no es adecuada para obtener el impacto global (Salvador et al., 2005).

Tabla 4.3: Matriz causa – efecto.

Magn Import	Magnitud 1 - 10 Importancia 1 - 10		ACCIONES CON POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES												
			1. Fase de construcción							2. Fase de funcionamiento		3. Fase de abandono			
			Movimiento de tierra y excavación	Armado y encofrado	Preparación y colocación del hormigón	Mampostería	Desalojo de material	Manejo de desechos	Total	Uso como institución educativa	Total	Rehabilitación de la estructura para otros usos	Infraestructura abandonada	Total	
Valoración	Magnitud Grande = 10 Mediano = 5 Pequeño = 1	Importancia Nada = 1 Alta = 10													
FACTORES AMBIENTALES	A. Características físicas y químicas	1. Aire	Polvo y partículas flotantes	-4/5	-2/5	-3/5	-1/5	-2/5	-1/5	-60		0	-3/4		-12
		2. Tierra y suelo	Cambios en el relieve	-4/4				-5/2	-5/2	-36		0			0
			Contaminación por residuos y excavación	-5/3						-15		0			0
	3. Agua	Contaminación por desechos (S y L)							0	-4/4	-16			0	
	B. Factores culturales	4. Red Viaria	Aumento vehicular	-4/4		-2/4		-2/4		-32	-5/3	-15	-3/4		-12
		5. Evolución	Educación de la población							0	8/7	56		-6/2	-12
6. Poblacion fija		Empleo		3/4	5/4	5/4	5/4	2/4	3/4	92	5/7	35	5/4		20
	Ruido		-5/2				-4/2		-18		0	-3/2		-6	
	Vibraciones		-6/2				-6/2		-24		0			0	

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

En la técnica de valoración cualitativa utilizada, se asignan valores numéricos predefinidos para calificar las cualidades de los impactos de la alternativa elegida. Estos valores se reflejan en una matriz de cruce entre acciones y factores, llamadas matriz de importancia e índices de incidencia. La valoración cualitativa refleja la importancia del impacto, midiendo la acción sobre el factor alterado mediante los siguientes atributos.

Para la valoración de cada atributo se tuvo en consideración que, aunque el proyecto se ubique en una ciudad con grandes áreas con abundante vegetación, el terreno específico donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto se encuentra desprovisto de vegetación y en las zonas más cercanas existen viviendas construidas, lo que ha influido en la valoración haciendo que este pueda llegar a ser bastante baja en cada atributo.

#### Signo ( $\pm$ )

El signo muestra si las actividades generan un efecto beneficioso (+) o un efecto perjudicial (-) (Salvador et al., 2005).

**Tabla 4.4: Matriz de valoración de signo.**

Matriz de Signo ( $\pm$ )									
Actividades	Polvo y partículas	Cambios en el relieve	Contaminación por residuos y	Contaminación por desechos (S)	Aumento vehicular	Educación de la población	Empleo	Ruido	Vibraciones
Movimiento de tierra y excavación	-1	-1	-1		-1		1	-1	-1
Armado y encofrado	-1						1		
Preparación y colocación del hormigón	-1				-1		1		
Mampostería	-1						1		
Desalojo de material	-1	-1			-1		1	-1	-1
Manejo de desechos	-1	-1					1		
Uso como institución educativa				-1	-1	1	1		
Rehabilitación de la estructura para otros usos	-1	-1			-1		1	-1	
Infraestructura abandonada						-1			

## Acumulación (A)

Es la forma en que los efectos interactúan entre sí, se distingue entre efectos simples (1), acumulativos (3) o sinérgicos (5) (Salvador et al., 2005).

**Tabla 4.5: Matriz de valoración de acumulación.**

Matriz de Acumulación (A)									
Actividades	Polvo y partículas flotantes	Cambios en el relieve	Contaminación por residuos y excavación	Contaminación por desechos (S y L)	Aumento vehicular	Educación de la población	Empleo	Ruido	Vibraciones
Movimiento de tierra y excavación	3	3	3		1		1	1	1
Armado y encofrado	1						1		
Preparación y colocación del hormigón	1				1		1		
Mampostería	1						1		
Desalojo de material	1	3			1		1	1	1
Manejo de desechos	1	3					1		
Uso como institución educativa				3	3	5	1		
Rehabilitación de la estructura para otros usos	1	1			1		1	1	
Infraestructura abandonada						1			
Valoración promedio total de matriz de acumulación	1.5								

## Intensidad (In)

La valoración de la intensidad se enfoca en el grado de destrucción que producirán las actividades, el grado se define como bajo (1), medio (4) y alto (8), cada uno con su respectiva valoración (Salvador et al., 2005).

**Tabla 4.6: Matriz de valoración de intensidad.**

Matriz de Intensidad (In)									
Actividades	Polvo y partículas flotantes	Cambios en el relieve	Contaminación por residuos y excavación	Contaminación por desechos (S y L)	Aumento vehicular	Educación de la población	Empleo	Ruido	Vibraciones
Movimiento de tierra y excavación	1	8	4		1		1	1	1
Armado y encofrado	1						1		
Preparación y colocación del hormigón	1				1		1		
Mampostería	1						1		
Desalojo de material	1	1			1		1	1	1
Manejo de desechos	1	1					1		
Uso como institución educativa				1	1	1	1		
Rehabilitación de la estructura para otros usos	1	4			1		1	1	
Infraestructura abandonada						1			
Valoración promedio total de matriz de intensidad	1.4								

### Área de influencia (E)

La medida de impacto se realiza por la extensión de la superficie afectada, estas se clasifican como puntual (1), parcial (2) y extensa (3) (Salvador et al., 2005).

**Tabla 4.7: Matriz de valoración de extensión.**

Matriz de Extensión (E)									
Actividades	Polvo y partículas flotantes	Cambios en el relieve	Contaminación por residuos y excavación	Contaminación por desechos (S y L)	Aumento vehicular	Educación de la población	Empleo	Ruido	Vibraciones
Movimiento de tierra y excavación	1	2	1		1		1	1	1
Armado y encofrado	1						1		
Preparación y colocación del hormigón	1				1		1		
Mampostería	1						1		
Desalojo de material	1	1			1		1	1	1
Manejo de desechos	1	1					1		
Uso como institución educativa				1	1	1	1		
Rehabilitación de la estructura para otros usos	1	1			1		1	1	
Infraestructura abandonada						1			
Valoración promedio total de matriz de extensión	1.0								

## Persistencia (P)

Esta valorización comprende el impacto con relación al tiempo, definiéndose como un impacto temporal (1) o permanente (3) (Salvador et al., 2005).

**Tabla 4.8: Matriz de valoración de persistencia**

Matriz de Persistencia (P)									
Actividades	Polvo y partículas flotantes	Cambios en el relieve	Contaminación por residuos y excavación	Contaminación por desechos (S y L)	Aumento vehicular	Educación de la población	Empleo	Ruido	Vibraciones
Movimiento de tierra y excavación	1	3	3		1		1	1	1
Armado y encofrado	1						1		
Preparación y colocación del hormigón	1				1		1		
Mampostería	1						1		
Desalojo de material	1	3			1		1	1	1
Manejo de desechos	1	3					1		
Uso como institución educativa				3	1	1	1		
Rehabilitación de la estructura para otros usos	1	1			1		1	1	
Infraestructura abandonada						1			
Valoración promedio total de matriz de persistencia	1.3								



## Recuperabilidad (Rc)

Se define si se puede llegar a eliminar por acción humana el efecto generado al medio ambiente, entonces se define como recuperable (1) o irrecuperable (3) (Salvador et al., 2005).

**Tabla 4.9: Matriz de valoración de recuperabilidad**

Matriz de Recuperabilidad (Rc)									
Actividades	Polvo y partículas flotantes	Cambios en el relieve	Contaminación por residuos y excavación	Contaminación por desechos (S y L)	Aumento vehicular	Educación de la población	Empleo	Ruido	Vibraciones
Movimiento de tierra y excavación	1	3	3		1		1	1	1
Armado y encofrado	1						1		
Preparación y colocación del hormigón	1				1		1		
Mampostería	1						1		
Desalojo de material	1	3			1		1	1	1
Manejo de desechos	1	3					1		
Uso como institución educativa				1	1	3	1		
Rehabilitación de la estructura para otros usos	1	3			1		1	1	
Infraestructura abandonada						1			
Valoración promedio total de matriz de recuperabilidad	1.4								

## Reversibilidad (Rv)

Este concepto habla que de forma natural a corto plazo (5 años), al cesar la acción el medio sea capaz de eliminar los efectos generados, para esto se define como un impacto reversible (1) o irreversible (3) (Salvador et al., 2005).

**Tabla 4.10: Matriz de valoración de reversibilidad**

Matriz de Reversibilidad (Rv)									
Actividades	Polvo y partículas flotantes	Cambios en el relieve	Contaminación por residuos y excavación	Contaminación por desechos (S y L)	Aumento vehicular	Educación de la población	Empleo	Ruido	Vibraciones
Movimiento de tierra y excavación	1	3	3		1		1	1	1
Armado y encofrado	1						1		
Preparación y colocación del hormigón	1				1		1		
Mampostería	1						1		
Desalojo de material	1	3			1		1	1	1
Manejo de desechos	1	3					1		
Uso como institución educativa				1	1	3	1		
Rehabilitación de la estructura para otros usos	1	3			1		1	1	
Infraestructura abandonada						1			
Valoración promedio total de matriz de reversibilidad	1.4								

### **Cálculo de importancia e Impacto Ambiental**

Por medio de la valoración cualitativa simple se elige una forma simple y con una fórmula sencilla que tiene en cuenta los valores asignados para cada atributo (Salvador et al., 2005).

#### **Cálculo de la importancia**

Para el cálculo de la importancia se usaron los atributos anteriores, el resultado obtenido por sí solo no nos permite determinar si el impacto ambiental es bajo o alto. Por esto se le da utilidad a otra fórmula de importancia normalizada (Salvador et al., 2005).

$$Im = \pm(A + E + In + P + Rc + Rv) \quad (4-1)$$

$$Im = - ( 1.5 + 1.4 + 1.0 + 1.3 + 1.4 + 1.4 )$$

$$Im = - 8$$

Importancia normalizada

$$I_i = - ((8 - 6) / (25 - 8)) = - 0.12$$

$$I_i = - 0.12$$

Al tener el resultado de la importancia normalizada de 0.12 como un efecto perjudicial, la valoración de impacto ambiental apunta a que en los tres periodos del ciclo de vida llega a ser muy bajo comparado al peor escenario ( $I_i = 1$ ), sin embargo, si el proyecto estaría en una ubicación de mayor prioridad ambiental el 0.12 de valoración podría tener consecuencias significativas, al no ser el caso de la alternativa elegida para este proyecto se concluye que el impacto ambiental generado será leve (Salvador et al., 2005).

#### **4.6 Medidas de prevención/mitigación**

En el EIA se ha evaluado el proyecto en tres periodos, la construcción, el funcionamiento y el abandono de la infraestructura que, mediante la identificación y valoración de los impactos, se establece al periodo constructivo como el periodo en el que se generan impactos de mayor proporción. Las medidas de prevención y mitigación planteadas se detallarán a continuación.

#### Medidas de prevención:

1. Delimitación al área de trabajo: como primera actividad a realizar se prepara la zona de construcción, limitando por medio de líneas de referencias solo las zonas necesarias en la que se harán limpiezas, movimientos de tierra o excavaciones.
2. Cerramiento de zona de trabajo: una de las prácticas normalizadas en la construcción es la ubicación de paños de lona mantenidos por cañas, así se mitiga la dispersión de polvo o partículas flotantes contaminantes.
3. Definición de zonas destinadas para desechos líquidos y sólidos: El proceso constructivo siempre se genera desechos por materiales de construcción, consumo alimenticio o uso del personal, por ello, es importante contar con un lugar predeterminado para dicha acumulación.
4. Selección de proveedores de materiales: la obra debe estar abastecida de materiales, para lo que, contar con ellos es una labor de investigación y elección no solo considerando los usuales factores, sino también examinando alternativas sostenibles y reutilizables para disminuir los residuos sólidos.
5. Gestión de materiales: calcular, definir y solicitar solo el material necesario que se utilizara en cada proceso construcción es una labor diaria in situ, además de reducir gastos también reduce la pérdida de material que se llega a convertir en desechos.
6. Horario laboral: algunas actividades generan un impacto a los pobladores, lo cual ayuda a definir el horario más competente y agradable para la comunidad en la cual se pueda usar maquinarias, equipos y actividades que puedan generar ruido y vibraciones.
7. Programa de eliminación de residuos: los desechos y residuos que se generen serán clasificados, para tener un transporte, tratamiento y disposición final correcta de estos.
8. Equipos de protección personal (EPP): siempre han existido regulaciones que exige a todo personal que ingrese a obra uso de equipos de protección personal para prever la salud y bienestar laboral.

# CAPITULO 5

## 5. PRESUPUESTO

### 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

La elaboración de una estructura desglosada de trabajo (EDT) descompone los entregables y labores del proyecto en elementos más pequeños y manejables, proporcionando una representación organizada de la obra (Project Management Institute, 2001).

Para el desarrollo de proyecto por medio del EDT se obtuvo una perspectiva detallada y estructura de los elementos y actividades realizadas en obra.

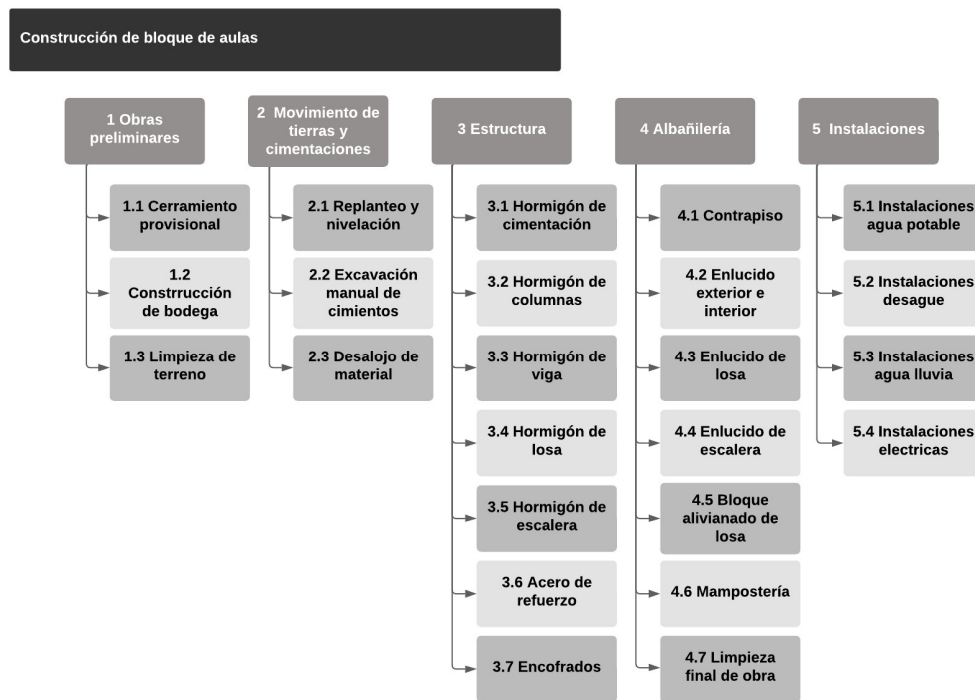


Figura 5.1: Estructura desglosada de trabajo. Fuente: Autoría propia.

## 5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

Los rubros se definieron como las actividades o material para la construcción del bloque de aulas, abarcando el costo desde los materiales, personal y equipo necesarios para su ejecución. Los rubros son desde obras preliminares hasta la finalización de la obra gris.

**Tabla 5.1: Rubros y precios unitarios**

N	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PU
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
1.1	Cerramiento provisional h=2.40m metálico galvalume e=0.40mm	m	\$ 33.57
1.2	Construcción de bodegas y oficina	m <sup>2</sup>	\$ 58.93
1.3	Limpieza manual del terreno	m <sup>2</sup>	\$ 1.21
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES</b>		
2.1	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m <sup>2</sup>	\$ 1.83
2.2	Excavación manual en cimientos y plintos	m <sup>3</sup>	\$ 7.17
2.3	desalojo de material con volqueta (transporte 5 km) cargado manual	m <sup>3</sup>	\$ 8.82
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA</b>		
3.1	Hormigón cimentación f'c=280kg/cm <sup>2</sup> , no incluye encofrado	m <sup>3</sup>	\$ 123.08
3.2	Hormigón columnas f'c=280kg/cm <sup>2</sup> , no incluye encofrado	m <sup>3</sup>	\$ 147.27
3.3	Hormigón viga f'c=280kg/cm <sup>2</sup> , no incluye encofrado	m <sup>3</sup>	\$ 132.70
3.4	Hormigón losa f'c=280kg/cm <sup>2</sup> , no incluye encofrado	m <sup>3</sup>	\$ 148.80
3.5	Hormigón escalera f'c=280kg/cm <sup>2</sup> , no incluye encofrado	m <sup>3</sup>	\$ 157.52
3.6	Acero de refuerzo fy=4200kg/cm <sup>2</sup>	kg	\$ 2.19
3.7	Encofrado y desencofrado vigas	m <sup>2</sup>	\$ 27.63
3.8	Encofrado y desencofrado columnas	m <sup>2</sup>	\$ 40.03
3.9	Encofrado y desencofrado losas	m <sup>2</sup>	\$ 22.27
3.10	Encofrado y desencofrado de escaleras	m <sup>2</sup>	\$ 52.23
<b>4</b>	<b>ALBAÑILERÍA</b>		
4.1	Contrapiso hormigón simple f'c=180kg/cm <sup>2</sup> e=8cm	m <sup>3</sup>	\$ 6.47
4.2	Enlucido en exteriores (fachada) previo champeado espesor 1,5 cm	m <sup>2</sup>	\$ 10.55
4.3	Enlucido en interiores (previo champeado) espesor 1.5 cm	m <sup>2</sup>	\$ 5.34
4.4	Enlucido de piso de losa	m <sup>2</sup>	\$ 13.41
4.5	Enlucido de fondo de escalera	m <sup>2</sup>	\$ 8.39
4.6	Bloque alivianado losa 40x20x15 cm (provisión/timbrado)	m <sup>2</sup>	\$ 0.67
4.7	Mampostería de bloque liviano e=20 cm	m <sup>2</sup>	\$ 11.68
4.8	Limpieza final de la obra	m <sup>2</sup>	\$ 3.00
<b>5</b>	<b>INSTALACIONES</b>		
5.1	Tubería Agua Potable 1/2" Fría	m	\$ 7.45
5.2	Tubería Agua Potable 3/4" Fría	m	\$ 7.84
5.3	Tubería Agua Potable 1" Fría	m	\$ 8.29
5.4	Tubería Agua Servida PVC 4"	m	\$ 12.14
5.5	Codo PVC 110mm desagüe 45°	u	\$ 8.30
5.6	Yee PVC 110mm	u	\$ 5.36
5.7	Bajante aguas lluvias 110mm UNION CODO	m	\$ 10.67

El análisis de precios unitarios para los rubros presentados en la tabla 5.1, donde se da la descripción del valor monetario de los materiales, mano de obra, equipo, maquinaria y herramientas se presentarán por medio del siguiente modelo.

La información utilizada en el análisis de precios unitarios fue recolectada de dos fuentes diferentes, INSUCONS página web que funciona como una herramienta para la consulta de costos y matrices de precios unitarios, y documentos del Ministerio de Transporte y Obras Publicas que presenta análisis de precios unitarios utilizados en proyecto públicos. Los APUS definidos para este presupuesto fueron analizados y modificados para acoplarse a las necesidades requeridas del proyecto.

**Tabla 5.2: APUS del rubro 3.2 como ejemplo.**

### **Hormigón columnas $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado**

<b>1. MATERIALES</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio productivo</b>	<b>Costo total</b>	
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.21	7.68	55.37	
18054	Arena	m3	0.58	13.50	7.83	
18055	Ripio	m3	0.72	18.00	12.96	
18056	Agua	m3	0.25	0.85	0.21	
19623	Plastiment BV-40 10 Kg - Sika DISENSA	u	0.02	22.60	0.45	
<b>Total materiales</b>					<b>76.82</b>	
<b>2. MANO DE OBRA</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio productivo</b>	<b>Costo total</b>	
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	6.00	4.05	24.30	
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	3.00	4.10	12.30	
15839	Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1.00	4.10	4.10	
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	1.00	4.33	4.33	
<b>Total mano de obra</b>					<b>45.03</b>	
<b>3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio productivo</b>	<b>Costo total</b>	
18057	Concretera 1 saco	Hora	2.35	4.48	10.53	
18058	Vibrador de manguera	Hora	2.35	4.06	9.54	
18102	Andamio	Hora	1.00	0.06	0.06	
				Herramientas	5.00%	5.29
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>25.42</b>	
<b>Total Precio Unitario de Hormigón columnas <math>f_c=280\text{kg/cm}^2</math>, no incluye encofrado en [m3]</b>					<b>147.27</b>	

Los demás análisis de precios unitarios se presentan en la sección de anexos. En las especificaciones técnicas de cada rubro se dará la siguiente información: una descripción de la actividad o material como rubro, unidad de medida, material y equipo mínimo, mano de obra mínima, especificaciones, medición y pago del rubro. Esta información será presentada en el siguiente formato, las especificaciones técnicas de los rubros en su totalidad se describen en la sección de anexos.

### **HORMIGÓN COLUMNAS FC=280KG/CM2, NO INCLUYE ENCOFRADO (Rubro 3.2)**

#### **Descripción**

El hormigón de  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$  es utilizado para la conformación de las columnas, que soportan considerables cargas definidas en el diseño estructural.

**Unidad:** metro cubico (m<sup>3</sup>).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua, aditivo plastificante.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, concretera, vibrador.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, operador de equipo liviano, maestro de obra.

#### **Especificaciones**

La preparación, transporte, vertido y curado del hormigón cumplirá con lo estipulado en las Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC), estos elementos serán diseñados para cumplir y seguir los requerimientos de una estructura sismorresistente. Después del vertido de hormigón se dará uso al vibrador para evitar ratoneras o acumulación de agregados no deseadas y en el desencofrado se tendrá cuidado para evitar daños. La fiscalización aprobará o rechazará la entrega basada en pruebas de laboratorio y campo, y en cumplimiento de tolerancias y condiciones.

#### **Medición y pago**

La definición de los volúmenes para los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con cálculos a mano respetando las dimensiones del diseño estructural. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m<sup>3</sup>".



### 5.3 Descripción de cantidades de obra (Revisar)

Con ayuda de la metodología BIM aplicada en el proceso de diseño del proyecto se generó un modelo arquitectónico, estructural y de instalaciones en el programa de REVIT, lo cual permitió generar tablas de volúmenes para los rubros definidos.

El hormigón y el acero de refuerzo fueron obtenidos por medio del modelado estructural del cual se obtuvo la tabla 5.2 que contiene los metros cúbicos de hormigón para cada elemento y los kilogramos de acero de refuerzo de la estructura en su totalidad.

**Tabla 5.3: Resumen de volumen de elementos estructurales.**

Elemento	Volumen de hormigón [m <sup>3</sup> ]	Peso [kg]
Columnas	10.38	-
Vigas	20.14	-
Viguetas	9.12	-
Losa	18.26	-
Cimentación	12.29	-
Escalera	3.47	-
Acero de refuerzo	-	9614.72

Además de la cantidad para los elementos estructurales, por medio de los valores obtenidos por REVIT se calculó el área de encofrado total para cada elemento.

**Tabla 5.4: Resumen de áreas de encofrados para elementos estructurales.**

Elemento	Área encofrada [m <sup>2</sup> ]
Columnas	138.4
Vigas	219.51
Losa	250.01
Cimentación	69.12
Escalera	22.62

Los volúmenes de diseño para los rubros de la sección de albañilería fueron obtenidos del modelado arquitectónico. Las cantidades usadas para el presupuesto fueron obtenidas por REVIT, de cada elemento arquitectónico; con las cuales se realizaron ciertos ajustes y cálculos para la obtención de la tabla 5.4.

**Tabla 5.5: Resumen área de mampostería, losa y escalera.**

Sección	Área de paredes y otros [m <sup>2</sup> ]
Exterior	432.00
Interior	306.00
Losa	250.10
Escalera	14.13

Para los rubros de instalaciones las cantidades de los elementos como tuberías y accesorios fueron obtenidas por medio del modelado haciendo un conteo y medición de las tuberías necesarios en el diseño propuesto de instalaciones.

Los detalles y tablas obtenidas por revisión están presentadas en el anexo de Presupuestos.

#### 5.4 Valoración integral del costo del proyecto

El proyecto se puede analizar por fases, aportando un valor porcentual de avance. Tabla 5.5.

**Tabla 5.5: Avance porcentual de cada fase del proyecto.**

PORCENTAJE DE GASTO POR PROCESO CONSTRUCTIVO		
Movimiento de tierras y obras preliminares	\$ 7.905,58	11%
Estructura	\$ 49.719,29	67%
Albañilería	\$ 15.099,85	20%
Instalaciones	\$ 1.047,01	1%
<b>TOTAL [USD]</b>	<b>\$ 73.771,73</b>	<b>100%</b>

Para las cuantificaciones obtenidas de REVIT y los precios estipulados se calcula un costo por metro cuadrado, con respecto a su área constructiva. El análisis de precios unitario y el coste total de cada rubro se encuentra a detalle en el Anexo de Presupuestos.

**Tabla 5.6: Valorización de costo por m2.**

AREA CONSTRUIDA (m <sup>2</sup> )	COSTO DIRECTO (USD/ m <sup>2</sup> )
283.88	\$259.87

## 5.5 Cronograma de obra

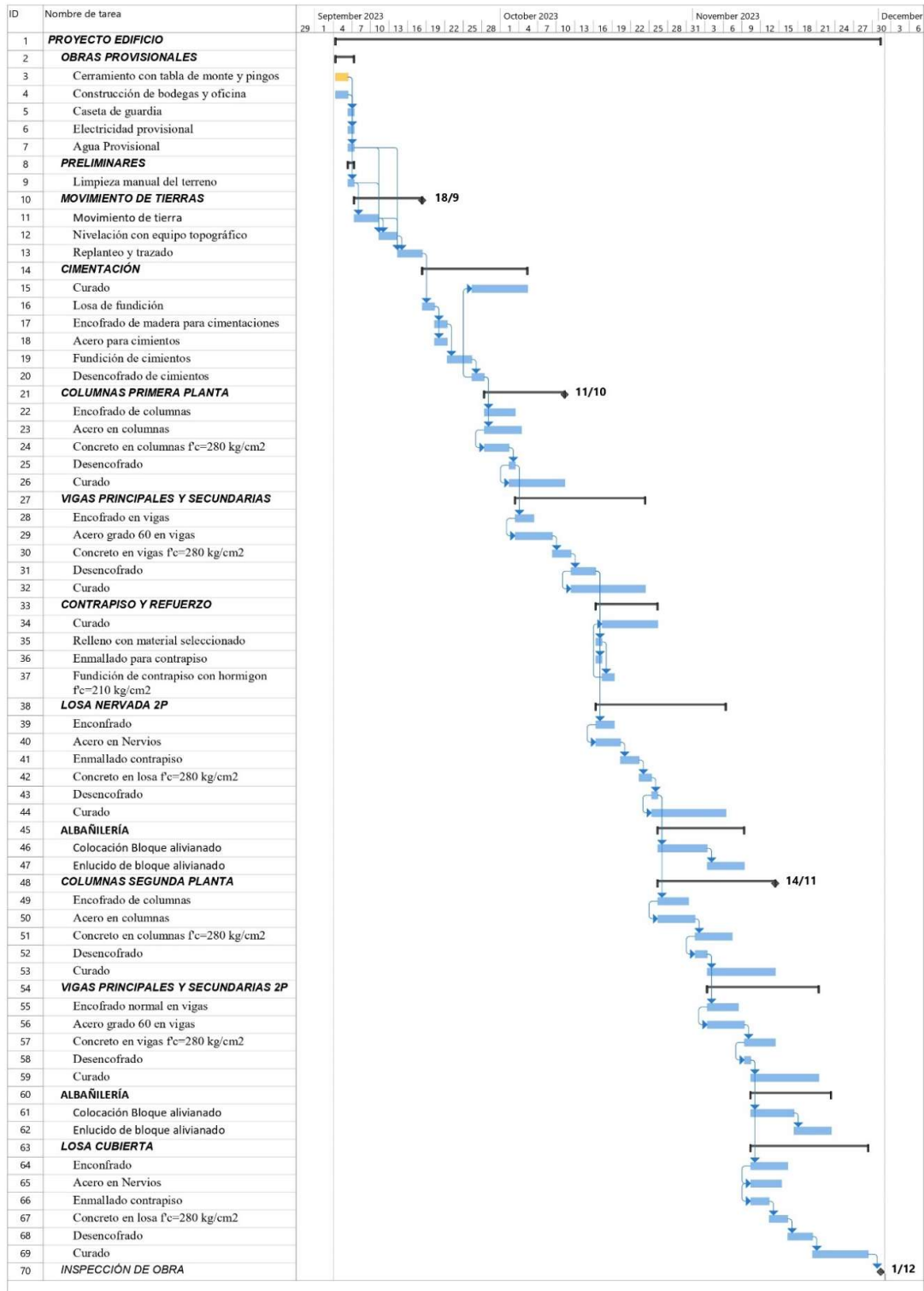


Figura 5.2: Diagrama de Gantt.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Las normativas y acuerdos ministeriales presentan solicitudes para distribución de espacios y elementos a considerar en proyectos orientados a instituciones educativas, lo cual dio forma al modelo arquitectónico considerando medidas óptimas para brindar a Echeandía instalaciones de calidad.

Las dimensiones establecidas dieron pie al análisis del diseño sísmico mediante las normativas locales que en conjunto con el cálculo estructural permitieron validar el cálculo obtenido para cada elemento estructural.

Pese a la limitada información correspondiente al suelo sobre el cual se ejecutará el proyecto, se logró resolver esto de manera efectiva, entregando una propuesta de cimentación la cual deberá validarse con un estudio de suelos.

La centralización de la información en Revit otorgó beneficios para las distintas fases del proyecto permitiendo compilar el diseño geométrico y estructural; facilitando así la cuantificación de materiales y entregando valores más precisos para el presupuesto.

El proyecto presentó un costo total de \$73.771, 73 lo cual da una valorización por metro cuadrado de \$260. Mediante la planeación de proyecto se contempla la construcción de este en un lapso de 62 días laborables, siendo aproximadamente 11 semanas.

### 6.2 Recomendaciones

Antes del inicio del proyecto, se recomienda realizar un estudio de suelos en el área donde se realizará la construcción, con la finalidad de validar las consideraciones realizadas.

Cualquier modificación del diseño arquitectónico deberá ser revisada por un ingeniero civil a fin de validar el diseño estructural realizado o modificar el mismo para asegurar el correcto desempeño de la estructura.

La metodología BIM constituye una herramienta de gran utilidad para la cuantificación de materiales y permite un ahorro importante de tiempo además de evitar cálculos erróneos de volúmenes.

Se deberá realizar un control de calidad en obra para asegurar el cumplimiento del diseño realizado y con ello permitir que el proyecto cumpla con los estándares de construcción.

Se recomienda que la construcción sea liderada por un profesional con experiencia que tenga en cuenta la correcta secuencialidad de actividades.

Será importante realizar el curado del hormigón para alcanzar la resistencia deseada en cada elemento.

# BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute. (2014). *ACI 318S-14: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI 318S-14* (p. 592).
- Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE. (2022). *Plan de Desarrollo y Ordamiento Territorial de Canto Echeandía - Diagnostico del Cantón Echeandía*.
- Instituto Geofísico. (2023). *Peligro sísmico*. Escuela Politécnica Nacional. [www.igepn.edu.ec/peligro-sismico](http://www.igepn.edu.ec/peligro-sismico).
- Instituto Geografico Militar. (1986). *Mapa General de Suelos de Ecuador*. Clirsen-Fertisa.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *NEC-SE-CG* (p. 44). Dirección de comunicacion social, MIDUVI.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). *NEC: Accesibilidad Universal* (p. 42).
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, & Cámara de la Industria de la Construcción. (2014). *NEC: PELIGRO SÍSMICO Diseño sismo resistente* (p. 141). Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Ministerio de Educación. (2012). *Acuerdo 483 - 12* (p. 40).
- Ministerio del Ambiente. (2013). *CATALOGO DE CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL NACIONAL*.
- Neufert, E., & Ruskin, J. (2019). Neufert Arte de proyectar en arquitectura. *Boletín N, 570*.
- Project Management Institute. (2001). Project management body of knowledge Guide. *Project Management Institute, 11, 7–8*.
- Salvador, A. G., Alcaide, A. S., Sánchez, C. C., & Salvador, L. G. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Pearson Educación.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). *NTE INEN 2969-1 Iluminación de los lugares de trabajo Parte 1: Lugares de trabajo en interiores* (p. 40).

# **PLANOS Y ANEXOS**

**ANEXO A1**

**REVISIONES DE DISEÑO**



# **DISEÑO SISMICO**

Para determinar la mayoría de las propiedades que ayudan en el cálculo sísmico.  
 Para esto se especifican las dimensiones de todos los elementos predimensionados.

Volumenes					
Volumenes pilares					
Entrepiso	a	b	L	cantidad	V
U	m	m	m	u	m <sup>3</sup>
PA	0,3	0,3	3,1	16	4,464
PB	0,3	0,3	3,1	16	4,464
					8,928

Volúmenes vigas					
Entrepiso	a	b	L	cantidad	V
U	m	m	m	u	m <sup>3</sup>
A1	0,20	0,25	3,30	16	2,64
A2	0,20	0,25	3,20	8	1,28
A3	0,20	0,25	4,05	4	0,81
A4	0,25	0,30	5,40	8	3,24
A5	0,20	0,25	1,20	8	0,48
A6	0,25	0,35	3,30	8	2,31
A7	0,25	0,35	3,20	4	1,12
A8	0,25	0,35	4,05	2	0,71
A9	0,25	0,35	5,40	8	3,78
A10	0,20	0,25	1,20	8	0,48
					16,85

Volumen losa (nervada)					
Losa	dx	dy	dz	cantidad	V
U	m	m	m	u	m <sup>3</sup>
2_1	3,3	5,4	0,10	8	14,26
2_2	3,2	5,4	0,10	4	6,91
2_3	4,05	5,4	0,10	1	2,19
					23,36

Nervios					
nerv	a	b	L	cant.	V
U	m	m	m	u	m <sup>3</sup>
1	0,10	0,15	4,05	22	1,34
2	0,10	0,15	3,30	88	4,36
3	0,10	0,15	3,20	44	2,11

	7,80
--	------

Volumen Paredes					
Pared	a	b	h	cantidad	V
U	m	m	m	u	m <sup>3</sup>
1	5,4	0,12	2,75	16	28,51
2	3,3	0,12	2,75	16	17,42
3	3,2	0,12	2,75	8	8,45
4	4,05	0,12	2,75	2	2,67
					57,06

Peso	V	$\gamma h$	Peso
U	m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN
Columna	8,93	25	223,20
Viga	16,85	25	421,22
Losa	23,36	25	583,88
Pared	57,06	25	1426,43
Nervios	7,80	25	195,11

OTROS ELEMENTOS					
Material	Base	Altura	Abertura	Cant	Área
U	m	m	m <sup>2</sup>	U	m
Instalaciones	13,2	5,4	56,43	2	29,7
cerámica	13,2	5,4	21,87	2	98,82

Pesos totales	
Elemento	Peso
U	kN
Vigas	421,22
Columna	223,20
Losa	583,88
Cerámica	59,29
Paredes	1426,43
Instalaciones	8,91
Nervios	195,11
Viva	2,00
Cubierta	0,70
Total	2920,73



0,25	0,35	5,40
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10
0,30	0,30	3,10

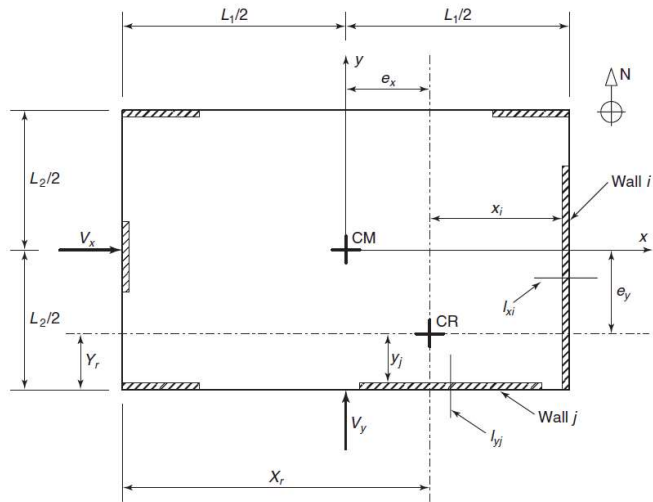
Las dimensiones de los elementos de cubierta

Elemento	a	b	L
-	m	m	m
Abertura	-	-	-
Losa	-	-	-
V1AB	0,20	0,25	3,30
V1BC	0,20	0,25	3,30
V1CD	0,20	0,25	3,30
V1DE	0,20	0,25	3,30
V1EF	0,20	0,25	3,20
V1FG	0,20	0,25	3,20
V1GH	0,25	0,35	4,05
V2AB	0,25	0,35	3,30
V2BC	0,25	0,35	3,30
V2CD	0,25	0,35	3,30
V2DE	0,25	0,35	3,30
V2EF	0,25	0,35	3,20
V2FG	0,25	0,35	3,20
V2GH	0,25	0,35	4,05
V3AB	0,25	0,35	3,30
V3BC	0,25	0,35	3,30
V3CD	0,25	0,35	3,30
V3DE	0,25	0,35	3,30

V3EF	0,25	0,35	3,20
V3FG	0,25	0,35	3,20
V3GH	0,25	0,35	4,05
VA12	0,25	0,35	1,20
VA23	0,25	0,35	5,40
VB12	0,25	0,35	1,20
VB23	0,25	0,35	5,40
VC12	0,25	0,35	1,20
VC23	0,25	0,35	5,40
VD12	0,25	0,35	1,20
VD23	0,25	0,35	5,40
VE12	0,25	0,35	1,20
VE23	0,25	0,35	5,40
VF12	0,25	0,35	1,20
VF23	0,25	0,35	5,40
VG12	0,25	0,35	1,20
VG23	0,25	0,35	5,40
VH12	0,25	0,35	1,20
VH23	0,25	0,35	5,40
C2A	0,30	0,30	3,10
C3A	0,30	0,30	3,10
C2B	0,30	0,30	3,10
C3B	0,30	0,30	3,10
C2C	0,30	0,30	3,10
C3C	0,30	0,30	3,10
C2D	0,30	0,30	3,10
C3D	0,30	0,30	3,10
C2E	0,30	0,30	3,10
C3E	0,30	0,30	3,10
C2F	0,30	0,30	3,10
C3F	0,30	0,30	3,10
C2G	0,30	0,30	3,10
C3G	0,30	0,30	3,10
C2H	0,30	0,30	3,10
C3H	0,30	0,30	3,10

$$Y_r = \frac{\sum_j I_{yj} Y_j}{\sum_j I_{yj}}$$

$$X_r = \frac{\sum_i I_{xi} X_i}{\sum_i I_{xi}}$$



Centro de masa		CM		SAP	CM	
yh	ρ	x	y		x	y
KN/m3	T/m3	cm	cm		cm	cm
25	2,55	11,76	3,66		11,38	3,46
CM CUBIERTA						
Elemento	Volumen	Masa	x	y	ximi	yimi
-	m3	T	m	m	Tm	Tm
Losa	20,29	51,74	11,83	3,30	611,87	170,75
V1AB	0,17	0,42	1,65	0,00	0,69	0,00
V1BC	0,17	0,42	4,95	0,00	2,08	0,00
V1CD	0,17	0,42	8,25	0,00	3,47	0,00
V1DE	0,17	0,42	11,55	0,00	4,86	0,00
V1EF	0,16	0,41	14,80	0,00	6,04	0,00
V1FG	0,16	0,41	18,00	0,00	7,34	0,00
V1GH	0,20	0,52	21,63	0,00	11,17	0,00
V2AB	0,17	0,42	1,65	1,20	0,69	0,50
V2BC	0,17	0,42	4,95	1,20	2,08	0,50
V2CD	0,17	0,42	8,25	1,20	3,47	0,50
V2DE	0,17	0,42	11,55	1,20	4,86	0,50
V2EF	0,16	0,41	14,80	1,20	6,04	0,49
V2FG	0,16	0,41	18,00	1,20	7,34	0,49
V2GH	0,20	0,52	21,63	1,20	11,17	0,62
V3AB	0,17	0,42	1,65	6,60	0,69	2,78
V3BC	0,17	0,42	4,95	6,60	2,08	2,78
V3CD	0,17	0,42	8,25	6,60	3,47	2,78
V3DE	0,17	0,42	11,55	6,60	4,86	2,78
V3EF	0,16	0,41	14,80	6,60	6,04	2,69
V3FG	0,16	0,41	18,00	6,60	7,34	2,69
V3GH	0,20	0,52	21,63	6,60	11,17	3,41

VA12	0,06	0,15	0,00	1,20	0,00	0,18
VA23	0,47	1,20	0,00	6,60	0,00	7,95
VB12	0,06	0,15	3,30	1,20	0,50	0,18
VB23	0,47	1,20	3,30	6,60	3,98	7,95
VC12	0,06	0,15	6,60	1,20	1,01	0,18
VC23	0,47	1,20	6,60	6,60	7,95	7,95
VD12	0,06	0,15	9,90	1,20	1,51	0,18
VD23	0,47	1,20	9,90	6,60	11,93	7,95
VE12	0,06	0,15	13,20	1,20	2,02	0,18
VE23	0,47	1,20	13,20	6,60	15,90	7,95
VF12	0,06	0,15	16,40	1,20	2,51	0,18
VF23	0,47	1,20	16,40	6,60	19,76	7,95
VG12	0,06	0,15	19,60	1,20	3,00	0,18
VG23	0,47	1,20	19,60	6,60	23,62	7,95
VH12	0,06	0,15	23,65	1,20	3,62	0,18
VH23	0,47	1,20	23,65	6,60	28,50	7,95
C2A	0,28	0,71	0,00	1,20	0,00	0,85
C3A	0,28	0,71	0,00	6,60	0,00	4,70
C2B	0,28	0,71	3,30	1,20	2,35	0,85
C3B	0,28	0,71	3,30	6,60	2,35	4,70
C2C	0,28	0,71	6,60	1,20	4,70	0,85
C3C	0,28	0,71	6,60	6,60	4,70	4,70
C2D	0,28	0,71	9,90	1,20	7,04	0,85
C3D	0,28	0,71	9,90	6,60	7,04	4,70
C2E	0,28	0,71	13,20	1,20	9,39	0,85
C3E	0,28	0,71	13,20	6,60	9,39	4,70
C2F	0,28	0,71	16,40	1,20	11,67	0,85
C3F	0,28	0,71	16,40	6,60	11,67	4,70
C2G	0,28	0,71	19,60	1,20	13,94	0,85
C3G	0,28	0,71	19,60	6,60	13,94	4,70
C2H	0,28	0,71	23,65	1,20	16,83	0,85
C3H	0,28	0,71	23,65	6,60	16,83	4,70
		83			976,48	303,76

Centro de masa		CM		SAP	CM	
$\gamma h$	$\rho$	x	y		x	y
KN/m <sup>3</sup>	T/m <sup>3</sup>	cm	cm		cm	cm
25	2,55	9,83	2,92		10,36	2,52
CM PISO						
Elemento	Volumen	Masa	x	y	ximi	yimi
-	m <sup>3</sup>	T	m	m	Tm	Tm



Abertura	2,84	7,25	21,63	3,90	-156,78	-84,82
Losa	16,60	42,34	11,83	3,90	500,62	165,11
V1AB	0,17	0,42	1,65	0,00	0,69	0,00
V1BC	0,17	0,42	4,95	0,00	2,08	0,00
V1CD	0,17	0,42	8,25	0,00	3,47	0,00
V1DE	0,17	0,42	11,55	0,00	4,86	0,00
V1EF	0,16	0,41	14,80	0,00	6,04	0,00
V1FG	0,16	0,41	18,00	0,00	7,34	0,00
V1GH	0,35	0,90	21,63	0,00	19,54	0,00
V2AB	0,29	0,74	1,65	1,20	1,21	0,88
V2BC	0,29	0,74	4,95	1,20	3,64	0,88
V2CD	0,29	0,74	8,25	1,20	6,07	0,88
V2DE	0,29	0,74	11,55	1,20	8,50	0,88
V2EF	0,28	0,71	14,80	1,20	10,57	0,86
V2FG	0,28	0,71	18,00	1,20	12,85	0,86
V2GH	0,35	0,90	21,63	1,20	19,54	1,08
V3AB	0,29	0,74	1,65	6,60	1,21	4,86
V3BC	0,29	0,74	4,95	6,60	3,64	4,86
V3CD	0,29	0,74	8,25	6,60	6,07	4,86
V3DE	0,29	0,74	11,55	6,60	8,50	4,86
V3EF	0,28	0,71	14,80	6,60	10,57	4,71
V3FG	0,28	0,71	18,00	6,60	12,85	4,71
V3GH	0,35	0,90	21,63	6,60	19,54	5,96
VA12	0,11	0,27	0,00	1,20	0,00	0,32
VA23	0,47	1,20	0,00	6,60	0,00	7,95
VB12	0,11	0,27	3,30	1,20	0,88	0,32
VB23	0,47	1,20	3,30	6,60	3,98	7,95
VC12	0,11	0,27	6,60	1,20	1,77	0,32
VC23	0,47	1,20	6,60	6,60	7,95	7,95
VD12	0,11	0,27	9,90	1,20	2,65	0,32
VD23	0,47	1,20	9,90	6,60	11,93	7,95
VE12	0,11	0,27	13,20	1,20	3,53	0,32
VE23	0,47	1,20	13,20	6,60	15,90	7,95
VF12	0,11	0,27	16,40	1,20	4,39	0,32
VF23	0,47	1,20	16,40	6,60	19,76	7,95
VG12	0,11	0,27	19,60	1,20	5,25	0,32
VG23	0,47	1,20	19,60	6,60	23,62	7,95
VH12	0,11	0,27	23,65	1,20	6,33	0,32
VH23	0,47	1,20	23,65	6,60	28,50	7,95
C2A	0,28	0,71	0,00	1,20	0,00	0,85
C3A	0,28	0,71	0,00	6,60	0,00	4,70
C2B	0,28	0,71	3,30	1,20	2,35	0,85
C3B	0,28	0,71	3,30	6,60	2,35	4,70

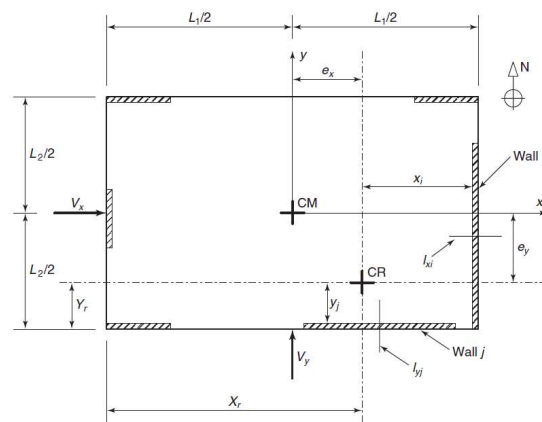
C2C	0,28	0,71	6,60	1,20	4,70	0,85
C3C	0,28	0,71	6,60	6,60	4,70	4,70
C2D	0,28	0,71	9,90	1,20	7,04	0,85
C3D	0,28	0,71	9,90	6,60	7,04	4,70
C2E	0,28	0,71	13,20	1,20	9,39	0,85
C3E	0,28	0,71	13,20	6,60	9,39	4,70
C2F	0,28	0,71	16,40	1,20	11,67	0,85
C3F	0,28	0,71	16,40	6,60	11,67	4,70
C2G	0,28	0,71	19,60	1,20	13,94	0,85
C3G	0,28	0,71	19,60	6,60	13,94	4,70
C2H	0,28	0,71	23,65	1,20	16,83	0,85
C3H	0,28	0,71	23,65	6,60	16,83	4,70
		79			780,94	232,03

$$V''_{xj} = \left[ \frac{I_{yj}y_j}{K_t} \right] (T_x + \alpha T_y)$$

$$V''_{yi} = \left[ \frac{I_{xi}x_i}{K_t} \right] (T_y + \alpha T_x)$$

$$T_x = V_x e_y \quad T_y = V_y e_x$$

$$K_t = \sum_i I_{xi} x_i^2 + \sum_j I_{yj} y_j^2$$



Centro de rigidez					
fc	EC	EC	b1	b2	b3
MN/m2	MN/m2	kN/m2	m	m	m
28	24870,06	24870062	0,20	0,25	0,30

Elemento	L	Ixx	Iyy	x	y
-	m	m4	m4	m	m
Losa	5,40	0,00433	143,30	11,83	3,90
V1AB	3,30	0,00026	0,00017	1,65	0,00
V1BC	3,30	0,00026	0,00017	4,95	0,00
V1CD	3,30	0,00026	0,00017	8,25	0,00
V1DE	3,30	0,00026	0,00017	11,55	0,00
V1EF	3,20	0,00026	0,00017	14,80	0,00
V1FG	3,20	0,00026	0,00017	18,00	0,00
V1GH	4,05	0,00026	0,00017	21,63	0,00
V2AB	3,30	0,00026	0,00017	1,65	1,20
V2BC	3,30	0,00026	0,00017	4,95	1,20
V2CD	3,30	0,00026	0,00017	8,25	1,20
V2DE	3,30	0,00026	0,00017	11,55	1,20
V2EF	3,20	0,00026	0,00017	14,80	1,20
V2FG	3,20	0,00026	0,00017	18,00	1,20
V2GH	4,05	0,00026	0,00017	21,63	1,20
V3AB	3,30	0,00026	0,00017	1,65	6,60
V3BC	3,30	0,00026	0,00017	4,95	6,60
V3CD	3,30	0,00026	0,00017	8,25	6,60
V3DE	3,30	0,00026	0,00017	11,55	6,60
V3EF	3,20	0,00026	0,00017	14,80	6,60
V3FG	3,20	0,00026	0,00017	18,00	6,60
V3GH	4,05	0,00026	0,00017	21,63	6,60
VA12	1,20	0,00026	0,00017	0,00	1,20
VA23	5,40	0,00089	0,00046	0,00	6,60
VB12	1,20	0,00026	0,00017	3,30	1,20
VB23	5,40	0,00089	0,00046	3,30	6,60
VC12	1,20	0,00026	0,00017	6,60	1,20
VC23	5,40	0,00089	0,00046	6,60	6,60
VD12	1,20	0,00026	0,00017	9,90	1,20
VD23	5,40	0,00089	0,00046	9,90	6,60
VE12	1,20	0,00026	0,00017	13,20	1,20
VE23	5,40	0,00089	0,00046	13,20	6,60
VF12	1,20	0,00026	0,00017	16,40	1,20
VF23	5,40	0,00089	0,00046	16,40	6,60
VG12	1,20	0,00026	0,00017	19,60	1,20
VG23	5,40	0,00089	0,00046	19,60	6,60
VH12	1,20	0,00026	0,00017	23,65	1,20
VH23	5,40	0,00089	0,00046	23,65	6,60

C2A	3,10	0,00068	0,00068	0,00	1,20
C3A	3,10	0,00068	0,00068	0,00	6,60
C2B	3,10	0,00068	0,00068	3,30	1,20
C3B	3,10	0,00068	0,00068	3,30	6,60
C2C	3,10	0,00068	0,00068	6,60	1,20
C3C	3,10	0,00068	0,00068	6,60	6,60
C2D	3,10	0,00068	0,00068	9,90	1,20
C3D	3,10	0,00068	0,00068	9,90	6,60
C2E	3,10	0,00068	0,00068	13,20	1,20
C3E	3,10	0,00068	0,00068	13,20	6,60
C2F	3,10	0,00068	0,00068	16,40	1,20
C3F	3,10	0,00068	0,00068	16,40	6,60
C2G	3,10	0,00068	0,00068	19,60	1,20
C3G	3,10	0,00068	0,00068	19,60	6,60
C2H	3,10	0,00068	0,00068	23,65	1,20
C3H	3,10	0,00068	0,00068	23,65	6,60
		0,02983	143,32		

b4	b5	CR	
m	m	xcr	ycr
0,35	0,40	11,82	4,53

Kxx	Kyy	Kxxi Yi	Kyyi xi
kN/m	kN/m	kN	kN
1,82E-23	6,04E-19	7,11E-23	7,14E-18
6,70E-25	4,29E-25	0,00E+00	7,08E-25
6,70E-25	4,29E-25	0,00E+00	2,12E-24
6,70E-25	4,29E-25	0,00E+00	3,54E-24
6,70E-25	4,29E-25	0,00E+00	4,96E-24
6,50E-25	4,16E-25	0,00E+00	6,16E-24
6,50E-25	4,16E-25	0,00E+00	7,49E-24
8,23E-25	5,27E-25	0,00E+00	1,14E-23
6,70E-25	4,29E-25	8,04E-25	7,08E-25
6,70E-25	4,29E-25	8,04E-25	2,12E-24
6,70E-25	4,29E-25	8,04E-25	3,54E-24
6,70E-25	4,29E-25	8,04E-25	4,96E-24
6,50E-25	4,16E-25	7,80E-25	6,16E-24
6,50E-25	4,16E-25	7,80E-25	7,49E-24
8,23E-25	5,27E-25	9,87E-25	1,14E-23
6,70E-25	4,29E-25	4,42E-24	7,08E-25
6,70E-25	4,29E-25	4,42E-24	2,12E-24
6,70E-25	4,29E-25	4,42E-24	3,54E-24
6,70E-25	4,29E-25	4,42E-24	4,96E-24

6,50E-25	4,16E-25	4,29E-24	6,16E-24
6,50E-25	4,16E-25	4,29E-24	7,49E-24
8,23E-25	5,27E-25	5,43E-24	1,14E-23
2,44E-25	1,56E-25	2,93E-25	0,00E+00
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	0,00E+00
2,44E-25	1,56E-25	2,93E-25	5,15E-25
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	6,34E-24
2,44E-25	1,56E-25	2,93E-25	1,03E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	1,27E-23
2,44E-25	1,56E-25	2,93E-25	1,54E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	1,90E-23
2,44E-25	1,56E-25	2,93E-25	2,06E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	2,53E-23
2,44E-25	1,56E-25	2,93E-25	2,56E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	3,15E-23
2,44E-25	1,56E-25	2,93E-25	3,06E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	3,76E-23
2,44E-25	1,56E-25	2,93E-25	3,69E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	4,54E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	0,00E+00
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	0,00E+00
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	5,39E-24
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	5,39E-24
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	1,08E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	1,08E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	1,62E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	1,62E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	2,15E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	2,15E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	2,68E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	2,68E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	3,20E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	3,20E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	3,86E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	3,86E-23
9,08E-23	6,04E-19	4,11E-22	7,14E-18

fc	EC	EC	b1	b2	b3
MN/m2	MN/m2	kN/m2	m	m	m
28	24870,06	24870062	0,20	0,25	0,30

Elemento	L	lxx	lyy	x	y
-	m	m4	m4	m	m
Abertura	5,40	-0,00074	-0,72	21,63	3,90
Losa	5,40	0,00433	143,30309	11,83	3,30
V1AB	3,30	0,00089	0,00046	1,65	0,00
V1BC	3,30	0,00089	0,00046	4,95	0,00
V1CD	3,30	0,00089	0,00046	8,25	0,00
V1DE	3,30	0,00089	0,00046	11,55	0,00
V1EF	3,20	0,00089	0,00046	14,80	0,00
V1FG	3,20	0,00089	0,00046	18,00	0,00
V1GH	4,05	0,00089	0,00046	21,63	0,00
V2AB	3,30	0,00089	0,00046	1,65	1,20
V2BC	3,30	0,00089	0,00046	4,95	1,20
V2CD	3,30	0,00089	0,00046	8,25	1,20
V2DE	3,30	0,00089	0,00046	11,55	1,20
V2EF	3,20	0,00089	0,00046	14,80	1,20
V2FG	3,20	0,00089	0,00046	18,00	1,20
V2GH	4,05	0,00089	0,00046	21,63	1,20
V4AB	3,30	0,00089	0,00046	1,65	6,60
V4BC	3,30	0,00089	0,00046	4,95	6,60
V4CD	3,30	0,00089	0,00046	8,25	6,60
V4DE	3,30	0,00089	0,00046	11,55	6,60
V4EF	3,20	0,00089	0,00046	14,80	6,60
V4FG	3,20	0,00089	0,00046	18,00	6,60
V4GH	4,05	0,00089	0,00046	21,63	6,60
VA23	1,20	0,00089	0,00046	0,00	1,20
VA34	5,40	0,00089	0,00046	0,00	6,60
VB24	1,20	0,00089	0,00046	3,30	1,20
VC23	5,40	0,00089	0,00046	3,30	6,60
VC34	1,20	0,00089	0,00046	6,60	1,20
VD24	5,40	0,00089	0,00046	6,60	6,60
VE23	1,20	0,00089	0,00046	9,90	1,20
VE34	5,40	0,00089	0,00046	9,90	6,60
VF23	1,20	0,00089	0,00046	13,20	1,20
VF34	5,40	0,00089	0,00046	13,20	6,60
VG23	1,20	0,00089	0,00046	16,40	1,20
VG34	5,40	0,00089	0,00046	16,40	6,60
VH23	1,20	0,00089	0,00046	19,60	1,20
VH34	5,40	0,00089	0,00046	19,60	6,60

VA12	1,20	0,00089	0,00046	23,65	1,20
VB12	5,40	0,00089	0,00046	23,65	6,60
VC12	3,10	0,00089	0,00046	0,00	1,20
VD12	3,10	0,00089	0,00046	0,00	6,60
VE12	3,10	0,00089	0,00046	3,30	1,20
VF12	3,10	0,00089	0,00046	3,30	6,60
VG12	3,10	0,00089	0,00046	6,60	1,20
VH12	3,10	0,00089	0,00046	6,60	6,60
C2A	3,10	0,000675	0,000675	9,90	1,20
C3A	3,10	0,000675	0,000675	9,90	6,60
C4A	3,10	0,000675	0,000675	13,20	1,20
C2B	3,10	0,000675	0,000675	13,20	6,60
C4B	3,10	0,000675	0,000675	16,40	1,20
C2C	3,10	0,000675	0,000675	16,40	6,60
C3C	3,10	0,000675	0,000675	19,60	1,20
C4C	3,10	0,000675	0,000675	19,60	6,60
C2D	3,10	0,000675	0,000675	23,65	1,20
C4D	3,10	0,000675	0,000675	23,65	6,60
		0,04875	142,61		

b4	b5	CR	
m	m	xcr	ycr
0,35	0,40	11,78	3,81

Kxx	Kyy	Kxxi Yi	Kyyi xi
kN/m	kN/m	kN	kN
-3,12E-24	-3,03E-21	-1,22E-23	-6,56E-20
1,82E-23	6,04E-19	6,02E-23	7,14E-18
2,30E-24	1,17E-24	0,00E+00	1,94E-24
2,30E-24	1,17E-24	0,00E+00	5,81E-24
2,30E-24	1,17E-24	0,00E+00	9,68E-24
2,30E-24	1,17E-24	0,00E+00	1,36E-23
2,23E-24	1,14E-24	0,00E+00	1,68E-23
2,23E-24	1,14E-24	0,00E+00	2,05E-23
2,82E-24	1,44E-24	0,00E+00	3,11E-23
2,30E-24	1,17E-24	2,76E-24	1,94E-24
2,30E-24	1,17E-24	2,76E-24	5,81E-24
2,30E-24	1,17E-24	2,76E-24	9,68E-24
2,30E-24	1,17E-24	2,76E-24	1,36E-23
2,23E-24	1,14E-24	2,68E-24	1,68E-23

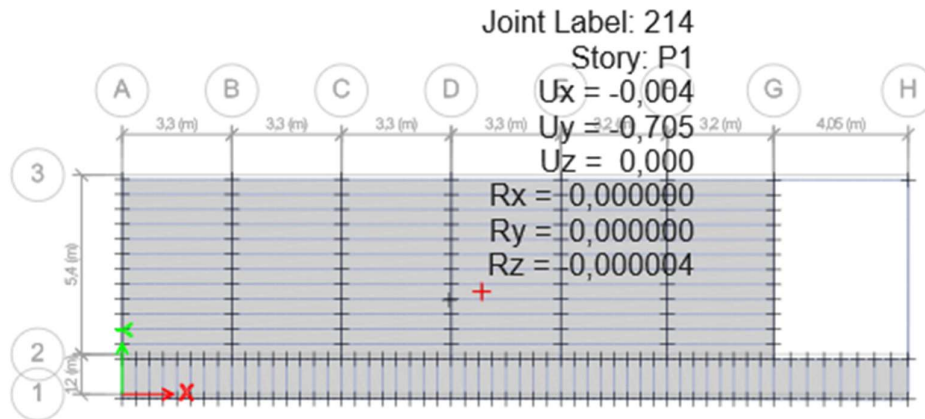
2,23E-24	1,14E-24	2,68E-24	2,05E-23
2,82E-24	1,44E-24	3,39E-24	3,11E-23
2,30E-24	1,17E-24	1,52E-23	1,94E-24
2,30E-24	1,17E-24	1,52E-23	5,81E-24
2,30E-24	1,17E-24	1,52E-23	9,68E-24
2,30E-24	1,17E-24	1,52E-23	1,36E-23
2,23E-24	1,14E-24	1,47E-23	1,68E-23
2,23E-24	1,14E-24	1,47E-23	2,05E-23
2,82E-24	1,44E-24	1,86E-23	3,11E-23
8,36E-25	4,27E-25	1,00E-24	0,00E+00
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	0,00E+00
8,36E-25	4,27E-25	1,00E-24	1,41E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	6,34E-24
8,36E-25	4,27E-25	1,00E-24	2,82E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	1,27E-23
8,36E-25	4,27E-25	1,00E-24	4,22E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	1,90E-23
8,36E-25	4,27E-25	1,00E-24	5,63E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	2,53E-23
8,36E-25	4,27E-25	1,00E-24	7,00E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	3,15E-23
8,36E-25	4,27E-25	1,00E-24	8,36E-24
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	3,76E-23
8,36E-25	4,27E-25	1,00E-24	1,01E-23
3,76E-24	1,92E-24	2,48E-23	4,54E-23
2,16E-24	1,10E-24	2,59E-24	0,00E+00
2,16E-24	1,10E-24	1,43E-23	0,00E+00
2,16E-24	1,10E-24	2,59E-24	3,64E-24
2,16E-24	1,10E-24	1,43E-23	3,64E-24
2,16E-24	1,10E-24	2,59E-24	7,27E-24
2,16E-24	1,10E-24	1,43E-23	7,27E-24
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	1,62E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	1,62E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	2,15E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	2,15E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	2,68E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	2,68E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	3,20E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	3,20E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,96E-24	3,86E-23
1,63E-24	1,63E-24	1,08E-23	3,86E-23
1,31E-22	6,01E-19	4,97E-22	7,07E-18



Obteniendo los valores para colocar en el modelo en ETABS.

CM			
-	TEO	SAP	DIF
Cub(x)	11,76	11,38	-3,31%
Cub(y)	3,66	3,46	-5,65%
piso1(X)	9,83	10,36	5,10%
piso1(y)	2,92	2,52	-15,66%

Con los datos obtenidos para el centro de masa y centro de rigidez se modela en ETABS haciendo estos nodos parte de la estructura y redirigiendo hacia ellos las fuerzas sísmicas.



Stor y	Diaphragm	Mass X kg	Mass Y kg	XCM m	YCM m	Cum Mass X kg	Cum Mass Y kg	XCCM m	YCCM m
P1	D1	101738,8 1	101738,8 1	10,820 2	3,230 4	101738,8 1	101738,8 1	10,820 2	3,230 4
P2	D2	101775,3 3	101775,3 3	11,777 7	3,244 9	101775,3 3	101775,3 3	11,777 7	3,244 9

Datos		
Ws	2.921	kN
Op	0,90	-
Oe	0,90	-
R	8	-
Ct	0,055	-
hn	6,2	m
$\alpha$	0,9	-

Coeficiente de Importancia (I)	
Esenciales	1,5
Especiales	1,3

No especial	1
-------------	---

Zona sísmica	factor Z
I	0,15
II	0,25
III	0,30
IV	0,35
V	0,40
VI	0,50

Razón aceleración espectral	
Costa	1,8
Sierra	2,48
Oriente	2,6

$$T = C_t h_n^{\alpha}$$

Dónde:

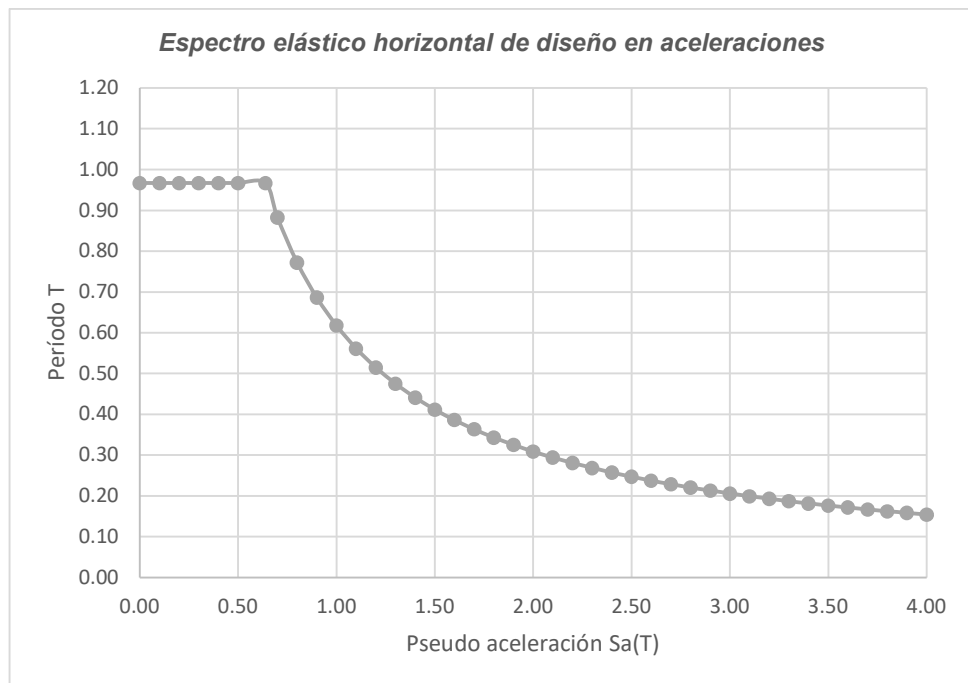
$C_t$  Coeficiente que depende del tipo de edificio

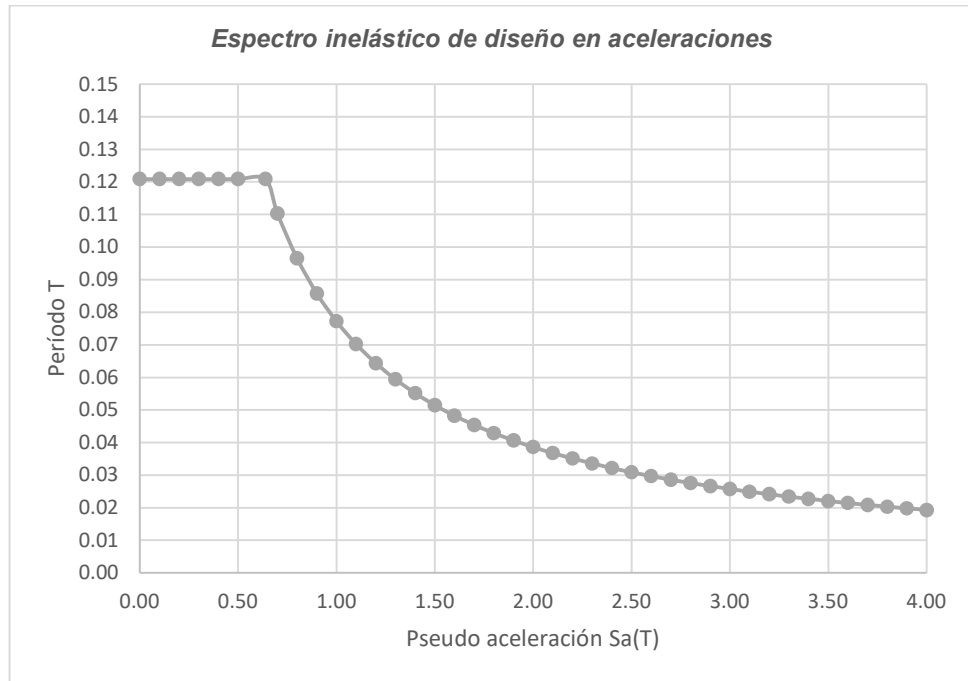
$h_n$  Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

$T$  Período de vibración

T	Sa
s	g
0,00	0,97
0,10	0,97
0,20	0,97
0,30	0,97
0,40	0,97
0,50	0,97
0,64	0,97
0,70	0,88
0,80	0,77
0,90	0,69
1,00	0,62
1,10	0,56
1,20	0,51
1,30	0,48
1,40	0,44
1,50	0,41
1,60	0,39
1,70	0,36
1,80	0,34
1,90	0,33

2,00	0,31
2,10	0,29
2,20	0,28
2,30	0,27
2,40	0,26
2,50	0,25
2,60	0,24
2,70	0,23
2,80	0,22
2,90	0,21
3,00	0,21
3,10	0,20
3,20	0,19
3,30	0,19
3,40	0,18
3,50	0,18
3,60	0,17
3,70	0,17
3,80	0,16
3,90	0,16
4,00	0,15





Periodos y frecuencias obtenidas mediante ETABS

<b>Case</b>	<b>Mode</b>	<b>Period sec</b>	<b>Frequency cyc/sec</b>	<b>CircFreq rad/sec</b>	<b>Eigenvalue rad<sup>2</sup>/sec<sup>2</sup></b>
Modal	1	0,545	1,836	11,5365	133,0906
Modal	2	0,478	2,094	13,1557	173,0732
Modal	3	0,437	2,289	14,3795	206,7698
Modal	4	0,163	6,129	38,5083	1482,8928
Modal	5	0,155	6,453	40,5462	1643,9975
Modal	6	0,136	7,352	46,1954	2134,014

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Dónde:	
$\eta$	Razón entre la aceleración espectral $S_a$ ( $T = 0.1$ s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.
$F_s$	Coficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
$F_d$	Coficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
$F_l$	Coficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos
$S_a$	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad $g$ ). Depende del periodo o modo de vibración de la estructura
$T$	Periodo fundamental de vibración de la estructura
$T_d$	Periodo limite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
$T_c$	Periodo limite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
$Z$	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad $g$

Cortante Basal		
V	548,4488	kN
Período		
$T_o$	0,1161	s
$T_c$	0,6387	s
T	0,2841	s
Carga Sísmica (E)		
E	155,83	kN

$$V = \frac{IS_a(T_a)}{R\theta_P\theta_E} W$$

Dónde

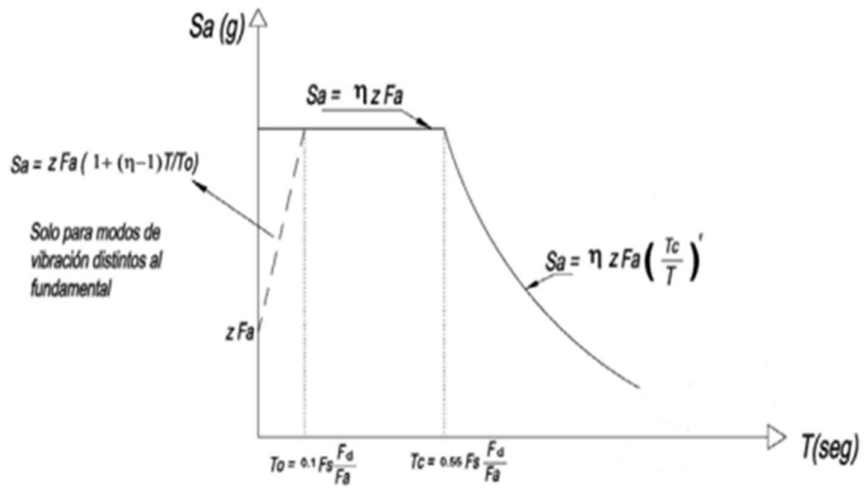
- $S_a(T_a)$  Espectro de diseño en aceleración; véase en la sección [3.3.2]
- $\theta_P$  y  $\theta_E$  Coeficientes de configuración en planta y elevación; véase en la sección [5.3]
- I** Coeficiente de importancia; se determina en la sección [4.1]
- R** Factor de reducción de resistencia sísmica; véase en la sección [6.3.4]
- V** Cortante basal total de diseño
- W** Carga sísmica reactiva; véase en la sección [6.1.7]
- $T_a$  Período de vibración; véase en la sección [6.3.3]

$$S_s = \eta Z F_a \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_s = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad \text{para } T > T_c$$

Dónde:

- $\eta$**  Razón entre la aceleración espectral  $S_s$  ( $T = 0.1$  s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
- r** Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto
- $r = 1$  para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
- $r = 1.5$  para tipo de suelo E.
- $S_a$**  Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura
- T** Período fundamental de vibración de la estructura
- $T_c$**  Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
- Z** Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g



SaTa	0,2659
Fa	1,30
Fd	1,36
Fs	1,11
Sa(0<T<TC)	0,9360
Sa(T>TC)	2,8988

a.  $F_s$ : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.

En la [Tabla 3](#) se presentan los valores del coeficiente  $F_s$  que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca, tomando en cuenta los efectos de sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.5.4</a>					

Tabla 3: Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_s$

b.  $F_d$ : amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca

En la [Tabla 4](#) se presentan los valores del coeficiente  $F_d$  que amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 4: Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_d$

c.  $F_s$ : comportamiento no lineal de los suelos

En la [Tabla 5](#) se presentan los valores del coeficiente  $F_s$ , que consideran el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 5: Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$

Con respecto al concreto armado y su modelación matemática hay que considerar la NEC-SE-HM  
pág. 33:



$$E_c = 1.15 * \sqrt[3]{E_a} * \sqrt{f'_c}$$

Dónde:

$E_c$  Módulo de elasticidad para el hormigón (GPa)

$E_a$  Módulo de elasticidad del agregado (GPa)

$f'_c$  Resistencia a la compresión del hormigón (MPa)

Tipo	Procedencia	$E_a$ (GPa)
Caliza (Formación. San Eduardo)	Guayaquil – Guayas	67.9
Chert (Formación. Guayaquil)	Guayaquil – Guayas	15.8
Diabasa (Formación. Piñón)	Chivería – Guayas	89.3
Tonalita	Pascuales – Guayas	74.9
Basalto (Formación. Piñón)	Picoazá – Manabí	52.5
Basalto	Pífo – Pichincha	27.2
Ígnea (Andesitas, basaltos, Granodioritas)	Río Jubones – El Oro	110.5
Volcánica	La Península – Tungurahua	17.5

$$E_c = 4.7 * \sqrt{f'_c}$$

Dónde:

$E_c$  Módulo de elasticidad para el hormigón (GPa)

$f'_c$  Resistencia a la compresión del hormigón (MPa)

Con respecto al concreto armado y su modelación matemática usando el método de las fuerzas horizontales estáticas (o equivalentes), hay que considerar a la NEC-SE-DS pág 54:

### Estructuras de hormigón armado

En este caso, en el cálculo de la rigidez y de las derivas máximas se deberán utilizar los valores de las inercias agrietadas de los elementos estructurales, de la siguiente manera:

- $0.5 I_g$  para vigas (considerando la contribución de las losas, cuando fuera aplicable)
- $0.8 I_g$  para columnas
- $0.6 I_g$  para muros estructurales:
  - Para estructuras sin subsuelos, se aplicarán únicamente en los dos primeros pisos de la edificación
  - Para estructuras con subsuelos, se aplicarán en los dos primeros pisos y en el primer subsuelo
  - En ningún caso se aplicarán en una altura menor que la longitud en planta del muro
  - Para el resto de pisos la inercia agrietada del muro estructural puede considerarse igual a la inercia no agrietada.

$I_g$ Valor no agrietado de la inercia de la sección transversal del elemento
---

Los requisitos anteriores reconocen el hecho de que las secciones de los elementos se encuentran agrietadas desde el instante mismo de su construcción y, más aún cuando se presenten las fuerzas del sismo de diseño:

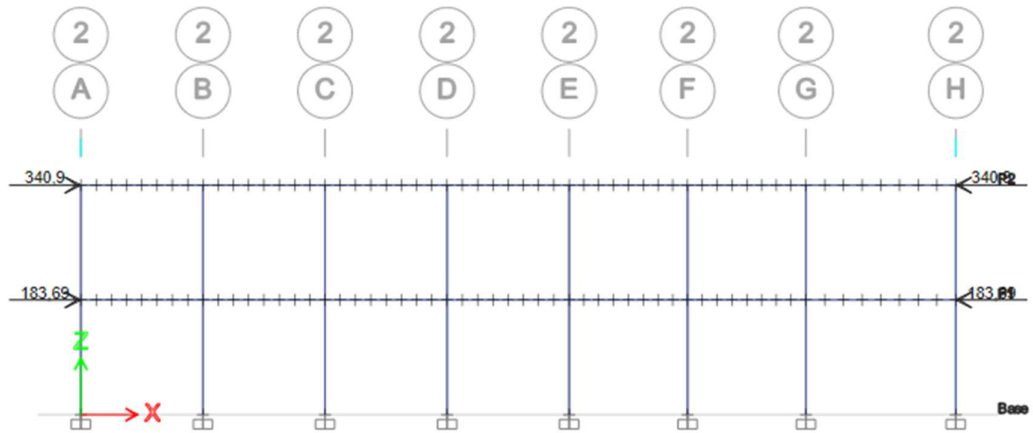
- En el caso de las vigas, el valor de la inercia de la sección transversal total debe considerar la contribución de la losa de piso a la rigidez de la misma, siempre que la losa se encuentre monolíticamente unida a la viga.
- En el caso de losas armadas unidireccionalmente, la participación de la losa se deberá considerar únicamente en la dirección de la armadura principal.
- En el caso de los muros estructurales, los valores de inercia agrietada se aplican únicamente en los pisos en los cuales se esperaría que se forme una rótula plástica por efectos de cargas sísmicas severas.

### Distribución vertical Fuerzas

El modelo estructural debe considerar la enorme rigidez de los nudos (encuentros vigas columnas).

Método estático – El método estático de la NEC-SE-DS y del ASCE 7 es conocido como método de las fuerzas horizontales equivalentes.

Pisos	$h_x$	$h_i$	$w_i$	$w_x$	$w_i h_i^k$	Aporte por piso	F	V
U	m	m	kN	kN	kNm	%	kN	kN
2	3,1	6,2	1460,367	1460,367	7435,78	65%	356,40	356,40
1	3,1	3,1	1460,367	2920,733	4006,71	35%	192,05	548,45
					11442,49		548,45	



Parámetros usados		U
V	548,45	kN
T	0,2841	s
k	0,8921	1
W	2.921	
Pisos	2	U

**E** Response Spectrum Function Definition - User Defined

Function Name:

Function Damping Ratio:

Defined Function

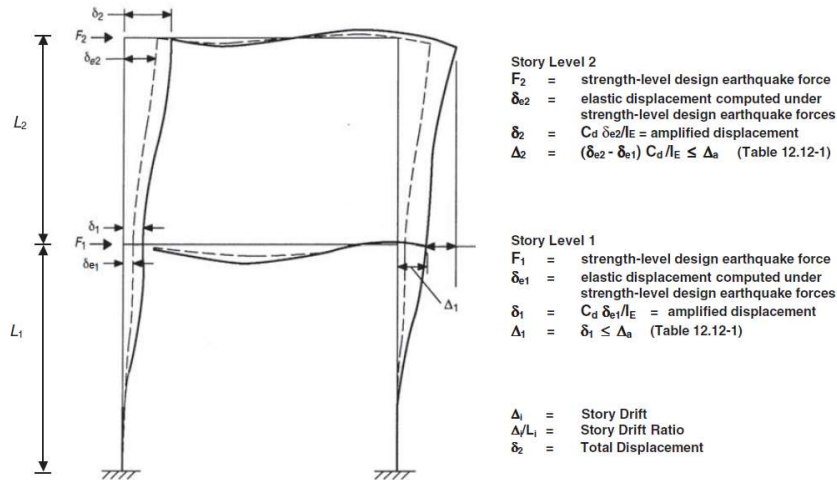
Period	Value
0	0,97
0,1	0,97
0,2	0,97
0,3	0,97
0,4	0,97
0,5	0,97
0,639	0,97

Buttons: Add, Modify, Delete

Function Graph

The graph shows the response spectrum function. The y-axis represents the function value, ranging from -0.03 to 1.27. The x-axis represents the period, ranging from -0.51 to 4.44. The function is constant at 0.97 for periods up to 0.639, then decays towards zero.

La diferencia entre los desplazamientos (laterales) forman las derivas.



X CM	Y CM	X	Y	M	L_X	L_Y	L-X-5%	L-Y-5%	X CM+L-X-5%	Y CM+L-Y-5%
m	m	theta ZX	theta ZY	theta ZZ	m	m	m	m	m	m
11,76	3,66	671	2477	248	23,65	5,4	1	0,63	12,94	3,39
9,83	2,92	225	848	85	23,65	5,4	1	0,63	11,01	3,19

Control de derivas		Step1					
Derivas permisibles X		R= 8					
				NEC 15			
Pisos	he	$\delta_x$ CM *	$\Delta x$ CM Reducida	$\Delta x$ CM Mayorada	$\Delta x/he$ CM M	$\Delta x/he$ CM lim	Verificación
-	m	m	m	m	-	-	-
2	3,1	-0,0087	0,00310	0,018588	0,006	0,020	SI
1	3,1	-0,011798	-0,01180	-0,070788	-0,0228	0,020	SI
	6,2						

Control de derivas		Step2					
Derivas permisibles X		R= 8					
				NEC 15			
Pisos	he	$\delta_x$ CM *	$\Delta x$ CM Reducida	$\Delta x$ CM Mayorada	$\Delta x/he$ CM M	$\Delta x/he$ CM lim	Verificación
-	m	m	m	m	-	-	-
2	3,1	-0,000474	0,00423	0,02535	0,00817742	0,020	SI
1	3,1	-0,004699	-0,00470	-0,028194	-0,00909484	0,020	SI
	6,2						

Derivas permisibles Y		Step1					
				Reducida	Mayoradas	NEC 15	
Pisos	he	$\delta_y$ CM *	$\Delta y$ CM Reducida	$\Delta y$ CM Mayorada	$\Delta y/he$ CM M	$\Delta y/he$ CM lim	Verificación
-	m	m	m	m	-	-	-
2	3,1	-0,007212	-0,01357	-0,08142	-0,0263	0,020	SI
1	3,1	0,006358	0,00636	0,038148	0,0123	0,020	SI
	6,2						

Derivas permisibles Y		Step2					
		Reducida		Mayoradas		NEC 15	
Pisos	he	$\delta y$ CM *	$\Delta y$ CM Reducida	$\Delta y$ CM Mayorada	$\Delta y/he$ CM M	$\Delta y/he$ CM lim	Verificación
-	m	m	m	m	-	-	-
2	3,1	-0,010431	-0,01850	-0,111	-0,03580645	0,020	SI
1	3,1	0,008069	0,00807	0,048414	0,01561742	0,020	SI

Efectos de segundo orden X		Step1					
Pisos	he	P *	$\Delta x$ CM Mayorada	V	Q	Q LIM	Verificación
-	m	kN	m	kN	-	-	-
2	3,1	2.089,2060	0,01859	356,40	0,0351	0,100	Cumple
1	3,1	6.029,3300	-0,07079	548,448799	-0,251	0,100	Cumple
	6,2						

Efectos de segundo orden X		Step1					
Pisos	he	P *	$\Delta x$ CM Mayorada	V	Q	Q LIM	Verificación
-	m	kN	m	kN	-	-	-
2	3,1	2.089,2060	0,02535	356,4034594	0,04793532	0,100	Cumple
1	3,1	6.029,3300	-0,02819	548,4487992	-0,09998341	0,100	Cumple

Efectos de segundo orden Y		Step2					
Pisos	he	P *	$\Delta y$ CM Mayorada	V	Q	Q LIM	Verificación
-	m	kN	m	kN	-	-	-
2	3,1	2.089,2060	-0,08142	356,403459	-0,154	0,100	Cumple
1	3,1	6.029,0000	-0,03815	548,45	-0,1353	0,100	Cumple
	6,2						

Efectos de segundo orden Y		Step2					
Pisos	he	P *	$\Delta y$ CM Mayorada	V	Q	Q LIM	Verificación
-	m	kN	m	kN	-	-	-
2	3,1	2.089,2060	-0,11100	356,4034594	-0,2098943	0,100	Cumple
1	3,1	6.029,0000	-0,04841	548,4487992	-0,17167951	0,100	Cumple
	6,2						

#### LIMITE DE TORSION

Buscando en la NEC momentos torsionales  
(desplazamiento máximo/1.2\*despl prom) 2  
Si da menor a 1 no se considera la torsión

Sismo x	Step 1			
Piso	del etabs(maximo)	del etabs promedio	A	Cumple
2	0,007157	0,0071	0,71408	<1
1	0,002384	0,0024	0,71403	<1

Sismo x	Step 2			
Piso	del etabs(maximo)	del etabs promedio	A	Cumple
2	0,007236	0,0070	0,73244	<1
1	0,00241	0,0023	0,73234	<1

Sismo x	Step 3			
Piso	del etabs(maximo)	del etabs promedio	A	Cumple
2	0,007441	0,0071	0,76921	<1
1	0,002479	0,0024	0,76893	<1

Sismo y	Step 1			
Piso	del etabs(maximo)	del etabs promedio	A	Cumple
2	0,006919	0,0064	0,80237	<1
1	0,0023	0,0022	0,77315	<1

Sismo y	Step 2			
Piso	del etabs(maximo)	del etabs promedio	A	Cumple
2	0,007058	0,0064	0,85752	<1
1	0,002345	0,0022	0,82376	<1

Sismo y	Step 3			
Piso	del etabs(maximo)	del etabs promedio	A	Cumple
2	0,007823	0,0066	0,97194	<1
1	0,002602	0,0022	0,96551	<1

# **ANEXOS**

# **CARGAS**

## Tipos de Carga

Nomenclatura de la NEC 2015.

- D: Carga permanente (pp + sobrecarga)
- L: Carga de Uso (viva)
- Lr: Carga de Uso de cubierta
- S: Carga de granizo (S debido a trad)
- W: Carga de viento
- H: Carga lateral de suelo

### Excepciones

- Si  $L_o \leq 4.8 \text{ kN/m}^2$  : el factor de incremento de carga para **L** en las combinaciones 3, 4 y 5, puede ser 0.5 (véase el apéndice [4.2](#)), con excepción de las aéreas destinadas a estacionamientos y reuniones públicas
- Cuando la carga **H** (carga por presión lateral) esté presente, se incluirá como sigue:
  - 1.6**H**, cuando el efecto de **H** contribuye a la acción de otras cargas sobre la estructura.
  - 0.9**H**, cuando el efecto de **H** contrarreste la acción de otras cargas sobre la estructura.
  - El factor de incremento de carga para **H**, se puede considerar igual a cero, si la acción estructural debido a **H** contrarresta o neutraliza la acción debida a **W** ó **E**.
- La aplicación de la carga **S** (carga de granizo) en las combinaciones 2, 4 y 5, será considerada como carga de granizo en cubiertas planas o en cubiertas con pendiente.
- La carga sísmica **E**, será determinada de acuerdo al capítulo de peligro sísmico y diseño sismo resistente de la NEC (véase la [NEC-SE-DS](#)).

Combinaciones de Carga:

En el contexto de la evaluación geotécnica de las bases, el apartado NEC-SE-CM proporciona las pautas pertinentes en relación con las cargas. En este escenario, se emplea el método ASD (Análisis de Estado Límite de Servicio).

El método de diseño por resistencia última exige que el elemento cumpla con:

$$\phi R_n \geq \gamma Q_d$$

R: Resistencias

f: Factor de reducción (factor de resistencias)

Q: Cargas

g: Factor de mayoración (factor de cargas)



Solicitaciones	Factores de reducción de resistencia $\phi$
Secciones controladas por tracción	0.90
Tracción axial	0.90
Secciones controladas por compresión	
• Elementos con refuerzo transversal en espiral	0.75
• Otros elementos reforzados	0.65
Cortante y torsión	0.75
Aplastamiento	0.65

Cargas Muertas	[kg/m <sup>2</sup> ]
Tumbado	20
Instalaciones eléctricas	20
Cerámica	20
Instalaciones A/C	20
Instalaciones voz y datos	20
Paredes	170

Cargas Vivas	[kN/m <sup>2</sup> ]
Cubierta (Lr)	0,7
Aulas	2

Corredores	4
Escalera	2

Combinaciones de carga
1,4 D
1,2 D + 1,6 L
1,2 D + L + 0,5 Lr
1,2 D + E + L
0,9 D + E

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kNm <sup>2</sup> )	Carga concentrada (kN)
<b>Soportes para luces cenitales y cielos rasos accesibles</b>		0.90
<b>Unidades educativas</b>		
Aulas	2.00	4.50
Corredores segundo piso y superior	4.00	4.50
Corredores primer piso	4.80	4.50
<b>Corredores</b>		
Primer Piso		
Otros pisos de igual ocupación, excepto si existe otra indicación	4.80	
<b>Cubiertas</b>		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		i
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
<b>Elementos principales expuestos a áreas de trabajo</b>		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		

**ANEXOS**  
**DISEÑO LOSA**

Memoria Técnica

Datos Preliminares

$f'_c := 28 \text{ MPa}$        $\gamma_h := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$        $\varphi_m := 0.9$        $\varphi_c := 0.9$        $rec := 40 \text{ mm}$   
 $f_y := 420 \text{ MPa}$



Varillas del mercado

$\phi 8 := 0.503 \text{ cm}^2$      $\phi 10 := 0.786 \text{ cm}^2$      $\phi 12 := 1.131 \text{ cm}^2$      $\phi 14 := 1.539 \text{ cm}^2$      $\phi 16 := 2.011 \text{ cm}^2$   
 $\phi 18 := 2.545 \text{ cm}^2$      $\phi 20 := 3.142 \text{ cm}^2$      $\phi 22 := 3.801 \text{ cm}^2$      $\phi 25 := 4.909 \text{ cm}^2$      $\phi 28 := 6.158 \text{ cm}^2$

Pre-diseño

Los (Cubierta)

Espesor mínimo losas [ACI 318-14 Pág. 92]

Combinación de cargas [NEC-SE-CG Pag.19]

Tabla 7.3.1.1 — Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzadas

Condición de apoyo	$h$ mínimo <sup>(1)</sup>
Simplemente apoyadas	$l/20$
Un extremo continuo	$l/24$
Ambos extremos continuos	$l/28$
En voladizo	$l/10$

Combinación 1

$1.4 D$

Combinación 2

$1.2 D + 1.6 L + 0.8 \max\{W, S, R\}$

Combinación 2'

$1.2 D + 1.6 \max\{L, S, R\} + \max\{L, S, W\}$

Combinación 4'

$1.2 D + 1.6 W + L + 0.8 \max\{L, S, R\}$

Combinación 6'

$1.2 D + 1.6 E + L + 0.2 S$

Combinación 8

$0.9 D + 1.6 W$

Combinación 7

$0.9 D + 1.6 E$

Tabla 6.5.4 — Cortantes aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Localización	$V_u$
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15 w_u \ell_n / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_n / 2$

Tabla 7.6.1.1 —  $A_s, \text{min}$  para losas en una dirección no preesforzadas

Tipo de refuerzo	$f_y$ , MPa	$A_s, \text{min}$
Barra corrugada	$< 420$	$0.0020 A_g$
Barra corrugada o refuerzo de alambre electrosoldado	$\geq 420$	Mayor de:
		$\frac{0.0018 \times 420}{f_y} A_g$
		$0.0014 A_g$

Tabla 6.5.2 — Momentos aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Momento	Localización	Condición	$M_u$
Positivo	Vanos extremos	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u \ell_n^2 / 16$
Negativo <sup>(1)</sup>	Cara interior de los apoyos exteriores	Miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u \ell_n^2 / 24$
		Miembros construidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 3 m (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano	$w_u \ell_n^2 / 12$

<sup>(1)</sup> Para calcular los momentos negativos,  $\ell_n$  debe ser el promedio de las luces de los vanos adyacentes.

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE VARILLA MICROALEADA

Microaleada	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Area Ft	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050
Deformación	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
Módulo	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Modulo de elasticidad	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Resistencia	420	470	520	570	620	670	720	770	820	870	920	970	1020	1070	1120	1170	1220
Resistencia	510	560	610	660	710	760	810	860	910	960	1010	1060	1110	1160	1210	1260	1310
Resistencia	570	620	670	720	770	820	870	920	970	1020	1070	1120	1170	1220	1270	1320	1370
Resistencia	630	680	730	780	830	880	930	980	1030	1080	1130	1180	1230	1280	1330	1380	1430
Resistencia	690	740	790	840	890	940	990	1040	1090	1140	1190	1240	1290	1340	1390	1440	1490
Resistencia	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550
Resistencia	810	860	910	960	1010	1060	1110	1160	1210	1260	1310	1360	1410	1460	1510	1560	1610
Resistencia	870	920	970	1020	1070	1120	1170	1220	1270	1320	1370	1420	1470	1520	1570	1620	1670
Resistencia	930	980	1030	1080	1130	1180	1230	1280	1330	1380	1430	1480	1530	1580	1630	1680	1730
Resistencia	990	1040	1090	1140	1190	1240	1290	1340	1390	1440	1490	1540	1590	1640	1690	1740	1790

Tabla 24.3.2 — Espaciamiento máximo del refuerzo adherido en vigas y losas en una dirección preesforzadas Clase C y no preesforzadas

Tipo de refuerzo	Espaciamiento máximo, $s$	
Barras o alambres corrugados	Menor de:	$380 \left( \frac{280}{f_y} \right) - 2.5c_c$
		$300 \left( \frac{280}{f_y} \right)$
Refuerzo preesforzado adherido	Menor de:	$\left( \frac{2}{3} \right) \left[ 380 \left( \frac{280}{\Delta f_{ps}} \right) - 2.5c_c \right]$
		$\left( \frac{2}{3} \right) \left[ 300 \left( \frac{280}{\Delta f_{ps}} \right) \right]$
Combinación de barras o alambres corrugados y refuerzo preesforzado adherido	Menor de:	$\left( \frac{5}{6} \right) \left[ 380 \left( \frac{280}{\Delta f_{ps}} \right) - 2.5c_c \right]$
		$\left( \frac{5}{6} \right) \left[ 300 \left( \frac{280}{\Delta f_{ps}} \right) \right]$

Retracción y temperatura [ACI 318-14 Pag.428]

**DATOS**

Luces libres

$LM = 5.4 \text{ m}$

$Lm = 3.3 \text{ m}$

$L := \max(LM, Lm)$

$h_{min} = \frac{L}{21}$

$h_{min} = 0.26 \text{ m}$

$h = 0.25 \text{ m}$

$b = 100 \text{ cm}$

$t = 0.05 \text{ m}$

$h_{vigüeta} = h - t = 20 \text{ cm}$

$PP_t = \gamma_h \cdot t$

nervios = 2

$PP_n = \gamma_h \cdot h_{vigüeta} \cdot \text{nervios} \cdot \left( \frac{100 \text{ mm}}{1000 \text{ mm}} \right)$

$PP = PP_t + PP_n$

Espesor mínimo vigüetas [ACI 318-14 Pág. 138]

Tabla 9.3.1.1 — Altura mínima de vigas no preesforzadas

Condición de apoyo	Altura mínima, $h$ <sup>(1)</sup>
Simplemente apoyada	$\ell / 16$
Con un extremo continuo	$\ell / 18.5$
Ambos extremos continuos	$\ell / 21$
En voladizo	$\ell / 8$

Cargas [NEC-SE-CG Pag.28 / 32]

Muertas

$P = 0.5 \frac{kN}{m^2}$

Combinación de cargas [NEC-SE-CG Pag.19]

Paredes

$$\text{Instalaciones} \quad I := 0.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso propio} \quad PP = 2.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Elementos} \quad E := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_D := P + I + PP + E = 7.72 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_L := 1.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Combinación de cargas

$$C1 := 1.4 w_D$$

$$C2 := 1.2 \cdot w_D + 1.6 \cdot w_L$$

$$w_U := \max(C1, C2) = 11.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_U := w_U \cdot 1 \text{ m} = 11.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_u := \frac{q_U}{\text{nervios}}$$

### Momentos aproximados

$$M_{neg} := \frac{w_u \cdot L^2}{16} = 15.25 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

### Cortantes aproximados

$$V_{pos} := \frac{w_u \cdot L}{2} = 15.53 \text{ kN}$$

### Acero de refuerzo

$$A_{s_{neg}} := \frac{M_{neg}}{0.9 \cdot \phi_m \cdot f_y \cdot d} = 2.91 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{neg} := \frac{A_{s_{neg}}}{\phi_{20}} = 0.93 \quad n_{varillasneg} := 1$$

### Verificación por cortante

### Combinación 1

1.4 D

### Combinación 2

1.2 D + 1.6 L + 0.5 max(I, S, R)

### Combinación 3'

1.2 D + 1.6 max(L, S, R) + max(I, 0.5 W)

### Combinación 3''

1.2 D + 1.6 W + 1 + 0.5 max(I, S, R)

### Combinación 5'

1.2 D + 1.6 E + 1 + 0.5 W

### Combinación 6

0.9 D + 1.6 W

### Combinación 7

0.9 D + 1.6 E

Tabla 6.5.2 — Momentos aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección

Momento	Localización	Condición	$M_u$
Positivo	Vanos extremos	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u \ell_n^2 / 16$
Negativo	Cara interior de los apoyos exteriores	Miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u \ell_n^2 / 24$
		Miembros construidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todos	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 3 m (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano	$w_u \ell_n^2 / 12$

(1) Para calcular los momentos negativos,  $\ell_n$  debe ser el promedio de las luces de los vanos adyacentes.

$$A_{s_{pos}} := \frac{M_{pos}}{0.9 \cdot \phi_m \cdot f_y \cdot d} = 2 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{neg} := \frac{A_{s_{pos}}}{\phi_{16}} = 0.99 \quad n_{varillaspos} := 1$$

$$b_n := 10 \text{ cm}$$

$$d = 15.4 \text{ cm}$$

$$V_c := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}} \cdot b_n \cdot d$$

$$V_u := \max(V_{\text{pos}}, V_{\text{neg}})$$

$$V_u = 17.86 \text{ kN}$$

9.8.1.5 Se permite que  $V_c$  se tome como 1.1 veces el valor calculado de acuerdo con 22.5.

Espaciamiento por retracción y temperatura  $\phi$

∴ no requiere armadura de cortante

$$V_u < V'_c$$

$$V'_c := 0.5 \cdot \phi V'_c \quad V'_c = 21.38 \text{ kN}$$

$$A_{st} = 0.9 \text{ cm}^2 \quad \phi V'_c := \phi_c \cdot V_c = 38.87 \text{ kN} \quad b = 100 \text{ cm} \quad \rho_{\text{max}} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.02 \quad \rho_{\text{min}} := \frac{0.0018 \cdot 420 \text{ MPa}}{f_y}$$

$$\phi V'_c := 1.1 \cdot \phi V_c \quad \rho_{\text{min}} = 0.0018$$

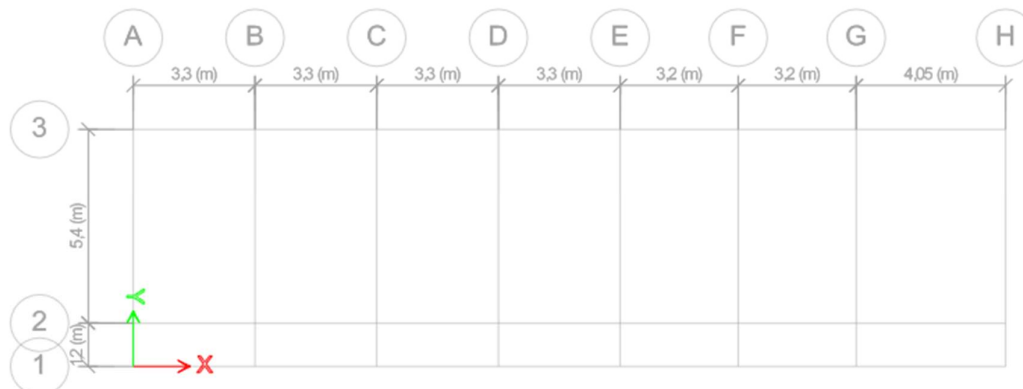
$$\rho_b = 0.028 \quad s := 55 \text{ cm}$$

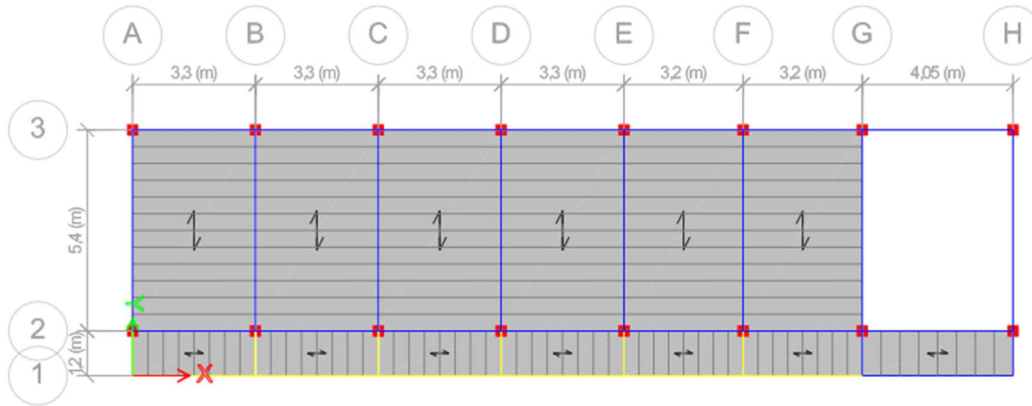
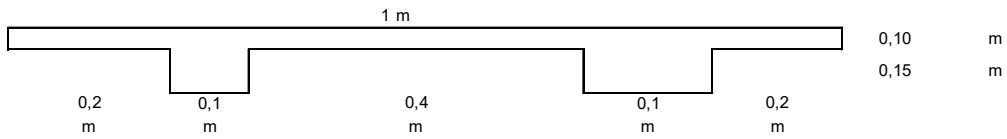
$$A_{st} := \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot t$$

Elección de mallas

$$s := \frac{b \cdot \phi 8}{A_{st}} = 55.9 \text{ cm}$$

Cuadrícula de diseño





#### Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: NERVIO  
Material: FC 280  
Notional Size Data: Modify/Show Notional Size  
Display Color: Change  
Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 250 mm  
Width: 100 mm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently User Specified

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

#### Property/Stiffness Modification Factors

**Property/Stiffness Modifiers for Analysis**

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	0,5
Mass	1
Weight	1

#### Deck Property Data

**General Data**

Property Name: Deck1  
Type: Filled  
Slab Material: FC 280  
Deck Material: A992Fy50  
Modeling Type: Membrane  
Modifiers (Currently Default): Modify/Show...  
Display Color: Change...  
Property Notes: Modify/Show...

#### Property Data

Slab Depth, tc	88,9 mm
Rib Depth, hr	76,2 mm
Rib Width Top, wrt	177,8 mm
Rib Width Bottom, wrb	127 mm
Rib Spacing, sr	304,8 mm
Deck Shear Thickness	0,9 mm
Deck Unit Weight	0,11 kN/m <sup>2</sup>
Shear Stud Diameter	19,1 mm
Shear Stud Height, hs	152,4 mm
Shear Stud Tensile Strength, Fu	448,16 MPa



**E Slab Property Data** X

**General Data**

Property Name: LOSETA10cm

Slab Material: FC 280

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color:   Change...

Property Notes: Modify/Show...

Use Special One-Way Load Distribution

---

**Property Data**

Type: Slab

Thickness: 100 mm

f <sub>c</sub> =	28	MPa
f <sub>y</sub> =	420	MPa
A <sub>Φ8</sub> =	0,503	cm <sup>2</sup>
A <sub>Φ10</sub> =	0,786	cm <sup>2</sup>
A <sub>Φ12</sub> =	1,131	cm <sup>2</sup>

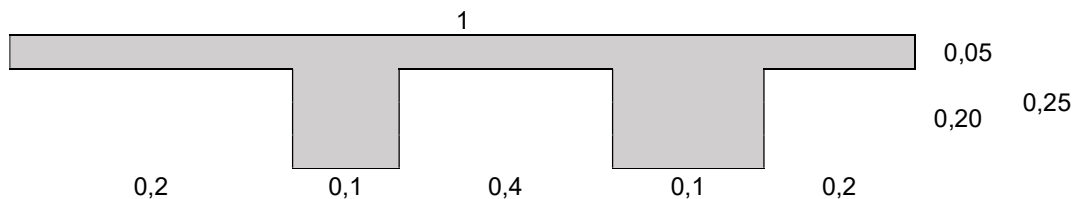
CUBIERTA		
Verificación diseño losa	NEC 4.2	
q <sub>l</sub>	0,7	kN/m <sup>2</sup>
longitud mínima nervios	ACI 9.3	
Longitud máx.	4,05	m
refuerzo=	1	cm
recubrimiento vigueta=	2	cm
L/18,5	0,22	m
peralte	0,22	m
ancho mínimo	0,1	m
verificación 3,5b	TRUE	ACI 9.8.1.3
relación=	nervios*(b/b analizado)	
relación=	0,2	1
densidad hormigón=	25	kN/m <sup>3</sup>
CARGAS PERMANENTES		
nervios=	γ(h)*hvigueta*relación	
nervios=	1,00	kN/m <sup>2</sup>
losa=	γ(h)*espesor	

losa=	1,25	kN/m <sup>2</sup>
<b>CARGAS VIVAS</b>		
Cubierta=	0,7	kN/m <sup>2</sup>
COMBINACION CARGAS	1,2ql+1,6qd	
Wu=	4,44	kN/m <sup>2</sup>
W aproximado=	2,22	kN/m <sup>2</sup>
<b>MOMENTOS POSITIVOS APROXIMADOS</b>		
wuln <sup>2</sup> /11=	2,20	kN/m <sup>2</sup>
wuln <sup>2</sup> /16=	2,20	kN/m <sup>2</sup>
<b>MOMENTOS NEGATIVOS APROXIMADOS</b>		
(1) wuln <sup>2</sup> /10=	2,20	kN/m <sup>2</sup>
(2) wuln <sup>2</sup> /10=	2,20	kN/m <sup>2</sup>
<b>CORTANTE</b>		
Vu (+)=	3,66	kN/m
Vu (-)=	4,21	kN/m
<b>DISEÑO</b>		
d=	22,50	cm
Vu<0,5*Φ*Vc	TRUE	1,90
Φ*Vc=Φ*0,53*√fc*b*d	14,53	kN
1,1*Φ*Vc=	15,98	kN
0,5*Φ*Vc=	7,99	kN

#### VISTA LATERAL (m)



#### DISEÑO



#### MOMENTO

	[m]	[m]	[m]	[m]
LONGITUD	3,3	3,3	3,2	4,05
Wu(-)	2,20	2,20	2,20	0
Wu(+)	2,20	2,20	2,20	2,20

#### CORTANTE

	[m]	[m]	[m]	[m]
LONGITUD	3,3	3,3	3,2	4,05
Vu(-)	3,66	3,66	3,66	3,66

Vu(+) 4,21 4,21 4,21 4,21

no necesita diseño cortante

TABLA DE DISEÑO		
As=Mu/0,9*0,9*fy*d		
pb=	0,028333333	
pmin=	0,0033	
pmax=	0,02125	
Asmin=	0,7425	cm2

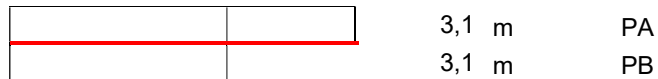
VALORES	UNIDADES					
M(-)	kN/m	0	2,20	2,20	2,20	0
M(+)	kN/m	2,20	2,20	2,20	2,20	
As(-)	cm2	0,74	0,74	0,74	0,74	
AS(+)	cm2	0,74	0,74	0,74	0,74	
Φ(-)	mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	
Φ(+)	mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	
Vu	kN	3,66	3,66	3,66	3,66	
0,5*Φ*Vc	kN	-	-	-	-	

ACERO POR RETRACCION Y TEMPERATURA					
pmin=	0,0018				
Ast=pmin*b*h	0,9000				
usandoΦ8mm=	0,56	m	mallas 8x20	3,02	cm2

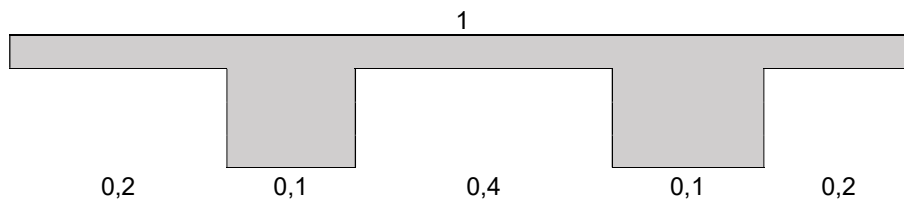
P1		
Verificación diseño losa	NEC 4.2	
ql	4	kN/m2
longitud minima nervios	ACI 9.3	
Longitud max	5	m
refuerzo=	1	cm
recubrimiento vigueta=	2	cm
L/18,5	0,27	m
peralte	0,27	m
ancho minimo	0,1	m
verificacion 3,5b	TRUE	ACI 9.8.1.3
relación=	nervios*(b/b analizado)	
relación=	0,2	
densidadhormigon=	25	kN/m3
CARGAS PERMANENTES		
P2=	4,44	kN/m2
vigas=	222,75	kN/m2

nervios=	0,85	kN/m2
columnas=	101,25	kN/m2
losa=	2,5	kN/m2
CARGAS VIVAS		
Ql=	4	kN/m2
COMBINACION CARGAS	1,2ql+1,6qd	
wu=	535,67	kN/m2
waproximado=	267,83	kN/m2
MOMENTOS POSITIVOS APROXIMADOS		
wuln2/11=	265,15	kN/m2
wuln2/16=	265,15	kN/m2
MOMENTOS NEGATIVOS APROXIMADOS		
(1)wuln2/10=	265,15	kN/m2
(2)wuln2/10=	265,15	kN/m2
CORTANTE		
Vu(+)=	441,92	kN/m
Vu(-)=	508,21	kN/m
DISEÑO		
d=	24,53	cm
Vu<0,5*Φ*Vc	FALSE	0,02
Φ*Vc=Φ*0,53*√fc*b*d	15,84	kN
1,1*Φ*Vc=	17,42	kN
0,5*Φ*Vc=	8,71	kN

### VISTA LATERAL (m)



### DISEÑO SUGERIDO



### MOMENTO

	[m]	[m]	[m]	[m]
LONGITUD	3,3	3,3	3,2	4,05
Wu(-)	265,15	265,15	265,15	0

Wu(+)                    265,15      265,15      265,15      265,15

CORTANTE					
	[m]	[m]	[m]	[m]	
LONGITUD	3,3	3,3	3,2	4,05	
Vu(-)	441,92	441,92	441,92	441,92	441,92
Vu(+)	508,21	508,21	508,21	508,21	

si necesita diseño cortante

TABLA DE DISEÑO		
As=Mu/0,9*0,9*fy*d		
pb=	0,0283	
pmin=	0,0033	
pmax=	0,0213	
Asmin=	0,81	cm2

VALORES	UNIDADES					
M(-)	kN/m	0	265,15	265,15	265,15	0
M(+)	kN/m	265,15	265,15	265,15	265,15	
As(-)	cm2	0,74	34,64	34,64	34,64	
AS(+)	cm2	34,64	34,64	34,64	34,64	
Φ(-)	mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	
Φ(+)	mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	1Φ12mm	
Vu	kN	441,92	441,92	441,92	441,92	
0,5*Φ*Vc	kN	9	9	9	9	

ACERO POR RETRACCION Y TEMPERATURA						
pmin=	0,0018					
Ast=pmin*b*h	1,8000	cm2				
usandoΦ10mm=	0,44	m	mallá 10x20	2,36	cm2	

**ANEXOS**

**DISEÑO VIGAS EJE X**

CUBIERTA EJE X		
Peralte de viga	ACI 318 - TABLA 9.3.1.1	
L/16	0,25	m
L/18,5	0,22	m
L/21	0,19	m
L/8	0,51	m
VANO 1	3,30	m
VANO 2	4,05	m
Peralte	0,19	m
Peralte ado	0,30	m
rec	0,05	m
d	0,25	m
Ln	3,65	m
Ln>4d	CUMPLE	
0.3h	0,09	ACI 18.6
bw	0,09	m
bw ado	0,25	m
qviga	1,88	kN/m
ancho tributario	3,65	m
qu (Carga muerta)	13,74	kN/m
qu (Carga viva)	2,555	kN/m
qu (Carga combinada)	20,57	kN/m

**Tabla 9.3.1.1 — Altura mínima de vigas no preesforzadas**

Condición de apoyo	Altura mínima, $h$ <sup>[1]</sup>
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

<sup>[1]</sup> Los valores son aplicables al concreto de peso normal y  $f_y = 420$  MPa.

Para otros casos, la altura mínima  $h$  debe modificarse de acuerdo con 9.3.1.1.1 a 9.3.1.1.3, según corresponda.

En relación con las vigas que carezcan de prees fuerza y que no respalden ni estén vinculadas a divisiones u otros componentes susceptibles de sufrir daños debido a desviaciones notables, la dimensión vertical completa de la viga, denotada como "h", no debería ser inferior a los valores establecidos en la Tabla 9.3.1.1. No obstante, esta condición puede ser eximida si se satisfacen las restricciones establecidas para las deflexiones calculadas, según se especifica en la sección 9.3.2.

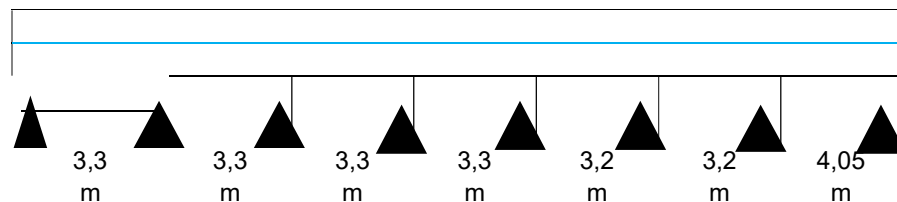
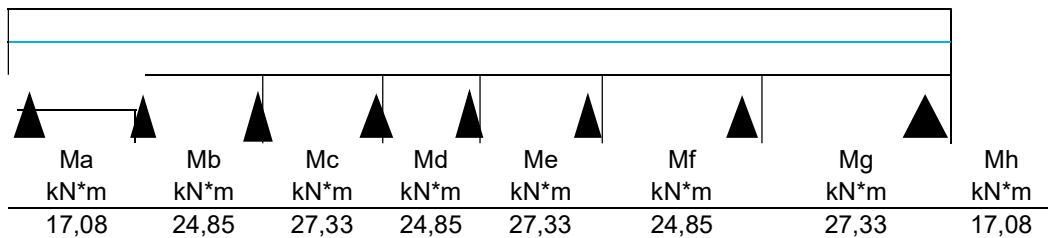
Estimación del Peso de la Viga:

El peso de la viga en proceso de diseño debe ser considerado en el cálculo del momento flector al que estará expuesta, dado que la viga debe resistir tanto su propio peso como las cargas externas. Para lograr esto, se puede calcular el momento inducido únicamente por las cargas externas, proceder a seleccionar las dimensiones de la viga y determinar su peso correspondiente. A partir de estas dimensiones, se puede obtener una estimación certera del peso de la sección de viga necesaria. Adicionalmente, una aproximación práctica para dimensionar la viga es asumir una altura total mínima "h" igual al valor mínimo especificado por las normas del ACI, siempre y cuando no sea necesario calcular deflexiones.

Selección de las Varillas:

Recubrimiento:

Separación Mínima entre Varillas:



Datos		
$\phi =$	0,9	flexión
$\phi =$	0,75	cortante
$f_c =$	285,52	Kg/cm <sup>2</sup>
$f_c =$	4052,54	psi
$h =$	30	cm
$b =$	25	cm
$f_c =$	28000	KN/m <sup>2</sup>
$f_y =$	60915,83	psi
$f_y =$	420000	KN/m <sup>2</sup>
$f_c =$	28	Mpa
$f_y =$	420	Mpa
$f_y =$	4200	Kg/cm <sup>2</sup>



PREDIMENSIONAMIENTO

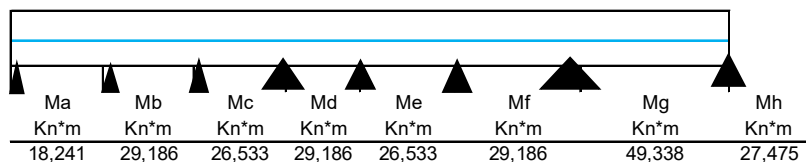
Momentos internos para el diseño (-)		CUBIERTA	NOMENCLATURA		Viga	Dirección	Eje	VX 2							
MA					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
17,0833	0,25	0,30	0,05	0,25	1562,5	208	12	113	2	226,19	CUMPLE	0,90	19	CUMPLE	1,1261

MB					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
27,3333	0,25	0,30	0,05	0,25	1562,5	208	12	113	3	339,29	CUMPLE	0,90	29	CUMPLE	1,0557

MC					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
24,8485	0,25	0,30	0,05	0,25	1562,5	208	12	113	3	339,29	CUMPLE	0,90	29	CUMPLE	1,1613

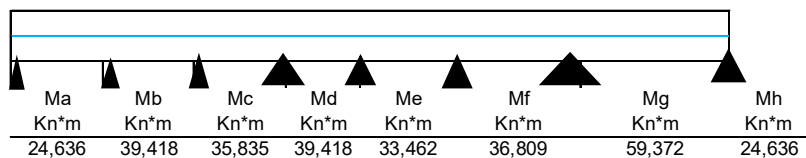
PLANTA ALTA EJE X		
Peralte de viga de piso	ACI 318 - TABLA 9.3.1.1	
L/16	0,25	m
L/18,5	0,22	m
L/21	0,19	m
L/8	0,51	m
VANO 1	3,30	m
VANO 2	4,05	m
Peralte	0,19	m
Peralte ado	0,40	m
rec	0,05	m
d	0,35	m
Ln	3,65	m
Ln>4d	CUMPLE	
0.3h	0,12	ACI 18.6
bw	0,12	m
bw ado	0,25	m
q <sub>viga</sub>	2,50	kN/m
ancho tributario	3,63	m
qu (Carga muerta)	17,9	kN/m
qu (Carga viva)	7,25	kN/m
qu 1 (Carga combinada)	33,0875	kN/m
qu 2 (Carga combinada)	44,6875	kN/m

Centro a centro, eje a eje



VX 2

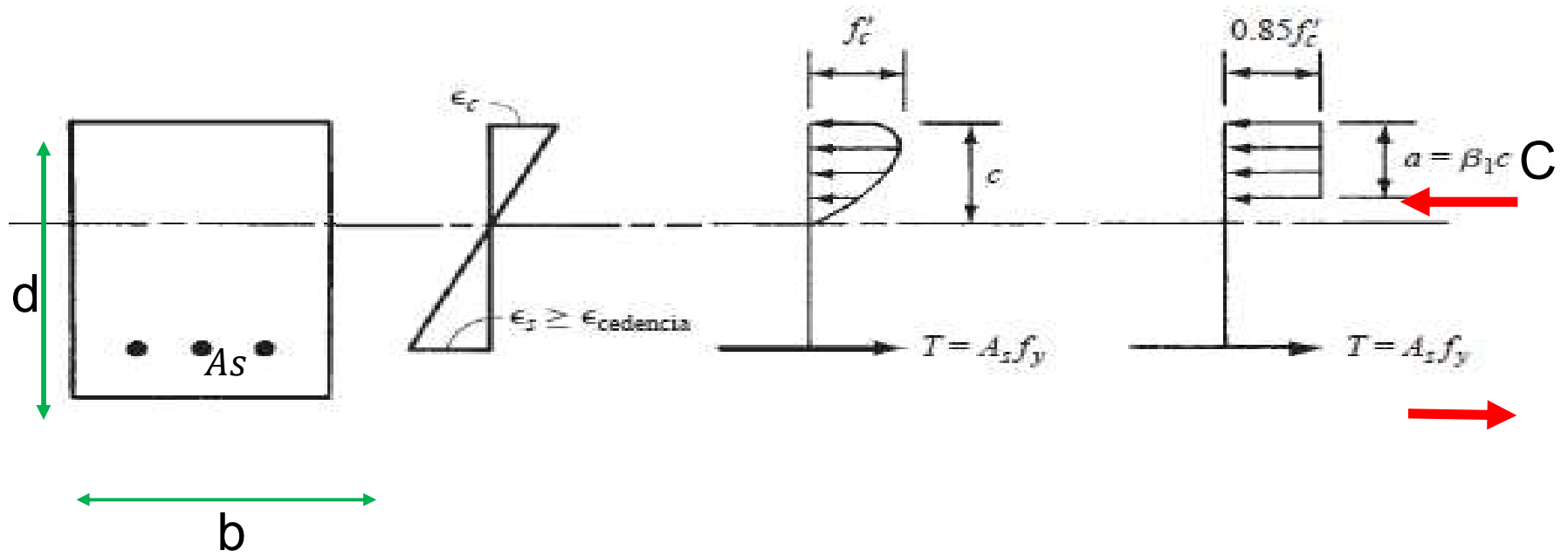
conservador  
para viga x  
perm cubierta  
var viva  
piso



VX 1

$$\begin{aligned} \Sigma MC &= 0 \\ Mn &= T * \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ Mn &= As * Fy * \left(d - \frac{a}{2}\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma Fx &= 0 \\ C &= T \\ 0.85f'c * a * b &= As * Fy \\ a &= \frac{As * Fy}{0.85 * F'c * b} \end{aligned}$$



$$\rho = \frac{As}{b * d}$$

$$As = \rho b d$$

Cuantía Geométrica

$$w = \rho * \frac{Fy}{F'c}$$

Cuantía Mecánica

$$w = \rho * \frac{Fy}{F'c}$$

$$w = \rho * \frac{Fy}{F'c}$$

$$Mn = As * Fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\rho = \frac{As}{b * d}$$

$$As = \rho b d$$

$$Mn = As * Fy * \left(d - \frac{1}{2} \left(\frac{As * Fy}{0.85 * F'c * b}\right)\right)$$

$$Mn = As * Fy * d \left(1 - \frac{0.59 * As * Fy}{F'c * b * d}\right)$$

$$As = \rho b d$$

$$a = \frac{As * Fy}{0.85 * F'c * b}$$

$$Mn = \rho * b * d^2 * Fy * \left(1 - 0.59\rho * \frac{Fy}{F'c}\right)$$

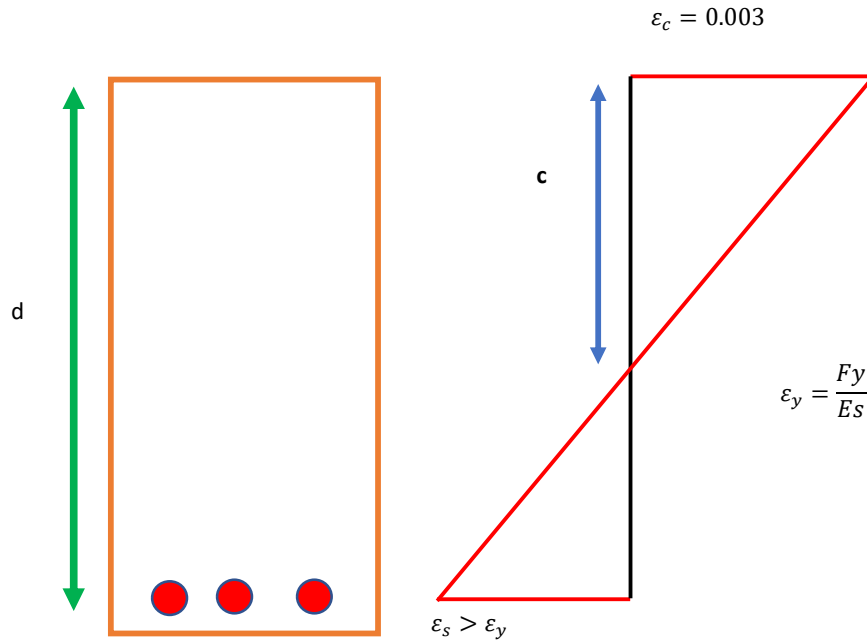
$$Mn = b * d^2 * F'c * w(1 - 0.59w)$$

$\phi Mn = \text{Momento Resistente de Diseño}$

$$\phi = 0.9$$

$$Mn = As * Fy * \left(d - \frac{1}{2} \left(\frac{As * Fy}{0.85 * F'c * b}\right)\right)$$

$$Mn = As * Fy * d \left(1 - \frac{0.59 * As * Fy}{F'c * b * d}\right)$$



$$\frac{c}{d} = \frac{0.003}{0.003 + \frac{F_y}{E_s}}$$

$$c = d \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{F_y}{E_s}} \right)$$

$$a = \beta_1 * c$$

$$A_s = \rho_b * b * d$$

$$\frac{c}{d} = \frac{0.003}{0.003 + \frac{F_y}{E_s}}$$

$$c = d \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{F_y}{E_s}} \right)$$

$$a = \beta_1 * c$$

$$C = T$$

$$0.85F'_c * a * b = A_s * F_y$$

$$0.85F'_c * \beta_1 * c * b = \rho_b * b * d * F_y$$

$$0.85f'_c * \beta_1 * \left( d \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{F_y}{E_s}} \right) \right) * b = \rho_b * b * d * F_y$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 * 0.85 * F'_c}{F_y} \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{F_y}{E_s}} \right)$$

Cuantía máxima:

a)

$$A_{s_{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{f'c} b_w * d}{F_y} \quad (S.I.)$$

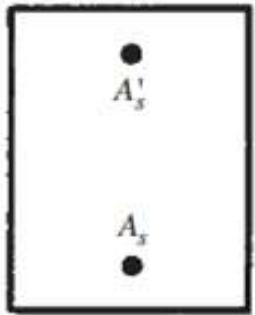
$$A_{s_{min}} = 0.8 \frac{\sqrt{f'c} b_w * d}{F_y} \quad (M.K.S)$$

b)

$$A_{s_{min}} = \frac{1.4}{F_y} b_w * d \quad (S.I.)$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{F_y} b_w * d \quad (M.K.S)$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.75\rho_b$$



$$M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

a)

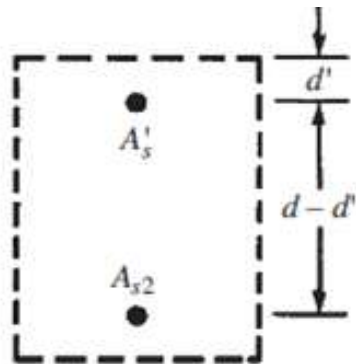
=



$$M_{n1} = A_{s1} f_y (d - \frac{a}{2})$$

b)

+



$$M_{n2} = A'_s f'_s (d - d') = A_{s2} f_y (d - d')$$

c)

Momentos internos para el diseño (-)		PISO	NOMENCLATURA		Elemento	Dirección	Eje	VX 2							
ME					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
26,5329	0,25	0,40	0,05	0,35	2187,5	292	14	154	3	461,81	CUMPLE	0,90	39	CUMPLE	1,4803
MBDF					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
29,1862	0,25	0,40	0,05	0,35	2187,5	292	14	154	3	461,81	CUMPLE	0,90	39	CUMPLE	1,3458
MG					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
49,3380	0,25	0,40	0,05	0,35	2187,5	292	16	201	3	603,19	CUMPLE	0,90	51	CUMPLE	1,0398

Momentos internos para el diseño (-)		PISO	NOMENCLATURA		Elemento	Dirección	Eje	VX 1							
MA					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
24,6365	0,25	0,30	0,05	0,25	1562,5	208	14	154	2	307,88	CUMPLE	0,90	26	CUMPLE	1,0628
MB					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
39,4184	0,25	0,30	0,05	0,25	1562,5	208	14	154	4	615,75	CUMPLE	0,90	52	CUMPLE	1,3286
MC					NEC-SE-HM 4.2.5										
<b>Mu</b>	<b>bw</b>	<b>h</b>	<b>rec</b>	<b>d</b>	<b>As max</b>	<b>As min</b>	<b>Varilla</b>	<b>As</b>	<b>Cantidad</b>	<b>As ado</b>	<b>As</b>	<b>f</b>	<b>f Mv</b>	<b>f Mn &gt; Mu</b>	<b>f Mn/Mu</b>
<b>Kn</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>u</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>max&gt;ado&gt;min</b>	<b>flexión</b>	<b>Kn</b>	<b>-</b>	<b>&gt;1</b>
35,8349	0,25	0,30	0,05	0,25	1562,5	208	14	154	3	461,81	CUMPLE	0,90	39	CUMPLE	1,0961

CUBIERTA																							
V 1AB (+)			18.6.2	20.5.1.3			9.6.1.2									18.6.3.2		18.6.3.1				18.6.5.1	
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
5.74	28	420	250	300	40	260	216.67	10	78.54	2.76	15.29	20.67	2	157.08	11.09	15.11	0.00242	0.00333	1.55	2.5	si	13.86	20.87
V 1AB (-)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
4.10	28	420	250	300	40	260	216.67	12	113.10	1.92	15.29	20.67	2	226.19	15.97	21.55	0.00348	0.00333	1.55	2.5	si	19.96	29.69
V 2AB (+)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
4.75	28	420	250	300	40	260	216.67	10	78.54	2.76	15.29	20.67	2	157.08	11.09	15.11	0.00242	0.00333	1.55	2.5	si	13.86	20.87
V 2AB (-)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
3.88	28	420	250	300	40	260	216.67	12	113.10	1.92	15.29	20.67	2	226.19	15.97	21.55	0.00348	0.00333	1.55	2.5	si	19.96	29.69
V 3GH (+)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
7.97	28	420	250	300	40	260	216.67	10	78.54	2.76	15.29	20.67	2	157.08	11.09	15.11	0.00242	0.00333	1.55	2.5	si	13.86	20.87
V 3GH (-)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
6.04	28	420	250	300	40	260	216.67	12	113.10	1.92	15.29	20.67	2	226.19	15.97	21.55	0.00348	0.00333	1.55	2.5	si	19.96	29.69

PISO																							
<b>V 2AB (+)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
8.82	28	420	250	400	40	360	300.00	12	113.10	2.65	21.18	39.62	2	226.19	15.97	30.10	0.00251	0.00333	1.55	2.5	si	19.96	41.57
<b>V 2AB (-)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
6.41	28	420	250	400	40	360	300.00	14	153.94	1.95	21.18	39.62	2	307.88	21.73	40.63	0.00342	0.00333	1.55	2.5	si	27.17	55.99
<b>V 2BC (+)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
8.60	28	420	250	400	40	360	300.00	12	113.10	2.65	21.18	39.62	2	226.19	15.97	30.10	0.00251	0.00333	1.55	2.5	si	19.96	41.57
<b>V 2BC (-)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
4.94	28	420	250	400	40	360	300.00	14	153.94	1.95	21.18	39.62	2	307.88	21.73	40.63	0.00342	0.00333	1.55	2.5	si	27.17	55.99

22.5.1.1 La resistencia nominal para cortante en una dirección en una sección Vn, se debe calcular como:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$\phi V_c + \phi V_s \geq V_u$$

22.5.1.2 Las dimensiones de la sección transversal deben seleccionarse para cumplir con:

$$V_u \leq \phi(V_c + 0.66\sqrt{f'_c} * bw * d)$$

22.5.1.2 Para miembros no presforzados sin fuerza axial, Vc debe calcularse por medio de:

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c} * d * bw \quad (S.I.)$$

$$V_c = 0.53\lambda\sqrt{f'_c} * d * bw \quad (m.k.s.)$$

22.5.6.1 Para miembros no presforzados sometidos a compresión axial Vc debe calcularse por medio de:

$$V_c = 0.17 \left(1 + \frac{Nu}{14Ag}\right) * \lambda * \sqrt{f'_c} * bw * d \quad (SI)$$

$$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{Nu}{140Ag}\right) * \lambda * \sqrt{f'_c} * bw * d \quad (m.k.s.)$$



**22.5.10.5.1 Se permite refuerzo a cortante en miembros preesforzados y no preesforzados que cumpla con (a), (b) o (c):**

- a) Estribos o estribos cerrados de confinamiento perpendiculares al eje longitudinal del miembro.
- b) Refuerzo electrosoldado de alambre con alambres localizados perpendicularmente al eje longitudinal del miembro.
- c) Espirales.

**22.5.10.5.2 Se permiten como refuerzo a cortante en miembros no preesforzados estribos inclinados que formen un ángulo de 45 grados o más con el refuerzo longitudinal y que atraviesen el plano de la potencial fisura por cortante.**

9.6.3.3 Cuando se requiera refuerzo para cortante y 9.5.4.1 permita que los efectos de torsión sean despreciados,  $A_v$ ,min debe cumplir con:

22.5.10.5.3 El  $V_s$  para refuerzo a cortante que cumple con 22.5.10.5.1 se debe calcular con:

	S.I.	m.k.s.
<b><math>A_v</math>,min/s EL mayor de:</b>	$0.062\sqrt{f'c} * \frac{bw}{f_{yt}}$	$0.2\sqrt{f'c} * \frac{bw}{f_{yt}}$
	$0.35 \frac{bw}{f_{yt}}$	$3.5 \frac{bw}{f_{yt}}$

$$V_s = \frac{A_v * f_{yt} * d}{s}$$

*$A_v$  = área de refuerzo de cortante con un espaciamiento  $s$ , mm*

V 2GH (+)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
11.72	28	420	250	400	40	360	300.00	12	113.10	2.65	21.18	39.62	2	226.19	15.97	30.10	0.00251	0.00333	1.55	2.5	si	19.96	41.57

V 2GH (-)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
12.79	28	420	250	400	40	360	300.00	14	153.94	1.95	21.18	39.62	2	307.88	21.73	40.63	0.00342	0.00333	1.55	2.5	si	27.17	55.99

**ANEXOS**  
**DISEÑO VIGAS EJE Y**

## 22.2 Suposición de Diseño

### 22.2.1 Equilibrio y congruencia de deformaciones

22.2.1.1 Es necesario que la condición de equilibrio se cumpla en todas las secciones.

22.2.1.2 Las deformaciones unitarias en el concreto y en el refuerzo no preesforzado deben considerarse directamente proporcionales a la distancia medida desde el eje neutro.

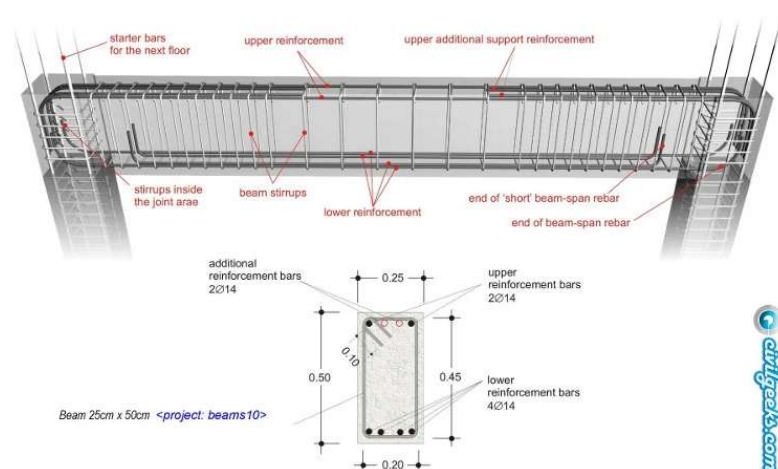
### 22.2.2 Presunciones

22.2.2.1 Se debe asumir que la deformación unitaria máxima empleada en la fibra extrema sometida a compresión es de 0.003.

22.2.2.2 En los cálculos de resistencia a la flexión y resistencia axial, se debe omitir la consideración de la resistencia a la tracción del concreto.

22.2.2.3 La relación entre los esfuerzos de compresión y la deformación unitaria en el concreto debe ser tomada como rectangular, trapezoidal, parabólica o de otra forma que conduzca a una estimación de la resistencia coincidente con los resultados de ensayos representativos.

Antes de adentrarnos en el proceso de diseñar una viga real, resulta apropiado examinar ciertos temas relacionados con el diseño. Estos abarcan los siguientes aspectos:



Dimensiones de la viga: A menos que consideraciones arquitectónicas u otras condiciones impongan dimensiones específicas para vigas de concreto reforzado, las secciones más eficientes para vigas de corta longitud (hasta 6 o 7.5 metros) se obtienen cuando la relación entre la altura "d" y el ancho "b" cae dentro del rango de 1 1/2 a 2. Para claros más extensos, generalmente resulta más económico utilizar secciones altas y estrechas.

Datos		
$\phi =$	0.9	flexion
$\phi =$	0.75	cortante
$f_c =$	285.52	Kg/cm <sup>2</sup>
$f_c =$	4052.54	psi
$h =$	35	cm
$b =$	30	cm
$f_c =$	28000	KN/m <sup>2</sup>
$f_y =$	60915.83	psi
$f_y =$	420000	KN/m <sup>2</sup>
$f_c =$	28	Mpa
$f_y =$	420	Mpa
$f_y =$	4200	Kg/cm <sup>2</sup>

En tales casos, las alturas pueden ser de 3 a 4 veces los anchos. No obstante, los diseñadores contemporáneos de concreto reforzado frecuentemente se encuentran en la necesidad de mantener elementos de corta longitud para minimizar la altura del entrepiso. Como resultado, es común utilizar vigas más anchas y de longitud reducida en comparación con prácticas anteriores. Cabe mencionar que las dimensiones de las vigas se eligen en valores enteros, principalmente por la conveniencia en la construcción del encofrado o en la disponibilidad de alquiler de este, que generalmente se ofrece en incrementos de 2.5 o 5 cm. Además, los anchos de las vigas a menudo se seleccionan en múltiplos de 5 centímetros.

CUBIERTA																							
<b>V A 1-2 (+)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
0	28	420	250	300	50	250	208.33	10	78.54	2.65	14.71	19.11	2	157.08	11.09	14.51	0.002513274	0.003333333	1.55	2.5	si	13.86	20.05
<b>V A 1-2 (-)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
10.91	28	420	250	300	50	250	208.33	12	113.10	1.84	14.71	19.11	3	339.29	23.95	30.53	0.005428672	0.003333333	1.55	2.5	si	29.94	41.87
<b>V A 2-3 (+)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
33.29	28	420	250	350	50	300	250.00	16	201.06	1.24	17.65	27.52	2	402.12	28.39	43.44	0.005361651	0.003333333	1.55	2.5	si	35.48	59.59
<b>V A 2-3 (-)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
22.47	28	420	250	350	50	300	250.00	16	201.06	1.24	17.65	27.52	2	402.12	28.39	43.44	0.005361651	0.003333333	1.55	2.5	si	35.48	59.59
<b>V B 1-2 (+)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
0	28	420	250	300	50	250	208.33	10	78.54	2.65	14.71	19.11	2	157.08	11.09	14.51	0.002513274	0.003333333	1.55	2.5	si	13.86	20.05
<b>V B 1-2 (-)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
21.41	28	420	250	300	50	250	208.33	12	113.10	1.84	14.71	19.11	3	339.29	23.95	30.53	0.005428672	0.003333333	1.55	2.5	si	29.94	41.87
<b>V B 2-3 (+)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
56.2	28	420	250	350	50	300	250.00	16	201.06	1.24	17.65	27.52	3	603.19	42.58	63.55	0.008042477	0.003333333	1.55	2.5	si	53.22	86.57
<b>V B 2-3 (-)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
39.67	28	420	250	350	50	300	250.00	16	201.06	1.24	17.65	27.52	3	603.19	42.58	63.55	0.008042477	0.003333333	1.55	2.5	si	53.22	86.57
<b>V C 1-2 (+)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
0	28	420	250	300	50	250	208.33	10	78.54	2.65	14.71	19.11	2	157.08	11.09	14.51	0.002513274	0.003333333	1.55	2.5	si	13.86	20.05
<b>V C 1-2 (-)</b>																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
22.47	28	420	250	300	50	250	208.33	12	113.10	1.84	14.71	19.11	3	339.29	23.95	30.53	0.005428672	0.003333333	1.55	2.5	si	29.94	41.87





PISO

V A 1-2 (+)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
0	28	420	250	300	50	250	208.33	10	78.54	2.65	14.71	19.11	2	157.08	11.09	14.51	0.002513274	0.003333333	1.55	2.5	si	13.86	20.05	
V A 1-2 (-)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
17.95	28	420	250	300	50	250	208.33	14	153.94	1.35	14.71	19.11	3	461.81	32.60	40.80	0.007389026	0.003333333	1.55	2.5	si	40.75	55.67	
V A 2-3 (+)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
28.51	28	420	250	400	50	350	291.67	14	153.94	1.89	20.59	37.45	2	307.88	21.73	39.47	0.003518584	0.003333333	1.55	2.5	si	27.17	54.38	
V A 2-3 (-)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
46.82	28	420	250	400	50	350	291.67	14	153.94	1.89	20.59	37.45	3	461.81	32.60	58.25	0.005277876	0.003333333	1.55	2.5	si	40.75	79.92	
V B 1-2 (+)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
0	28	420	250	300	50	250	208.33	10	78.54	2.65	14.71	19.11	2	157.08	11.09	14.51	0.002513274	0.003333333	1.55	2.5	si	13.86	20.05	
V B 1-2 (-)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
33.26	28	420	250	300	50	250	208.33	14	153.94	1.35	14.71	19.11	3	461.81	32.60	40.80	0.007389026	0.003333333	1.55	2.5	si	40.75	55.67	
V B 2-3 (+)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
51.99	28	420	250	400	50	350	291.67	16	201.06	1.45	20.59	37.45	3	603.19	42.58	74.95	0.006893552	0.003333333	1.55	2.5	si	53.22	102.41	
V B 2-3 (-)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
79.56	28	420	250	400	50	350	291.67	16	201.06	1.45	20.59	37.45	3	603.19	42.58	74.95	0.006893552	0.003333333	1.55	2.5	no	53.22	102.41	
V C 1-2 (+)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
0	28	420	250	300	50	250	208.33	10	78.54	2.65	14.71	19.11	2	157.08	11.09	14.51	0.002513274	0.003333333	1.55	2.5	si	13.86	20.05	
V C 1-2 (-)		fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
33.27	28	420	250	300	50	250	208.33	14	153.94	1.35	14.71	19.11	3	461.81	32.60	40.80	0.007389026	0.003333333	1.55	2.5	si	40.75	55.67	







V H 2-3 (+)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
28.63	28	420	250	400	50	350	291.67	16	201.06	1.45	20.59	37.45	3	603.19	42.58	74.95	0.006893552	0.003333333	1.55	2.5	si	53.22	102.41
V H 2-3 (-)																							
Mu	fc	fy	b	h	rec	d	As min	diam.bar	area. Bar	cant.min	a min	ØMn min	cant. adop	As adop	a ado	ØMn adop	ρ adop	ρ min	ρ 0.005	ρ max	aprueba	a pr	Mpr
KN-m	MPa	Mpa	mm	mm	mm	mm	mm2	mm	mm2	u	mm	KN-m	u	mm2	mm	KN-m	-	-	-	-	-	mm	KN-m
22	28	420	250	400	50	350	291.67	16	201.06	1.45	20.59	37.45	3	603.19	42.58	74.95	0.006893552	0.003333333	1.55	2.5	si	53.22	102.41

# **ANEXOS**

# **COLUMNAS**

## Predimensionamiento

Pilares cubierta		
Cantidad pisos	1	u
ancho	6,60	m
largo	3,30	m
A trib	21,78	m <sup>2</sup>
ancho	0,25	m
peralte	0,30	m
ancho	0,25	m
peralte	0,35	m
Nper	113,19	kN
Nvar	15,25	kN
Nu	128,44	kN

Pilar pisos		
h pilar	3,10	m
pilar sobre	16	u
Cantidad pisos	1	u
ancho	3,30	m
largo	2,70	m
A trib	8,91	m <sup>2</sup>
ancho	0,25	m
peralte	0,40	m
ancho	0,25	m
peralte	0,40	m
Nper	81,31	kN
Nvar	53,46	kN
Nu	134,77	kN

### CARACTERÍSTICAS DE UNA COLUMNA

- La columna es un elemento estructural.
- Principalmente soportan cargas axiales de compresión.
- También soportan momentos flectores con respecto a uno o a dos ejes de la sección transversal.
- Acción de flexión produce fuerzas de tensión.
- En el diseño debe tomarse en consideración la flexo-compresión.

El método de diseño ACI considera:

$$\phi S_n \geq S_u$$

*Resistencia de Diseño  $\geq$  Resistencia Requerida*

PISO	NOM	Elemento	Eje x	Eje y	C	ACI 18.7.4	18.7.2
Nu	0.2*fc	Areq	Varilla	Cantidad	As ado	p	b
N	Kpa	mm <sup>2</sup>	mm	u	mm <sup>2</sup>	-	mm
128436	5,6000	22935	20	4	251,3274	0,0110	151
					314,1593	1,10%	

Dimensiones
30x30

PISO	NOM	Elemento	Eje x	Eje y	C	ACI 18.7.4	18.7.2
Nu	0.2*fc	Areq	Varilla	Cantidad	As ado	p	b
N	Kpa	mm <sup>2</sup>	mm	u	mm <sup>2</sup>	-	mm
397970	5,6000	71066	22	8	1105,8406	0,0156	267

Dimensiones
30x30

TABLA DE VARILLAS								
Diám /mm	Kg/m	12 m		9m		6 m		TOLERANCIA
		Kg	Var x Qq	Kg	Var x Qq	Kg	Var x Qq	
8	0.395	4.740	9.568	3.555	12.757	2.370	19.136	± 50mm
10	0.617	7.404	6.125	5.553	8.167	3.702	12.251	
12	0.888	10.656	4.256	7.992	5.675	5.328	8.512	
14	1.208	14.496	3.129	10.872	4.171	7.248	6.257	
16	1.578	18.936	2.395	14.202	3.193	9.468	4.790	
18	1.998	23.976	1.892	17.982	2.522	11.988	3.783	
20	2.466	29.592	1.533	22.194	2.043	14.796	3.065	
22	2.984	35.808	1.267	26.856	1.689	17.904	2.533	
25	3.853	46.236	0.981	34.677	1.308	23.118	1.962	
28	4.834	58.008	0.782	43.506	1.042	29.004	1.564	
32	6.313	75.756	0.599	56.817	0.798	37.878	1.197	
36	7.990	95.880	0.473	71.910	0.631	47.940	0.946	

PROPIEDADES MECÁNICAS		MPa	kgf/mm <sup>2</sup>
Límite de fluencia mínimo		420	42
Límite de fluencia máximo		540	55
Resistencia a la tracción mínima		550	56

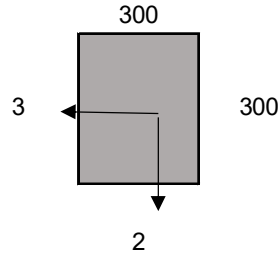
DOBLADO A 180°	
Diámetro nominal (d)	Diámetro del mandril
8-18	3d
20-25	4d
28-32	6d

ALARGAMIENTO (%) MÍNIMO CON PROBETA		Lo=200mm
Diámetro nominal (mm)		%
8-20		14
22-32		12

Elemento	Inercia Agrietada
Vigas	0,5 I
Columnas	0,8 I
Muros estructurales	0,6 I

CUBIERTA
Col 2 (0,30 x 0,30)



Combinaciones de carga	Pu	Mu22s	Mu33s	Mu22i	Mu33i	18.7.3
	KN	KN*m	KN*m	KN*m	KN*m	
C1	5.25	-1.48	9.05	-1.48	9.05	Col-fuerte vig-débil
C10	-0.32	-0.54	14.03	-0.54	14.03	Col-fuerte vig-débil
C11	0.21	-0.32	13.33	-0.32	13.33	Col-fuerte vig-débil
C12	-0.03	-0.11	13.38	-0.11	13.38	Col-fuerte vig-débil
C13	0.60	0.00	13.65	0.00	13.65	Col-fuerte vig-débil
C14	-0.56	0.42	13.78	0.42	13.78	Col-fuerte vig-débil
C15	-1.21	0.55	13.34	0.55	13.34	Col-fuerte vig-débil
C16	-3.59	0.74	6.09	0.74	6.09	Col-fuerte vig-débil
C2	-1.24	-0.45	15.78	-0.45	15.78	Col-fuerte vig-débil
C3	-0.11	-0.34	15.08	-0.34	15.08	Col-fuerte vig-débil
C4	-0.10	-0.11	15.13	-0.11	15.13	Col-fuerte vig-débil
C5	0.38	0.13	15.29	0.13	15.29	Col-fuerte vig-débil
C6	0.07	0.25	15.38	0.25	15.38	Col-fuerte vig-débil
C7	-0.46	0.27	15.43	0.27	15.43	Col-fuerte vig-débil
C8	-3.79	1.74	8.42	1.74	8.42	Col-fuerte vig-débil
C9	4.90	-0.73	7.36	-0.73	7.36	Col-fuerte vig-débil

**Table 22.4.2.1—Maximum axial strength**

Member	Transverse reinforcement	$P_{n,max}$	
Nonprestressed	Ties conforming to 22.4.2.4	$0.80P_o$	(a)
	Spirals conforming to 22.4.2.5	$0.85P_o$	(b)
Prestressed	Ties	$0.80P_o$	(c)
	Spirals	$0.85P_o$	(d)
Deep foundation member	Ties conforming to Ch. 13	$0.80P_o$	(e)

22.4.2.2 For nonprestressed members,  $P_o$  shall be calculated by:

$$P_o = 0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \quad (22.4.2.2)$$

## 10.6—Reinforcement limits

### 10.6.1 Minimum and maximum longitudinal reinforcement

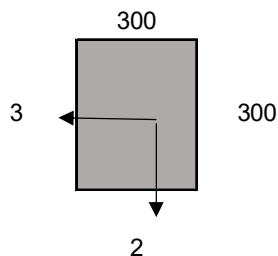
10.6.1.1 For nonprestressed columns and for prestressed columns with average  $f_{pc} < 225$  psi, area of longitudinal reinforcement shall be at least  $0.01A_g$  but shall not exceed  $0.08A_g$ .

Table 10.7.6.5.2—Maximum spacing of shear reinforcement

$V_s$	Maximum $s$ , in.	
	Nonprestressed column	Prestressed column
$\leq 4\sqrt{f'_c}b_wd$	Lesser of: $d/2$	$3h/4$
	24	
$> 4\sqrt{f'_c}b_wd$	Lesser of: $d/4$	$3h/8$
	12	

db [mm]	Area [mm <sup>2</sup> ]	Area [m <sup>2</sup> ]	# varillas	$A_L$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{Lmin}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{Lmax}$ [mm <sup>2</sup> ]	Cumple
20	314.1592654	0.000314159	4	1256.64	900.00	7200.00	SI CUMPLE
0.8*Po =		5158.303683					
$f_c =$	28000	KN/m2					
$f_y =$	420000	KN/m2					
			18.7.3				
$A_g$ [mm <sup>2</sup> ]	$f_c$ [Mpa]	$A_g f_c / 10$ N	$A_g f_c / 10$ KN				
90000	28	252000	252				
$f_c =$	28	Mpa					
18.7.5.1	18.7.5.3						
Confinamiento	$S_o$ [mm]	S centro max	S adoptado				
666.67	120	120	150				

PISO 1
Col 1 (0,30 x 0,30)





Combinaciones de carga	Pu	Mu22s	Mu33s	Mu22i	Mu33i	18.7.3
	KN	KN*m	KN*m	KN*m	KN*m	
C1	17.2113	-2.6822	20.9423	-2.6822	20.9423	Col-fuerte vig-debil
C2	-4.5634	-1.7407	23.472	-1.7407	23.472	Col-fuerte vig-debil
C3	-0.1505	-1.0729	23.1732	-1.0729	23.1732	Col-fuerte vig-debil
C4	-0.28	-0.365	23.206	-0.365	23.206	Col-fuerte vig-debil
C5	1.0104	0.3295	23.2364	0.3295	23.2364	Col-fuerte vig-debil
C6	0.2514	1.0192	23.2598	1.0192	23.2598	Col-fuerte vig-debil
C7	-0.5276	1.5792	23.3967	1.5792	23.3967	Col-fuerte vig-debil
C8	-12.9515	2.9329	20.8125	2.9329	20.8125	Col-fuerte vig-debil
C9	16.8412	-2.4883	19.3997	-2.4883	19.3997	Col-fuerte vig-debil
C10	-1.9071	-1.7789	21.8955	-1.7789	21.8955	Col-fuerte vig-debil
C11	0.8051	-1.067	21.5961	-1.067	21.5961	Col-fuerte vig-debil
C12	0.0443	-0.3557	21.6347	-0.3557	21.6347	Col-fuerte vig-debil
C13	0.9794	0.3712	21.6474	0.3712	21.6474	Col-fuerte vig-debil
C14	-0.9319	1.015	21.6888	1.015	21.6888	Col-fuerte vig-debil
C15	-3.4688	1.731	21.6647	1.731	21.6647	Col-fuerte vig-debil
C16	-12.3622	2.5727	18.9221	2.5727	18.9221	Col-fuerte vig-debil

db [mm]	Area [mm <sup>2</sup> ]	Area [m <sup>2</sup> ]	# varillas	A <sub>L</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>Lmin</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>Lmax</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Cumple
22	380.1327111	0.000380133	8	3041.06	900.00	7200.00	SI CUMPLE

0.8*Po =	5723.894913
----------	-------------

f <sub>c</sub> =	28000	KN/m2	
f <sub>y</sub> =	420000	KN/m2	
			18.7.3
Ag [mm <sup>2</sup> ]	f <sub>c</sub> [Mpa]	Ag f <sub>c</sub> / 10 N	Ag f <sub>c</sub> / 10 KN
90000	28	252000	252

f <sub>c</sub> =	28	Mpa
------------------	----	-----

18.7.5.1	18.7.5.3		
Confinamiento	So [mm]	S centro max	S adoptado
666.666667	125	132	150

# **ANEXOS**

# **ESCALERA**

Luz libre:



$$l_n := 1750 \text{ mm}$$

$$\gamma_{\text{hormigon}} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$l_d := 1300 \text{ mm}$$

Luz efectiva:

$$L_{\text{efectiva}} := l_n - l_d = 450 \text{ mm}$$

Espesor de losa:

$$t_1 := \frac{l_n}{25} = 70 \text{ mm}$$

$$t_2 := \frac{l_n}{20} = 87.5 \text{ mm}$$

$$t := \frac{t_1 + t_2}{2} = 78.75 \text{ mm}$$

Primer Tramo:

$$huella := 300 \text{ mm}$$

$$Contrahuella := 180 \text{ mm}$$

$$t_{\text{descanso}} := 80 \text{ mm}$$

Altura promedio:

$$\cos\theta := \frac{huella}{\sqrt{huella^2 + Contrahuella^2}} = 0.857$$

$$h_m := \frac{t}{\cos\theta} + \frac{Contrahuella}{2} = 181.837 \text{ mm}$$

Peso del tramo Horizontal(Descanso):

$$w1 := t_{descanso} \cdot \gamma_{hormigon} = 1.883 \frac{kN}{m^2}$$

$$Acabados := 1 \frac{kN}{m^2}$$

Carga muerta wd1:

$$wd1 := w1 + Acabados = 0.003 \frac{N}{mm^2}$$

Peso del tramo inclinado:

$$w2 := \gamma_{hormigon} \cdot \left( \frac{Contrahuella}{2} + t \cdot \sqrt{1 + \frac{Contrahuella^2}{huella^2}} \right) = 4.28 \frac{kN}{m^2}$$

Carga muerta total:

$$wd2 := w2 + Acabados = 0.005 \frac{N}{mm^2}$$

$$Ancho := 1150 \text{ mm}$$

Carga viva mínima repartida para escaleras es de:

$$Wv := 0.0020 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Las cargas halladas se multiplicarán por el ancho de cada tramo lo cual obtendremos las cargas en N/mm:

### Tramo Horizontal:

$$Wd1 := wd1 \cdot Ancho = 3.315 \frac{kN}{m}$$

$$WL := Wv \cdot Ancho = 2.3 \frac{kN}{m}$$

### Tramo inclinado:

$$Wd2 := wd2 \cdot Ancho = 6.072 \frac{kN}{m}$$

$$WL := Wv \cdot Ancho = 2.3 \frac{kN}{m}$$

$$a := 0.54 \text{ m}$$

$$b := 0.70 \text{ m}$$

$$c := 1.75 \text{ m}$$

$$Wu := 1.4 \cdot Wd1 + 1.7 \cdot Wd2 = 0.015 \frac{kN}{mm}$$

Calculando las reacciones ; los valores de Ra y Rb son:

Con cargas muertas:

$$\Sigma Ma := 0 \quad WdRa := 2.6 \frac{kN}{m}$$

$$WdRb := 3.0 \frac{kN}{m}$$

Cargas vivas:

$$\Sigma Ma := 0 \quad WLRa := 1.2 \frac{kN}{m}$$

$$WLRb := 1.2 \frac{kN}{m}$$

### Diseño del primer tramo:

$$f'c := 21 \text{ MPa}$$

$$fy := 420 \text{ MPa}$$

$$Es := 200000 \text{ MPa}$$

Asumimos acero #14:

$$As := 154 \text{ mm}^2$$

$$db := 14 \text{ mm}$$

$$\phi := 0.9$$

$$\beta := 0.85$$

$$d := t - r - \frac{db}{2}$$

$$bw := 540 \text{ mm}$$

$$rec := 40 \text{ mm}$$

$$d := t - \frac{db}{2} = 71.75 \text{ mm}$$

$$Mu := (1.4 \cdot WdRb) + (1.7 \cdot WLRb) = 0.636 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}}$$

$$Mdiseño := 0.9 \cdot Mu = 5.616 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a1 := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot bw} = 6.71 \text{ mm}$$

$$As1 := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a1}{2}\right)}$$

$$As1 := 332.5 \text{ mm}^2$$

$$\#varillas := \frac{As1}{As} = 2.159$$

$$\#varillas := 3$$

$$Aspositivo := \#varillas \cdot As = 462 \text{ mm}^2$$

Espaciamiento

$$S := \frac{\text{Ancho} - 2 \cdot \text{rec}}{\#varillas} = 356.667 \text{ mm}$$

Cuánta de diseño

$$\rho := \frac{Aspositivo}{\text{Ancho} \cdot d} = 0.006$$

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot \beta \cdot f'c}{fy} \cdot \left( \frac{0.003}{0.003 + \left(\frac{fy}{Es}\right)} \right) = 0.021$$

Debe cumplir que:

$$\rho_{min} \leq \rho \leq 0.63 \cdot \rho_b \quad \text{si cumple}$$

Refuerzo de momento negativo:

$$A_{negativo} := \frac{A_{positivo}}{3} = 154 \text{ mm}^2$$

$$A_{min} := 0.0018 \cdot Ancho \cdot t = 163.013 \text{ mm}^2$$

Varillas #10

$$A_{s10} := 79 \text{ mm}^2$$

$$\#varillasng := \frac{A_{negativo}}{A_{s10}} = 1.949$$

$$\#varillang := 2$$

$$A_{negativoreal} := \#varillasng \cdot A_{s10} = 154 \text{ mm}^2$$

Espaciamiento

$$S_{ng} := \frac{Ancho - 2 \cdot rec}{\#varillasng} = 548.896 \text{ mm}$$

Refuerzo transversal por temperatura:

$$A_{sint} := 0.0018 \cdot 1000 \cdot mm \cdot t = 141.75 \text{ mm}^2$$

Asumimos varillas #8

$$A_{s8} := 50 \text{ mm}^2$$

$$S := \frac{A_{s8}}{A_{sint}} = 0.353$$

Verificación por corte:

$$V_{ud} := \frac{W_u \cdot l_n}{2 - (W_u \cdot d)} \quad \phi_{corte} := 0.75$$

$$V_{ud} := 9994.14 \text{ N}$$

$$\phi V_c := \frac{\phi_{corte} \cdot \sqrt{f'_c}}{6 \cdot 1000 \cdot d}$$

$$\phi V_c := 41243.18 \text{ N} \quad \text{cumple}$$

## Segundo Tramo

$$W_u := 1.4 \cdot W_{d1} + 1.7 \cdot W_{d2} = 0.015 \frac{\text{kN}}{\text{mm}}$$

$$\text{Ancho} := 1300 \text{ mm}$$

Calculando las reacciones ; los valores de Ra y Rb son:

Con cargas muertas:

$$\Sigma M_a := 0 \quad W_d R_a := 10.42 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$W_d R_b := 11.68 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Cargas vivas:

$$\Sigma M_a := 0 \quad W_L R_a := 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \quad W_L R_b := 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$



## Diseño del segundo tramo:

Asumimos acero #14:

$$As := 154 \text{ mm}^2 \quad db := 14 \text{ mm} \quad \phi := 0.9 \quad \beta := 0.85$$

$$d := t - r - \frac{db}{2} \quad bw := 980 \text{ mm} \quad rec := 40 \text{ mm}$$

$$d := t - \frac{db}{2} = 154.55 \text{ mm}$$

$$Mu := (1.4 \cdot WdRa) + (1.7 \cdot WLRa) = 17.988 \frac{N}{mm}$$

$$Mdiseño := 0.9 \cdot Mu = 16.189 \frac{N}{mm}$$

$$a1 := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot bw} = 3.697 \text{ mm}$$

$$As1 := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a1}{2}\right)}$$

$$As1 := 758.7 \text{ mm}^2$$

$$\#varillas := \frac{As1}{As} = 4.927$$

$$\#varillas := 5$$

$$Aspositivo := \#varillas \cdot As = 770 \text{ mm}^2$$

Espaciamiento

$$S := \frac{Ancho - 2 \cdot rec}{\#varillas} = 244 \text{ mm}$$

Cuantía de diseño

$$\rho := \frac{A_{\text{positivo}}}{\text{Ancho} \cdot d} = 0.004$$

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot \beta \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left( \frac{0.003}{0.003 + \left( \frac{f_y}{E_s} \right)} \right) = 0.021$$

Debe cumplir que:

$$\rho_{\min} \leq \rho \leq 0.75 \cdot \rho_b \quad \text{si cumple}$$

Refuerzo de momento negativo:

$$A_{\text{negativo}} := \frac{A_{\text{positivo}}}{3} = 256.667 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{min}} := 0.0018 \cdot \text{Ancho} \cdot t = 378.027 \text{ mm}^2$$

Varillas #10

$$A_{s10} := 79 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{varillasng} := \frac{A_{\text{negativo}}}{A_{s10}} = 3.249$$

$$\# \text{varillang} := 3$$

$$A_{\text{negativoreal}} := \# \text{varillasng} \cdot A_{s10} = 256.667 \text{ mm}^2$$

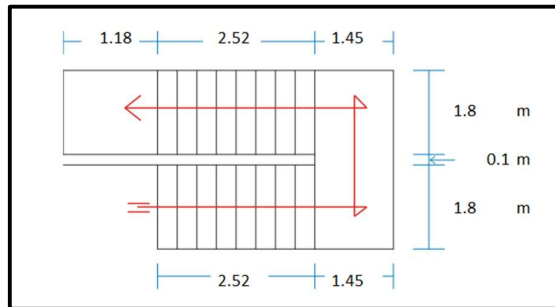
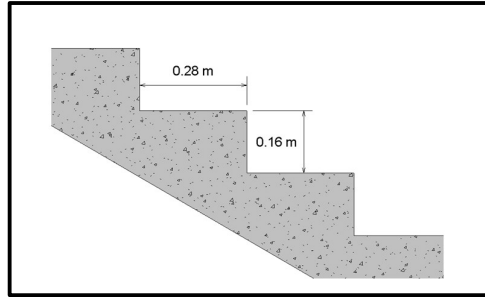
Espaciamiento

$$A_{\text{mint}} := 0.0018 \cdot 1000 \cdot \text{mm} \cdot t = 290.79 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{ng}} := \frac{\text{Ancho} - 2 \cdot \text{rec}}{\# \text{varillasng}} = 375.506 \text{ mm}$$

Asumimos varillas #8

$$S := \frac{A_{s8}}{A_{\text{mint}}} = 0.172 \quad A_{s8} := 50 \text{ mm}^2$$



# **ANEXOS**

# **CIMENTACIONES**

Datos		
$\phi =$	0.9	flexion
$f'c =$	286	Kg/cm <sup>2</sup>
$f'c =$	4053	psi
$h =$	35	cm
$b =$	25	cm
$f'c =$	28000	KN/m <sup>2</sup>
$f_y =$	60916	psi
$f_y =$	420000	KN/m <sup>2</sup>
$f'c =$	28	Mpa
$f_y =$	420	Mpa
$f_y =$	4200	Kg/cm <sup>2</sup>

perfiles geomórficos jóvenes.	ANDEPTS Originados de cenizas volcánicas; apreciable contenido de alúmina (arcillas amorfas) o alto material piroclástico vitro; baja densidad aparente $\approx 0.95$ g/cc; alta capacidad de fijación de fósforo.	Proyecciones volcánicas							
		HIDRANDEPTS	Ceniza reciente suave y permeable y/o antigua.	Húmedo a muy húmedo	Muy frío Frío	Relieves planos a montañosos de la sierra alta y estribaciones andinas	Retención de humedad $\geq 100\%$ , negros en zonas frías y pardos amarillos en templadas o cálidas lixiviados; esponjosos; baja fertilidad.	M1	
		DISTRANDEPTS y/o CRIANDEPTS	Ceniza reciente suave y permeable		Templado Cálido	Relieves planos a montañosos de la sierra alta, vertientes y estribaciones andinas			Muy negros a negros (frío), amarillos en profundidad (templado, cálido).
		DISTRANDEPTS	Ceniza reciente sobre depósitos de ceniza más antigua.	Templado a cálido	Relieves planos a ondulados de llanuras aluviales y conos de deyección costeros y amazónicos.	Alófanos; limosos a franco limosos; pedregales; ricos en M.O.; desaturados en bases; pH ácido.	Retención de humedad 20 - 100%; fertilidad media	Pardos; limos y arenas estratificados; M1/M2	M3
		EUTRANDEPTS	Ceniza reciente suave, permeable y/o ceniza reciente sobre materiales diversos antiguos y/o recientes.	Húmedo a húmedo - seco	Templado a cálido				
		VITRANDEPTS	Ceniza reciente, gruesa y permeable.	Seco-húmedo a seco	Frío a Templado	Generalmente relieves casi planos u ondulados de la sierra alta, vertientes y partes bajas del centro y norte.	Pardo oscuros; arenosos; con alto contenido de vidrio volcánico; baja retención de humedad ( $< 20\%$ ); $> 1\%$ de M. O. en el perfil; pH ligeramente ácido a neutro.		

$\phi' =$	30.00	°
$c' =$	20.00	kN/m <sup>2</sup>
$N_c =$	18.99	1
$q =$	8.00	kN/m <sup>2</sup>
$N_q =$	8.31	1
$\gamma =$	16.00	kN/m <sup>3</sup>
$B =$	1.60	m
$N_\gamma =$	4.39	1
$q_u =$	563.03	kN/m <sup>2</sup>
$FS =$	3.00	1
$q_a =$	187.68	kN/m <sup>2</sup>

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

**Tabla 3.2** Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi  $N'_c$ ,  $N'_q$  y  $N'_\gamma$ .

$\phi'$	$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$	$\phi'$	$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

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

CONDICIÓN	F.S.I.M. ADMISIBLE
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño pseudo estático	1.5

**Tabla 6:** Factores de Seguridad Indirectos Mínimos, F.S.I.M

Diseño Geotécnico											
Amarres		Gancho estandar 90°									
Ldh	Lext	q	Q D+L	Q D+L+E	A req1	A req2	B	b	d	bo	B adop
mm	mm	kPa	kN	kN	m2	m2	m	m	m	mm	mm
211	216	187.91	301	318	4.01	2.53	1.59	0.8	0.3	3837	1600
		admissible tomado	ETABS		NECCM 6,2		profundidad				

## DISEÑO ESTRUCTURAL

φ22 longitudinal									
Qu	Ldh	Ld	qu	Vu1	Vu2	emin	ρw	Vc	φVc
kN	mm	mm	kN/m2	kN	kN	m	-	kN	kN
301	211	577	118	19	159	0.053333	0.03	518	389

Carga actuante ETABS      varillas longitudinal es de la columna      Longitud de desarrollo      Carga de contacto      Cargas por punzonamiento      ACI 8,3,1,1      adimension al asumido      ACI 22,5,5,1

R_punzonamiento	
Vcmin	φVc
kN	kN
537	403

Refuerzo												
Asmin	Mu	r	a	Mn	Revisión	var	espacios	s	s	var	var 14mm	1φ14mm@40cm
mm2	kN	mm	mm	kNm	-	mm2/m	-	m	cm	mm2	mm2	
1210	15	75	13	149	Cumple	756	4	0.40	40	189	154	

# **ANEXOS**

## **INSTALACIONES AAPP**



Caudales de diseño para equipos sanitarios

Aparato sanitario	Caudal mínimo (L/s)	Presion		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada [mc.a.)	mínima (mc.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, Ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

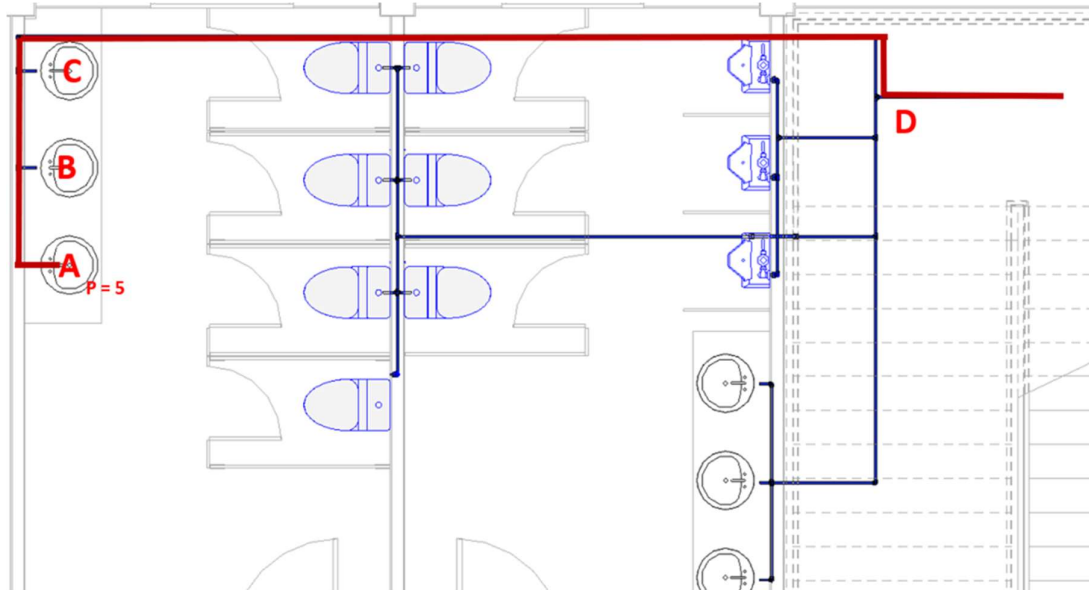
Cálculo de coeficiente de simultaneidad

	Tuberia con una solo aparato sanitario	Tuberia con mas de un aparato sanitario
Ks	$k_s = 1$	$1/\sqrt{(n-1)-0.07}$

Estimación de diámetro de tubería asumiendo una velocidad del flujo de 1.5m/s.

Cold water							
Branch	Q[L/s]	n	Ks	QMP[L/s]	V[m/s]	D[mm]	D elegido[pulg]
1	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
2	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
3	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
4	0.2	2	1.00	0.20	1.5	13.03	½
5	0.3	3	0.71	0.21	1.5	13.42	½
6	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
7	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
8	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
9	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
10	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
11	0.2	2	1.00	0.20	1.5	13.03	½
12	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
13	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
14	0.4	4	0.58	0.23	1.5	14.00	¾
15	0.3	3	0.71	0.21	1.5	13.42	½
16	0.7	7	0.41	0.29	1.5	15.57	¾
17	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
18	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
19	0.1	1	1.00	0.10	1.5	9.21	½
20	0.3	3	0.71	0.21	1.5	13.42	½
21	0.15	1	1.00	0.15	1.5	11.28	½
22	0.15	1	1.00	0.15	1.5	11.28	½
23	0.15	1	1.00	0.15	1.5	11.28	½
24	0.45	3	0.71	0.32	1.5	16.43	¾
25	1	10	0.33	0.33	1.5	16.82	¾
26	1.45	13	0.29	0.42	1.5	18.85	¾
27	1.75	16	0.26	0.45	1.5	19.58	1

Definición de ruta crítica del sistema de agua potable.



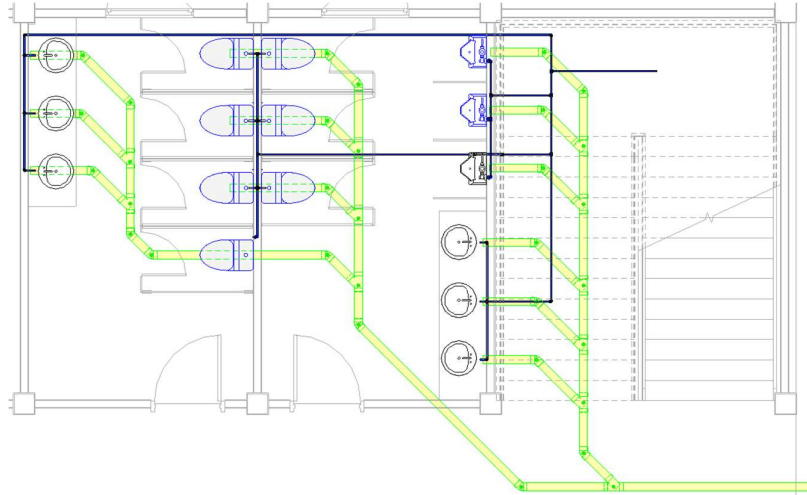
Cálculo de presión necesaria para el ultimo aparato sanitario de la ruta crítica.

Agua potable															
Accesorios	Segmento	Unidad	Q	V	h <sub>v</sub>	C	j	φ	φ	Pipe lenght in m				J	Presion
		u	l/s	m/s	m	Fricción	m/m	m	pulg	Horiz.	Vert.	Acces	Total	m	m
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
<b>Linea critica</b>															
A															5
codo 90°		2				150		0.013	0.5			0.20	0.40		
llave de paso		1				150		0.013	0.5			0.11	0.11		
A-B		1	0.47	0.01	0.08	150	0.930	0.013	0.5	0.95	1	0.51	2.46	2.284	8.363
Tee paso directa		1				150		0.013	0.5			0.20	0.20		
B-C		2	0.13	1.03	0.05	150	0.098	0.013	0.5	0.8	0	0.20	1.00	0.098	8.515
codo 90°		1				150		0.013	0.5			0.20	0.20		
codo 90°		1				150		0.019	0.75			0.28	0.28		
Tee paso directa		1				150		0.013	0.5			0.20	0.20		
reductores		1				150		0.019	0.75			0.08	0.08		
reductores		1				150		0.025	1			0.11	0.11		
C-D		3	0.19	1.50	0.11	150	0.191	0.013	0.5	7.75	0	0.87	8.62	1.643	10.273
Tee paso de lado		1				150		0.025	1			1.28	1.28		
D-Qdirecto		16	0.76	1.49	0.11	150	0.080	0.025	1	4	0	1.28	5.28	0.423	<b>10.809</b>

**ANEXOS**

**INSTALACIONES DE AASS**

Definición de la distribución de tuberías.



Verificación de diámetro mínimo y UEH para cada aparato sanitario

Fixture	Cantidad	U.E.H	U.E.H T	Diameter
Lavabo	6	2	12	2
Baño	5	3	15	4
Urinario	3	2	6	2
TOTAL			33	

Dimensionamiento de la rama principal, desde el aparato sanitario hasta la unión de todo el sistema.

Rama	Dimensiones			
	L (m)	Diametro (pulg)	Diametro (mm)	Diametro comercial (mm)
1	14.28	4	101.6	110

Verificación de diámetro elegido.

S	2%
n	0.009

Qo	11.01	l/s
V	1.36	m/s

Q/Qo	0.249	Ok
Y/phi	0.369	
V/Vo	0.673	Ok
V	0.92	
D/phi	0.273	
A/Ao	0.335	

Resumen de diseño

Linea principal horizontal										
Seccion	Caudal				Dimension		Pendiente	Diseño		
	Units			Q	L	∅	s	Qo	Vo	H
	Propio	Acum	Max	L/s	m	pulg	%	L/s	m/s	m
A	33	33	240	2.74	14.28	4	2	11.01	1.36	0.286

**ANEXOS**  
**INSTALACIONES**  
**ELECTRICAS**

Descripción de equipos utilizados

Equipo	Potencia (Watts)
Tomacorriente 110V	180
Tomacorriente 220V	2500
Iluminarias	32

Diseño de las instalaciones eléctricas.

Circuito	Fase	Voltaje (V)	Unidad	Potencia (Watts)	Total	Corriente (A)	Breaker	AWG	PVC
T1	A	110	12	180	2160	19.64	20	1L#12+ 1N#12 + 1T#14	1/2"
T2	B	110	18	180	3240	29.45	40	1L#10 + 1N#10 + 1T#12	3/4"
TS1	AB	220	2	2500	5000	22.73	40	1L#10 + 1N#10 + 1T#12	3/4"
TS2	AB	220	2	2500	5000	22.73	40	1L#10 + 1N#10 + 1T#12	3/4"
C1	A	110	12	32	384	3.49	15	1L#14 + 1N#14 + 1T#16	1/2"
C2	B	110	14	32	448	4.07	15	1L#14 + 1N#14 + 1T#16	1/2"



# **ANEXOS PRESUPUESTO**

**PRESUPUESTO**

**APUS**

## Cerramiento provisional h=2.40m metálico galvalume e=0.40mm

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16533	Estilpanel/techos galvalume AR-2 e=0.40mm	m2	2.4	10.68	25.63
				<b>Total materiales</b>	<b>25.63</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	1.14	4.05	4.62
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.57	4.1	2.34
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.14	4.33	0.61
				<b>Total mano de obra</b>	<b>7.56</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
			Herramientas	5.00%	0.38
			<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>		<b>0.38</b>

**Total Precio Unitario de Cerramiento provisional h=2.40m metálico galvalume e=0.40mm** **33.57**

## Construcción de bodega y oficinas

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15976	Plancha de zinc 2.40	u	0.55	4.7	2.585
15981	Cuartón 4 x 2	u	2.00	1.50	3
16613	Estilpanel/paredes galvalume AR-5 e=0.40mm	m2	1.10	10.98	12.08
18047	Clavos	kg	0.40	1.03	0.41
18138	Tiras 2.5x2.5x250	u	2.00	0.38	0.76
18170	Viga de madera tratada 15x15 cm	m	0.50	3.00	1.5
18975	Alfajia 6x6x250 cm	u	1.00	2.50	2.5
<b>Total materiales</b>					<b>22.835</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	2.00	4.05	8.10
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1.00	4.10	4.10
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.50	4.33	2.17
<b>Total mano de obra</b>					<b>14.37</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Herramientas			5.00%	0.72
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>0.72</b>

**Total Precio Unitario de Bodegas y Oficinas** **37.93**

## Limpeza manual del terreno

### 1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0

### 2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.29	4.05	1.15
Total mano de obra				1.15

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Herramientas			5.00%	0.06
Total equipo, maquinaria y herramientas				0.06

**Total Precio Unitario de Desbroce y limpieza** 1.21

## Letrero de obra

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
21045	Letrero de obra	u	1.00	45.00	45.00
<b>Total materiales</b>					<b>45</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15850	Ayudante de perforador (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1.00	4.10	4.10
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	1.00	4.33	4.33
<b>Total mano de obra</b>					<b>8.43</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
	Herramientas menores % M.O.			5.00%	0.42
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.42</b>

**Total Precio Unitario de Letrero de obra** **53.85**

## Replanteo y nivelación con equipo topográfico

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18138	Tiras 2.5x2.5x250	u	0.20	0.38	0.08
<b>Total materiales</b>					<b>0.08</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15851	Cadenero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.24	4.10	0.98
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.01	4.33	0.03
15870	Topógrafo (ESTRUC. OCUP. C1)	Hora	0.08	4.55	0.36
<b>Total mano de obra</b>					<b>1.38</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18616	Equipo de topografía	Hora	0.08	3.75	0.30
			Herramientas	5.00%	0.07
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.37</b>

**Total Precio Unitario de Replanteo y nivelación con equipo topográfico** **1.83**

## EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMIENTOS Y PLINTOS

### 1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
<b>Total materiales</b>				<b>0</b>

### 2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	1.60	4.05	6.48
15868 Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.08	4.33	0.35
<b>Total mano de obra</b>				<b>6.83</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
			Herramientas 5.00%	0.34
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>0.34</b>

**Total Precio Unitario de Excavación de cimientos y plintos** **7.17**



## Desalojo de material volqueta distancia max=5km cargado manual

### 1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
<b>Total materiales</b>				<b>0</b>

### 2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.84	4.05	3.40
15868 Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.04	4.33	0.16
18478 Chofer profesional licencia E (ESTRUC. OCUP. C1)	Hora	0.14	5.95	0.83
<b>Total mano de obra</b>				<b>4.4</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15883 Volqueta 8m3	Hora	0.14	30.00	4.20
	Herramientas		5.00%	0.22
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>4.42</b>

**Total Precio Unitario de Desalojo de material volqueta distancia max=5km cargado manual** **8.82**

## Hormigón cimentaciones $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.21	7.68	55.37
18054	Arena	m3	0.58	13.50	7.83
18055	Ripio	m3	0.72	18.00	12.96
18056	Agua	m3	0.25	0.85	0.21
<b>Total materiales</b>					<b>76.37</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	6	3.58	21.48
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	2	3.62	7.24
15839	Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1	3.62	3.62
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	1	4.01	4.01
<b>Total mano de obra</b>					<b>36.35</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18057	Concretera 1 saco	Hora	1	4.48	4.48
18058	Vibrador de manguera	Hora	1	4.06	4.06
		Herramientas		5.00%	1.82
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>10.36</b>

**Total Precio Unitario de hormigón cimentaciones  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado** **123.08**

## Hormigón columnas $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.21	7.68	55.37
18054	Arena	m3	0.58	13.50	7.83
18055	Ripio	m3	0.72	18.00	12.96
18056	Agua	m3	0.25	0.85	0.21
19623	Plastiment BV-40 10 Kg - Sika DISENSA	u	0.02	22.60	0.45
<b>Total materiales</b>					<b>76.82</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	6.00	4.05	24.30
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	3.00	4.10	12.30
15839	Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1.00	4.10	4.10
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	1.00	4.33	4.33

<b>Total mano de obra</b>	<b>45.03</b>
---------------------------	--------------

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18057	Concretera 1 saco	Hora	2.35	4.48	10.53
18058	Vibrador de manguera	Hora	2.35	4.06	9.54
18102	Andamio	Hora	1.00	0.06	0.06
			Herramientas	5.00%	5.29
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>25.42</b>

**Total Precio Unitario de hormigón columnas  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado en [m3] 147.27**

## Hormigón vigas $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.21	7.68	55.37
18054	Arena	m3	0.58	13.50	7.83
18055	Ripio	m3	0.72	18.00	12.96
18056	Agua	m3	0.25	0.85	0.21
19623	Plastiment BV-40 10 Kg - Sika DISENSA	u	0.02	22.60	0.45
<b>Total materiales</b>					<b>76.82</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	6.00	4.05	24.30
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	3.00	4.10	12.30
15839	Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1.00	4.10	4.10
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	1.00	4.33	4.33
<b>Total mano de obra</b>					<b>45.03</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18057	Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.48	4.48
18058	Vibrador de manguera	Hora	1.00	4.06	4.06
18102	Andamio	Hora	1.00	0.06	0.06
			Herramientas	5.00%	2.25
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>10.85</b>

**Total Precio Unitario de hormigón vigas  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado** **132.7**

## Hormigón losa $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.21	7.68	55.37
18054	Arena	m3	0.58	13.50	7.83
18055	Ripio	m3	0.72	18.00	12.96
18056	Agua	m3	0.25	0.85	0.21
<b>Total materiales</b>					<b>76.37</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	13.00	4.05	52.65
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	2.00	4.10	8.20
<b>Total mano de obra</b>					<b>60.85</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18057	Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.48	4.48
18058	Vibrador de manguera	Hora	1.00	4.06	4.06
		Herramientas		5.00%	3.04
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>11.58</b>

**Total Precio Unitario de hormigón losa  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado** **148.8**

## Hormigón escalera $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	7.21	7.68	55.37
18054	Arena	m3	0.58	13.50	7.83
18055	Ripio	m3	0.72	18.00	12.96
18056	Agua	m3	0.25	0.85	0.21
<b>Total materiales</b>					<b>76.37</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	11.00	4.05	44.55
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	6.00	4.10	24.60
<b>Total mano de obra</b>					<b>69.15</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18057	Concretera 1 saco	Hora	1.00	4.48	4.48
18058	Vibrador de manguera	Hora	1.00	4.06	4.06
			Herramientas	5.00%	3.46
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>12</b>

**Total Precio Unitario de hormigón escalera  $f_c=280\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado** **157.52**

## Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16096	Alambre galvanizado No.18	Kg	0.05	2.54	0.13
18083	Acero de refuerzo $f_c=4200\text{kg/cm}^2$	kg	1.05	1.27	1.33
12678	Desoxidante (caneca 20 KG)	kg	0.09	1.65	0.15
<b>Total materiales</b>					<b>1.61</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.05	4.05	0.20
15843	Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.07	4.10	0.29
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.01	4.33	0.04
<b>Total mano de obra</b>					<b>0.53</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18082	Cortadora dobladora de hierro	Hora	0.05	0.51	0.03
			Herramientas	5.00%	0.02
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.05</b>

**Total Precio Unitario de Acero de refuerzo  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$**

**2.19**

## Encofrado y desencofrado vigas

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15977	Tabla dura de encofrado de 0.30 m.	u	3.75	5.50	20.63
15978	Tiras	u	1.50	1.45	2.18
18047	Clavos	kg	0.50	1.03	0.52
18050	Pingos	m	0.50	1.10	0.55
<b>Total materiales</b>					<b>23.87</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.40	4.05	1.62
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.40	4.10	1.64
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.08	4.33	0.32

<b>Total mano de obra</b>	<b>3.58</b>
---------------------------	-------------

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
			Herramientas	5.00%	0.18
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.18</b>

<b>Total Precio Unitario de Encofrado y desencofrado vigas</b>	<b>27.63</b>
--	--------------



## Encofrado y desencofrado columnas

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15977	Tabla dura de encofrado de 0.30 m.	u	5.00	5.50	27.50
15978	Tiras	u	3.00	1.45	4.35
18047	Clavos	kg	0.50	1.03	0.52
18050	Pingos	m	2.00	1.10	2.20
<b>Total materiales</b>					<b>34.57</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.80	4.05	3.24
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.40	4.10	1.64
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.08	4.33	0.32

<b>Total mano de obra</b>	<b>5.2</b>
---------------------------	------------

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
		Herramientas	5.00%	0.26
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>0.26</b>

<b>Total Precio Unitario de Encofrado y desencofrado columnas</b>	<b>40.03</b>
---	--------------

## Encofrado y desencofrado losas

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15977	Tabla dura de encofrado de 0.30 m.	u	1.54	5.50	8.46
18047	Clavos	kg	0.12	1.03	0.12
18050	Pingos	m	4.00	1.10	4.40
<b>Total materiales</b>					<b>12.98</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	1.33	4.05	5.40
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.67	4.10	2.73
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.17	4.33	0.72
<b>Total mano de obra</b>					<b>8.85</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
	Herramientas			5.00%	0.44
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.44</b>

**Total Precio Unitario de Encofrado y desencofrado losas** **22.27**

## Encofrado y desencofrado de escaleras

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15977	Tabla dura de encofrado de 0.30 m.	u	5.74	5.50	31.57
16101	Alambre galvanizado No.18	Kg	0.08	2.54	0.20
18047	Clavos	kg	0.10	1.03	0.10
<b>Total materiales</b>					<b>31.88</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.89	4.05	3.60
15844	Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	3.68	4.10	15.09
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.16	4.33	0.69
<b>Total mano de obra</b>					<b>19.39</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
			Herramientas	5.00%	0.97
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.97</b>

**Total Precio Unitario de Encofrado y desencofrado de escaleras** **52.23**

## Contrapiso hormigón simple $f_c=180\text{kg/cm}^2$ $e=8\text{cm}$

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.22	7.68	1.69
18054	Arena	m3	0.02	13.50	0.28
18055	Ripio	m3	0.07	18.00	1.21
18056	Agua	m3	0.01	0.85	0.01
<b>Total materiales</b>					<b>3.18</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.27	4.05	1.09
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.37	4.10	1.52
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.04	4.33	0.17
<b>Total mano de obra</b>					<b>2.78</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18057	Concreteira 1 saco	Hora	0.08	4.48	0.36
			Herramientas	5.00%	0.14
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.5</b>

**Total Precio Unitario de Contrapiso hormigón simple  $f_c=180\text{kg/cm}^2$   $e=8\text{cm}$  6.47**

## Enlucido en exteriores (fachada) previo champeado espesor 1,5 cm

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.12	7.68	0.90
15917	Arena corriente fina	m3	0.02	10.75	0.17
18047	Clavos	kg	0.02	1.03	0.02
18138	Tiras 2.5x2.5x250	u	0.03	0.38	0.01
<b>Total materiales</b>					<b>1.1</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.76	4.05	3.06
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1.30	4.10	5.35
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.12	4.33	0.54
<b>Total mano de obra</b>					<b>8.95</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18102	Andamio	Hora	0.85	0.06	0.05
			Herramientas	5.00%	0.45
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.5</b>

**Total Precio Unitario de Enlucido en exteriores (fachada) previo champeado espesor 1,5 cm** **10.55**

## Enlucido en interiores (previo champeado) espesor 1.5 cm

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.12	7.68	0.90
15917	Arena corriente fina	m3	0.02	10.75	0.17
18047	Clavos	kg	0.02	1.03	0.02
18138	Tiras 2.5x2.5x250	u	0.03	0.38	0.01
<b>Total materiales</b>					<b>1.1</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.28	4.05	1.13
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.64	4.10	2.60
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.06	4.33	0.27
<b>Total mano de obra</b>					<b>4</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18102	Andamio	Hora	0.58	0.06	0.03
			Herramientas	5.00%	0.2
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.23</b>

**Total Precio Unitario de Enlucido en interiores (previo champeado) espesor 1.5 cm** **5.34**

## Enlucido de piso de losa

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.10	7.68	0.77
15917	Arena corriente fina	m3	0.02	10.75	0.22
18056	Agua	m3	0.01	0.85	0.01
18974	Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0.01	2.13	0.02
19189	Soga	u	0.01	0.50	0.01
19301	Cuartones 2x3x4 chanul	u	0.13	7.00	0.91
19961	Caña Rollisa 6 metros DISENSA	u	0.38	2.25	0.86
<b>Total materiales</b>					<b>2.78</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	1.20	4.05	4.86
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.60	4.10	2.46
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.60	4.33	2.60
<b>Total mano de obra</b>					<b>9.92</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18102	Andamio	Hora	3.60	0.06	0.22
			Herramientas	5.00%	0.5
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.71</b>

**Total Precio Unitario de Enlucido de piso de losa** **13.41**

## Enlucido de fondo de escalera

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.12	7.68	0.90
15917	Arena corriente fina	m3	0.02	10.75	0.17
18047	Clavos	kg	0.00	1.03	
18138	Tiras 2.5x2.5x250	u	0.03	0.38	0.01
<b>Total materiales</b>					<b>1.08</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.58	4.05	2.36
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1.00	4.10	4.10
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.10	4.33	0.43

<b>Total mano de obra</b>	<b>6.89</b>
---------------------------	-------------

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18102	Andamio	Hora	1.08	0.06	0.06
			Herramientas	5.00%	0.34
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.41</b>

<b>Total Precio Unitario de Enlucido de fondo de escalera</b>	<b>8.39</b>
---	-------------



## Bloque alivianado losa 40x20x15 cm (provisión/timbrado)

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18876	Bloque alivianado 15x20x40	u	1.00	0.24	0.24
				<b>Total materiales</b>	<b>0.24</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.10	4.05	0.41
				<b>Total mano de obra</b>	<b>0.41</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
			Herramientas	5.00%	0.02
			<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>		<b>0.02</b>

**Total Precio Unitario de Bloque alivianado losa 40x20x15 cm (provisión/timbrado) 0.67**

## Mampostería de bloque liviano e=20 cm

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15914	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.12	7.68	0.95
18054	Arena	m3	0.03	13.50	0.34
18056	Agua	m3	0.01	0.85	0.01
18874	Bloque liviano de 20x20x40	u	13.00	0.37	4.81
<b>Total materiales</b>					<b>6.1</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.62	4.05	2.49
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.62	4.10	2.52
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.06	4.33	0.27
<b>Total mano de obra</b>					<b>5.28</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18102	Andamio	Hora	0.62	0.06	0.04
			Herramientas	5.00%	0.26
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.3</b>

**Total Precio Unitario de Mampostería de bloque liviano e=20 cm** **11.68**

## Limpieza final de la obra

### 1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
<b>Total materiales</b>				<b>0</b>

### 2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.64	4.05	2.59
15838 Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.03	4.10	0.13
15868 Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.03	4.33	0.14
<b>Total mano de obra</b>				<b>2.86</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
		Herramientas	5.00%	0.14
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>0.14</b>

**Total Precio Unitario de Limpieza final de la obra** **3**

## Tubería Agua Potable 1/2" Fría

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16514	Codo 90 gr. PVC roscable 1/2"	u	0.20	0.38	0.08
16516	Tee PVC roscable 1/2"	u	0.10	0.58	0.06
16517	Unión PVC roscable 1/2"	u	0.05	0.32	0.02
17594	Permatex 2A 1 1/2 onzas	1.5 onz	0.05	1.53	0.08
18312	Tubería PVC (presión roscable) 1/2" (420psi) PLASTIGAMA	m	1.05	1.60	1.68
19136	Cinta 1 Teflon 12mm X 10m C/Carrete PLASTIGAMA	u	0.30	0.42	0.13
<b>Total materiales</b>					<b>2.03</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.50	4.05	2.03
15847	Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.50	4.10	2.05
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.25	4.33	1.08
<b>Total mano de obra</b>					<b>5.16</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
		Herramientas	5.00%	0.26
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>0.26</b>

**Total Precio Unitario de Tubería Agua Potable 1/2" Fría** **7.45**

## Tubería Agua Potable 3/4" Fría

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16518	Unión PVC roscable 3/4"	u	0.30	0.58	0.17
19136	Cinta 1 Teflon 12mm X 10m C/Carrete PLASTIGAMA	u	0.25	0.42	0.11
19220	Tubería PVC (presión roscable) 3/4" (3.4MPa) Plastidor	6m	0.33	7.57	2.52
<b>Total materiales</b>					<b>2.8</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.50	4.05	2.03
15847	Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.50	4.10	2.05
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.17	4.33	0.72
<b>Total mano de obra</b>					<b>4.8</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
		Herramientas	5.00%	0.24
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>0.24</b>

**Total Precio Unitario de Tubería Agua Potable 3/4" Fría** **7.84**

## Tubería Agua Potable 1" Fría

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16519	Unión PVC roscable 1"	u	0.20	0.94	0.19
19136	Cinta 1 Teflon 12mm X 10m C/Carrete PLASTIGAMA	u	0.20	0.42	0.08
19221	Tubería PVC (presión roscable) 1" (2.21MPA) Plastidor	6m	0.17	14.54	2.42
<b>Total materiales</b>					<b>2.69</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.56	4.05	2.25
15847	Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.56	4.10	2.28
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.19	4.33	0.80
<b>Total mano de obra</b>					<b>5.32</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Herramientas			5.00%	0.27
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>0.27</b>

**Total Precio Unitario de Tubería Agua Potable 1" Fría** **8.29**

## Tubería Agua Servida PVC 4"

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16841	Tubo PVC 110 mm x 3 m desagüe PLASTIGAMA	u	0.33	14.99	4.99
17866	Soldadura P/TUB PVC Polipega 3.785cc PLASTIGAMA	3.785cc	0.01	54.82	0.44
<b>Total materiales</b>					<b>5.43</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.67	4.05	2.70
15847	Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.67	4.10	2.73
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.22	4.33	0.96
<b>Total mano de obra</b>					<b>6.39</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
			Herramientas	5.00%	0.32
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.32</b>

**Total Precio Unitario de Tubería Agua Servida PVC 4" 12.14**

## Codo PVC 110mm desagüe 45°

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16796	Codo PVC 110 mm. x 45 grados desagüe PLASTIGAMA	u	1.00	5.73	5.73
17865	Soldadura P/TUB PVC Polilimpia PLASTIGAMA	3.785cc	0.00	33.14	0.03
17866	Soldadura P/TUB PVC Polipega 3.785cc PLASTIGAMA	3.785cc	0.00	54.82	0.05
<b>Total materiales</b>					<b>5.82</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.29	4.05	1.17
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.29	4.10	1.19
<b>Total mano de obra</b>					<b>2.36</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
	Herramientas			5.00%	0.12
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.12</b>

**Total Precio Unitario de Codo PVC 110mm desagüe 45°** **8.3**



## Yee PVC 110mm

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16836	Yee PVC 110 mm desagüe Plastidor	u	1.00	4.50	4.50
<b>Total materiales</b>					<b>4.5</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.10	4.05	0.41
15838	Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.10	4.10	0.41
<b>Total mano de obra</b>					<b>0.82</b>

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
			Herramientas	5.00%	0.04
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>					<b>0.04</b>

**Total Precio Unitario de Yee PVC 110mm** **5.36**

## Bajante aguas lluvias 110mm UNION CODO

### 1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
16789	Codo PVC 110 mm. x 90 grados desagüe PLASTIGAMA	u	0.25	4.22	1.06
16829	Unión PVC (desagüe) 110 mm	u	0.25	1.77	0.44
16841	Tubo PVC 110 mm x 3 m desagüe PLASTIGAMA	u	0.35	14.99	5.25
17865	Soldadura P/TUB PVC Polilimpia PLASTIGAMA	3.785cc	0.01	33.14	0.33
17866	Soldadura P/TUB PVC Polipega 3.785cc PLASTIGAMA	3.785cc	0.01	54.82	0.55
<b>Total materiales</b>					<b>7.62</b>

### 2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.34	4.05	1.38
15847	Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.34	4.10	1.39
15868	Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)	Hora	0.03	4.33	0.13

<b>Total mano de obra</b>	<b>2.9</b>
---------------------------	------------

### 3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Herramientas			5.00%	0.15
<b>Total equipo, maquinaria y herramientas</b>				<b>0.15</b>

<b>Total Precio Unitario de Bajante aguas lluvias 110mm UNION CODO</b>	<b>10.67</b>
--	--------------

**PRESUPUESTO**

**VOLUMENES**



Volumen P. B		4.46
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
300 x 300mm	Planta Alta	0.28
Volumen P. A		4.48

TOTAL		59.47
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
3.1	1.2	3.73
TOTAL		59.73

## Vigas

Structural Framing Schedule	
Type	Volumen [m3]
V25x40	0.51
V25x40	0.3
V25x40	0.51
V25x40	0.3
V25x40	0.3
V25x40	0.51
V25x40	0.3
V25x40	0.3
V25x40	0.3
V25x40	0.3
V25x40	0.3
V25x40	0.38
V25x40	0.51

Encofrado
Área [m2]
5.36
3.15
5.36
3.15
3.15
5.36
3.15
3.15
3.15
3.15
3.15
3.99
5.36

















Vigueta 100x250	0.02
Vigueta 100x250	0.02
Vigueta 100x250	0.02
Vigueta 100x250	0.02
Vigueta 100x250	0.02
Vigueta 100x250	0.02
Vigueta 100x250	0.02
Vigueta 100x250	0.02
Total	9.12

## Cimentación

Structural Foundation Schedule		
Tipo	Volumen [m3]	Área Encf
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
1.6 x 1.6 x 0.3	0.768	3.12
TOTAL	12.288	49.92

## Paredes

Paredes interiores	
Tipo	Área [m2]
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	9
Paredes Bloque	9
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
TOTAL	306

Paredes Exteriores	
Tipo	Área [m2]
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	9
Paredes Bloque	9
Paredes Bloque	12
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	1
Paredes Bloque	28
Paredes Bloque	1
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	12
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6

Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	6
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	7
Paredes Bloque	16
Paredes Bloque	12
Paredes Bloque	12
TOTAL	432

**PRESUPUESTO**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS**



**CERRAMIENTO PROVISIONAL H=2.4 M METÁLICO GALVALUME E = 0.40 MM  
(Rubro 1.1)**

**Descripción**

Cerramiento que usa paneles metálicos galvalume como paredes generando un cerrado por los laterales limitando el ingreso al área de construcción.

**Unidad:** metro lineal (m).

**Materiales mínimos:** Estilpanel

**Equipo mínimo:** herramienta menor

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

**Especificaciones**

Pared de paneles metálicos con un espesor de 0.4 mm y con altura de 2.4 m ubicados a lo largo del perímetro del área definida.

**Medición y pago**

La medición será de acuerdo con la longitud estimada en los cuatro lados de la construcción, considerando que se deja un espacio libre de 5 metros aproximadamente para cada lado desde el perímetro de área de construcción como espacio libre para equipos y movilización del personal, la que se verificará, previa a la excavación manual del terreno. Su pago será por metro lineal "m".

## **CONSTRUCCIÓN DE BODEGA Y OFICINA (Rubro 1.2)**

### **Descripción**

Construcción de un almacén cerrada con una ubicación estratégica definida en los planos para no bloquear zonas de acceso, estará ubicado siempre dentro del cerramiento provisional para la protección y almacenamiento de bienes y materiales.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** tablas, clavos y estacas.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

Para los elementos verticales se deberá asegurar y verificar la verticalidad para evitar riesgo de colapso de la estructura provisional

Para la superficie interior del suelo en la bodega es necesario asegurar que no existan filtraciones de agua y que el terreno este nivelado en la totalidad del interior.

### **Medición y pago**

La medición será de acuerdo con el tamaño definido para la capacidad de material o equipos y el área disponible que se tiene. El pago sería por metro lineal "m".

## **LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL (Rubro 1.3)**

### **Descripción**

Actividad necesaria ante de comenzar una obra civil, consiste en la limpieza del área donde se va a levantar la construcción y el área libre para la movilización de equipos y personal, si existe capa vegetal se hace un corte promedio de 20 cm así aseguran la remoción de raíces y residuos.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** carretilla.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón.

### **Medición y pago**

La medición será de acuerdo con el área definida dentro del cerramiento provisional.

El pago será realizado por metro cuadrado "m<sup>2</sup>".

## **REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRAFICO (Rubro 2.1)**

### **Descripción**

Actividad de trazar sobre el terreno, verificando las distancias y alturas establecidas en los planos o dichas por el encargado de obra en el área donde se comenzará la construcción.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** tiras, clavo, hilos.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, equipo de topografía.

**Mano de obra mínima calificada:** cadenero, maestro de obra, topógrafo.

### **Especificaciones**

Se deberán colocar referencias estableciendo ejes, los cuales permanecerán fijos durante el proceso constructivo, este procedimiento se deberá hacer con equipos nivelados y certificados.

### **Medición y pago**

La medición será de acuerdo con el área trabajada, es decir el área dentro del cerramiento provisional. Su pago será por metro cuadrado "m<sup>2</sup>"

## **EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMIENTOS Y PLINTOS (Rubro 2.2)**

### **Descripción**

Actividad de excavación manual necesaria para la preparación de los cimientos y plintos de la estructura, la excavación se hará acuerdo a los planos y especificaciones proporcionadas por el encargado de obra.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** EPP.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, pala, pico, carreta

**Mano de obra mínima calificada:** peón, maestro de obra.

### **Especificaciones**

El área y profundidad de excavación será la especificadas en los planos, se tomarán precauciones para evitar daños en algún servicio público subterráneo. Se mantendrán medidas de seguridad en la excavación, respetando pendientes y taludes requeridos.

### **Medición y pago**

La medición será de acuerdo con el volumen de excavación exacto

## **DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA (TRANSPORTE 5 KM) CARGADA MANUAL (Rubro 2.3)**

### **Descripción**

El material a desalojar producto de la excavación, relleno y escombros generados en obra, serán cargados a la volqueta por obreros de manera manual, este material será desalojado a un lugar definido por el encargado de obra. La capacidad de la volqueta es de 8 m<sup>3</sup> y el conductor será de categoría E.

**Unidad:** metro lineal (m).

**Materiales mínimos:** ninguno.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, volqueta.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, maestro de obra, chofer profesional licencia E.

### **Especificaciones**

El material será cargador manualmente por el personal siguiendo los procedimientos de seguridad para evitar lesiones o accidentes, en el transporte se definirá una ruta permitida para el tipo de vehículo utilizado respetando las normas de tráfico y seguridad vial.

### **Medición y pago**

La medición será tomada como el volumen de excavación hecho por un factor de esponjamiento. Su pago será por metro cubico "m<sup>3</sup>".

## **HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN FC = 280 KG/CM<sup>2</sup>, NO INCLUYE ENCOFRADO (Rubro 3.1)**

### **Descripción**

El hormigón de  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$  es utilizado para la conformación de las cimentaciones, que transfieren las cargas de la estructura hacia el suelo.

**Unidad:** metro cubico (m<sup>3</sup>).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, concreteira, vibrador.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, operador de equipo liviano, maestro de obra.

### **Especificaciones**

La preparación, transporte, vertido y curado del hormigón cumplirá con lo estipulado en las Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC), estos elementos serán diseñados para cumplir y seguir los requerimientos de una estructura sismorresistente, teniendo en cuenta el perfil de suelo que se tiene y las características del mismo. Después del vertido de hormigón se dará uso al vibrador para evitar ratoneras o acumulación de agregados no deseadas y en el desencofrado se tendrá cuidado para evitar daños. La fiscalización aprobará o rechazará la entrega basada en pruebas de laboratorio y campo, y en cumplimiento de tolerancias y condiciones.

### **Medición y pago**

La definición de los volúmenes para los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con cálculos a mano respetando las dimensiones del diseño estructural. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m<sup>3</sup>".

## **HORMIGÓN COLUMNAS FC=280KG/CM2, NO INCLUYE ENCOFRADO (Rubro 3.2)**

### **Descripción**

El hormigón de  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$  es utilizado para la conformación de las columnas, que soportan considerables cargas definidas en el diseño estructural.

**Unidad:** metro cubico (m3).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua, aditivo plastificante.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, concretera, vibrador.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, operador de equipo liviano, maestro de obra.

### **Especificaciones**

La preparación, transporte, vertido y curado del hormigón cumplirá con lo estipulado en las Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC), estos elementos serán diseñados para cumplir y seguir los requerimientos de una estructura sismorresistente. Después del vertido de hormigón se dará uso al vibrador para evitar ratoneras o acumulación de agregados no deseadas y en el desencofrado se tendrá cuidado para evitar daños. La fiscalización aprobará o rechazará la entrega basada en pruebas de laboratorio y campo, y en cumplimiento de tolerancias y condiciones.

### **Medición y pago**

La definición de los volúmenes para los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con cálculos a mano respetando las dimensiones del diseño estructural. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m3".



## **HORMIGÓN VIGA FC=280KG/CM2, NO INCLUYE ENCOFRADO**

### **Descripción**

El hormigón de  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$  es utilizado para la conformación de las vigas, que soportan considerables cargas definidas en el diseño estructural para distribuir las a otros elementos estructurales.

**Unidad:** metro cubico (m3).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua, aditivo plastificante.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, concretera, vibrador.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, operador de equipo liviano, maestro de obra.

### **Especificaciones**

La preparación, transporte, vertido y curado del hormigón cumplirá con lo estipulado en las Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC), estos elementos serán diseñados para cumplir y seguir los requerimientos de una estructura sismorresistente. Después del vertido de hormigón se dará uso al vibrador para evitar ratoneras o acumulación de agregados no deseadas y en el desencofrado se tendrá cuidado para evitar daños. La fiscalización aprobará o rechazará la entrega basada en pruebas de laboratorio y campo, y en cumplimiento de tolerancias y condiciones.

### **Medición y pago**

La definición de los volúmenes para los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con cálculos a mano respetando las dimensiones del diseño estructural. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m3".

## **HORMIGÓN LOSA FC=280KG/CM2, NO INCLUYE ENCOFRADO**

### **Descripción**

El hormigón de  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$  es utilizado para la conformación de la losa, que soportan considerables cargas vivas y muertas distribuidas en el área.

**Unidad:** metro cubico (m<sup>3</sup>).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua, aditivo plastificante.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, concreteira, vibrador.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, operador de equipo liviano, maestro de obra.

### **Especificaciones**

La preparación, transporte, vertido y curado del hormigón cumplirá con lo estipulado en las Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC), estos elementos serán diseñados para cumplir y seguir los requerimientos de una estructura sismorresistente. Después del vertido de hormigón se dará uso al vibrador para evitar ratoneras o acumulación de agregados no deseadas y en el desencofrado se tendrá cuidado para evitar daños. La fiscalización aprobará o rechazará la entrega basada en pruebas de laboratorio y campo, y en cumplimiento de tolerancias y condiciones.

### **Medición y pago**

La definición de los volúmenes para los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con cálculos a mano respetando las dimensiones del diseño estructural. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m<sup>3</sup>".

## **HORMIGÓN ESCALERA FC=280KG/CM2, NO INCLUYE ENCOFRADO**

### **Descripción**

El hormigón de  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$  es utilizado para la conformación de la escalera, siendo esta una estructura que da acceso al segundo piso.

**Unidad:** metro cubico (m<sup>3</sup>).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua, aditivo plastificante.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, concreteira, vibrador.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, operador de equipo liviano, maestro de obra.

### **Especificaciones**

La preparación, transporte, vertido y curado del hormigón cumplirá con lo estipulado en las Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC), estos elementos serán diseñados para cumplir y seguir los requerimientos de una estructura sismorresistente. Después del vertido de hormigón se dará uso al vibrador para evitar ratoneras o acumulación de agregados no deseadas y en el desencofrado se tendrá cuidado para evitar daños. La fiscalización aprobará o rechazará la entrega basada en pruebas de laboratorio y campo, y en cumplimiento de tolerancias y condiciones.

### **Medición y pago**

La definición de los volúmenes para los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con cálculos a mano respetando las dimensiones del diseño estructural. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m<sup>3</sup>

## **ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2**

### **Descripción**

Material de refuerzo en el interior de todo elemento estructural, para la correcta colocación de este refuerzo es necesario cortar, doblar, soldar, pintar y otras actividades necesarias para el montaje. La distribución será puesta según los planos y especificación del proyecto.

**Unidad:** kilogramo (kg).

**Materiales mínimos:** acero de refuerzo de 8-32mm, alambre galvanizado, desoxidante.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, cortadora dobladora de hierro.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, fierrero, maestro de obra.

### **Especificaciones**

Este material llega a tener diferentes diámetros desde 8mm hasta 32mm en Ecuador, la distribución del acero de refuerzo para cada elemento llega a ser diferentes y en cada uno se deben tener ciertas precauciones para la colocación en obra de manera correcta.

### **Medición y pago**

La definición de los volúmenes para los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m3".

## **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS (Rubro 3.7)**

### **Descripción**

Material confeccionado para los elementos de vigas con piezas de madera, para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma definida y conseguir el elemento estructural con la forma y dimensiones de las vigas especificadas en los planos y detalles del proyecto.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** tableros de madera, puntales de madera, clavos, tiras, pingos de madera.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

El material de madera utilizado para forma los encofrados en la construcción deberán pasar una evaluación hecha por el encargado de obra, asegurando que el material sea el indicado, cumpliendo la dureza y sin tener dobladuras. Previo a la instalación del encofrado se deberá tener en cuenta actividades previas que facilitaran los procesos de desencofrado y evitar daños a la estructura. Estos elementos antes del vertido de hormigón deben estar alineado y nivelados según lo establecidos, al estar alrededor del acero de refuerzo se deberán colocar los separados para asegurar el recubrimiento necesitado.

### **Medición y pago**

La definición de las áreas que cubren por completo o parcialmente los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m<sup>2</sup>".

## **ENCOFRADO Y DEENCOFRADO COLUMNAS (Rubro 3.8)**

### **Descripción**

Material confeccionado para los elementos de vigas con piezas de madera, para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma definida y conseguir el elemento estructural con la forma y dimensiones de las columnas especificadas en los planos y detalles del proyecto.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** tableros de madera, puntales de madera, clavos, tiras, pingos de madera.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

El material de madera utilizado para forma los encofrados en la construcción deberán pasar una evaluación hecha por el encargado de obra, asegurando que el material sea el indicado, cumpliendo la dureza y sin tener dobladuras. Previo a la instalación del encofrado se deberá tener en cuenta actividades previas que facilitaran los procesos de desencofrado y evitar daños a la estructura. Estos elementos antes del vertido de hormigón deben estar alineado y nivelados según lo establecidos, al estar alrededor del acero de refuerzo se deberán colocar los separados para asegurar el recubrimiento necesitado. Como último proceso se deberá verificar la verticalidad del encofrado.

### **Medición y pago**

La definición de las áreas que cubren por completo o parcialmente los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m<sup>2</sup>".

"m<sup>3</sup>".

## **ENCOFRADO Y DEENCOFRADO LOSAS (Rubro 3.9)**

### **Descripción**

Material confeccionado para las áreas de losa con piezas de madera, para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma definida y conseguir el elemento estructural con la forma y dimensiones de las vigas especificadas en los planos y detalles del proyecto.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** tableros de madera, puntales de madera, clavos, tiras, pingos de madera.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

El material de madera utilizado para formar los encofrados en la construcción deberán pasar una evaluación hecha por el encargado de obra, asegurando que el material sea el indicado, cumpliendo la dureza y sin tener dobladuras. Previo a la instalación del encofrado se deberá tener en cuenta actividades previas que facilitaran los procesos de desencofrado y evitar daños a la estructura. Estos elementos antes del vertido de hormigón deben estar alineado y nivelados según lo establecidos, al estar alrededor del acero de refuerzo se deberán colocar los separados para asegurar el recubrimiento necesitado. Como último se deberá verificar si el apuntalamiento definido soportara el peso del vertido de hormigón.

### **Medición y pago**

La definición de las áreas que cubren por completo o parcialmente los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cúbico "m<sup>3</sup>".

## **ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE ESCALERA (Rubro 3.10)**

### **Descripción**

Material confeccionado para los elementos de la escalera con piezas de madera, para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma definida y conseguir el elemento estructural con la forma y dimensiones de las vigas especificadas en los planos y detalles del proyecto.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** tableros de madera, puntales de madera, clavos, tiras, pingos de madera.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

El material de madera utilizado para forma los encofrados en la construcción deberán pasar una evaluación hecha por el encargado de obra, asegurando que el material sea el indicado, cumpliendo la dureza y sin tener dobladuras. Previo a la instalación del encofrado se definirán líneas de referencia para todos los escalones y descansos en la escalera, también se deberá tener en cuenta actividades previas que facilitaran los procesos de desencofrado y evitar daños a la estructura. Estos elementos antes del vertido de hormigón deben estar alineado y nivelados según lo establecidos, al estar alrededor del acero de refuerzo se deberán colocar los separados para asegurar el recubrimiento necesitado.

### **Medición y pago**

La definición de las áreas que cubren por completo o parcialmente los elementos estructurales se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cubico "m<sup>2</sup>".



## **CONTRAPISO HORMIGON SIMPLE FC=180KG/CM2 E=8CM (Rubro 4.1)**

### **Descripción**

Base para pisos interiores y exteriores, este elemento no tiene la necesidad de un encofrado. El propósito es crear un contrapiso del grosor definido en los planos, con cualidades de resistencia que contendrán en la superficie un acabado de piso deseado. La superficie para el contrapiso deberá estar limpia, nivelada y compactada. Si el área es grande se podría usar juntas para evitar agrietamientos.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, equipo de topografía

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

Capa de hormigón ubicada sobre un suelo limpio, nivelado y compactado, que puede o no tener una malla electrosoldada.

### **Medición y pago**

La definición de las áreas del contrapiso se tomó por medio del modelo estructural generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cúbico "m<sup>3</sup>".

## **ENLUCIDO EN EXTERIORES (FACHADA) PREVIO CHAMPEADO ESPESOR 1,5 CM (Rubro 4.2)**

### **Descripción**

Capa de mortero cemento – arena a una mampostería ubicada de manera vertical en el contorno de la infraestructura, se tendrá una superficie de acabado regular, uniforme, limpio y de buen aspecto dando la posibilidad de realizar varios terminados más a detalle posteriormente.

**Unidad:** metro cuadrado (m2).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, agua.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, andamio.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

Se deberá asegurar el uso del agregado fino correcto, cumpliendo la calidad, granulometría y cantidades suficientes requeridas. La verticalidad deberá ser verificada y si existen deformaciones o fallas en la mampostería será corregida por el enlucido.

### **Medición y pago**

La definición para las áreas de enlucido se tomó por medio del modelo arquitectónico generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cuadrado “m2”.

## **ENLUCIDO EN INTERIORES (PREVIO CHAMPEADO) ESPESOR 1.5 CM (Rubro 4.3)**

### **Descripción**

Capa de mortero cemento – arena a una mampostería ubicada de manera vertical en la infraestructura, se tendrá una superficie de acabado regular, uniforme, limpio y de buen aspecto dando la posibilidad de realizar varios terminados más a detalle posteriormente.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, agua.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, andamio.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

Se deberá asegurar el uso del agregado fino correcto, cumpliendo la calidad, granulometría y cantidades suficientes requeridas. La verticalidad deberá ser verificada y si existen deformaciones o fallas en la mampostería será corregida por el enlucido.

### **Medición y pago**

La definición para las áreas de enlucido se tomó por medio del modelo arquitectónico generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cuadrado “m<sup>2</sup>”.

## **ENLUCIDO DE PISO DE LOSA (Rubro 4.4)**

### **Descripción**

Capa de mortero cemento – arena a una superficie amplia en la infraestructura, se tendrá una superficie de acabado regular, uniforme, limpio y de buen aspecto dando la posibilidad de realizar un terminado o usar algún material como cerámica para el suelo.

**Unidad:** metro cuadrado (m2).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, agua.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, andamio.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

Se deberá asegurar el uso del agregado fino correcto, cumpliendo la calidad, granulometría y cantidades suficientes requeridas. La verticalidad deberá ser verificada y si existen deformaciones o fallas en el área de enlucido, si esto sucede se aumentará o reducirá la capa de enlucido generando una superficie nivelada sin irregularidades.

### **Medición y pago**

La definición para las áreas de enlucido se tomó por medio del modelo arquitectónico generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cuadrado “m2”.

### **ENLUCIDO DE FONDO DE ESCALERA (Rubro 4.5)**

Capa de mortero cemento – arena a una superficie amplia en la infraestructura, se tendrá una superficie de acabado regular, uniforme, limpio y de buen aspecto asegurando que las dimensiones de huella y contrahuella sea iguales y que permita la aplicación de un recubrimiento de piso.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** cemento tipo portland, árido fino, agua.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, andamio.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

#### **Especificaciones**

Se deberá asegurar el uso del agregado fino correcto, cumpliendo la calidad, granulometría y cantidades suficientes requeridas. La verticalidad deberá ser verificada y si existen deformaciones o fallas mínimas en las dimensiones de los escalones se podrán agregar por medio del enlucido. El hormigón que tendrá encima el enlucido deberá encontrarse saturado de agua para evitar cambios en las proporciones de los dos materiales.

#### **Medición y pago**

La definición para las áreas de enlucido se tomó por medio del modelo arquitectónico generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cuadrado “m<sup>2</sup>”.

## **BLOQUE ALIVIANADO LOSA 40X20X15 CM (PROVISION/TIMBRADO) (Rubro 4.6)**

### **Descripción**

La colocación de bloque alivianado en losa será teniendo en cuenta la distribución de vigas y nervadura del diseño estructural.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** bloque liviano.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón.

### **Especificaciones**

La calidad de los bloques deberá ser verificada por el personal encargado de recibir material en la obra, aceptándolo siempre y cuando cumpla las dimensiones, cualidades de calidad. Las dimensiones de los bloques elegidos serán según la necesidad del diseño, estos antes de su colocación deberán ser saturados de agua evitando algún cambio en la composición del hormigón que estará junto al elemento alivianado.

### **Medición y pago**

La definición para las áreas de enlucido se tomó por medio del modelo arquitectónico generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cuadrado "m<sup>2</sup>".

## **MAMPOSTERIA DE BLOQUE LIVIANO E=20 CM (Rubro 4.7)**

### **Descripción**

La colocación de bloque alivianado para las paredes será teniendo en cuenta la distribución de espacios definidas en los planos arquitectónicos.

**Unidad:** kilogramo (kg).

**Materiales mínimos:** Cemento, agregado fino, agua, bloque liviano.

**Equipo mínimo:** andamio.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, albañil, maestro de obra.

### **Especificaciones**

La calidad de los bloques deberá ser verificada por el personal encargado de recibir material en la obra, aceptándolo siempre y cuando cumpla las dimensiones, cualidades de calidad. Las dimensiones de los bloques elegidos serán según la necesidad de la distribución de espacios, estos antes de su colocación deberán ser saturados de agua evitando algún cambio en la composición del hormigón que estará entre la mampostería.

### **Medición y pago**

La definición para las áreas de enlucido se tomó por medio del modelo arquitectónico generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro cuadrado "m<sup>2</sup>".

## **LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA (Rubro 4.8)**

### **Descripción**

Actividad necesaria al finalizar una obra civil, consiste en la limpieza del área donde fue levantada la construcción, zonas internas y zonas del perímetro. Se retira cualquier tipo de desecho generado por alguna actividad constructiva o actividad realizada por el personal.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** ninguno.

**Equipo mínimo:** herramienta de limpieza.

**Mano de obra mínima calificada:** peón.

### **Medición y pago**

La medición será de acuerdo con el área definida dentro al área de construcción. El pago será realizado por metro cuadrado "m<sup>2</sup>".



## **TUBERIA AGUA POTABLE FRIA (Rubro 5.1, 5.2 y 5.3)**

### **Descripción**

Equipo para una red de tuberías de agua potable en los diámetros establecidos en el diseño de instalaciones, este sistema de agua potable permitirá a todos los equipos sanitarios tener la presión requerida para su correcto funcionamiento. El proceso de instalación será realizado antes de la fundición de los elementos estructurales.

**Unidad:** metro lineal (m).

**Materiales mínimos:** tubería PVC, tee, unión, permatrix, cinta teflón.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, plomero, maestro de obra.

### **Especificaciones**

La preparación del material con las longitudes necesaria se hará usando la tarraja para tubería PVC asegurando la unión después del dimensionamiento. El roscado se realizará en una sola operación continua siendo asegurado por el permatrix y la cinta teflón. Los accesorios utilizados serán elegidos en el diseño de las instalaciones y se deberá cuidar la unión de cada tramo de tubería y el interior de esta.

### **Medición y pago**

La definición de las medidas de tuberías fue tomada del modelo de instalaciones generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro lineal "m".

## **TUBERIA AGUA SERVIDA PVC 4" (Rubro 5.4)**

### **Descripción**

Equipo para una red de tuberías de desagüe en los diámetros establecidos en el diseño de instalaciones, por medio de este se asegurará una descarga rápida y eficiente.

**Unidad:** metro lineal (m).

**Materiales mínimos:** tubo PVC desagüe.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, plomero, maestro de obra.

### **Especificaciones**

Los accesorios utilizados serán elegidos en el diseño de las instalaciones y se deberá cuidar la unión de cada tramo de tubería y el interior de esta. En su instalación se deberá fijar la red de tubería evitando los movimientos que puedan generar otras actividades constructivas.

### **Medición y pago**

La definición de las medidas de tuberías fue tomada del modelo de instalaciones generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro lineal "m".

## **CODO PVC 110MM DESAGUE 45° (Rubro 5.5)**

### **Descripción**

Accesorios necesarios para la direccionar la descarga de desagüe de los equipos sanitarios definido, permitiendo una descarga rápida y eficientes.

**Unidad:** unidad (u).

**Materiales mínimos:** codo 45 PVC 4”.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, plomero, maestro de obra.

### **Medición y pago**

La definición de las unidades de accesorios necesaria fue tomada del modelo de instalaciones generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por unidad “u”.

## **YEE PVC 110MM (Rubro 5.6)**

### **Descripción**

Accesorios necesitados para la direccionar la descarga de desagüe de los equipos sanitarios definido, permitiendo una descarga rápida y eficientes.

**Unidad:** unidad (u).

**Materiales mínimos:** yee PVC 4”.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, plomero, maestro de obra.

### **Medición y pago**

La definición de las unidades de accesorios necesaria fue tomada del modelo de instalaciones generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por unidad “u”.

## **BAJANTE AGUAS LLUVIAS 110MM UNION CODO (Rubro 5.7)**

### **Descripción**

Equipo para una bajante de aguas lluvias en los diámetros establecidos en el diseño de instalaciones, por medio de este se asegurará una descarga rápida y eficiente.

**Unidad:** metro lineal (m).

**Materiales mínimos:** tubo PVC de 100mm, codo PVC de 110mm, unión PVC de 110m.

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** peón, plomero, maestro de obra.

### **Especificaciones**

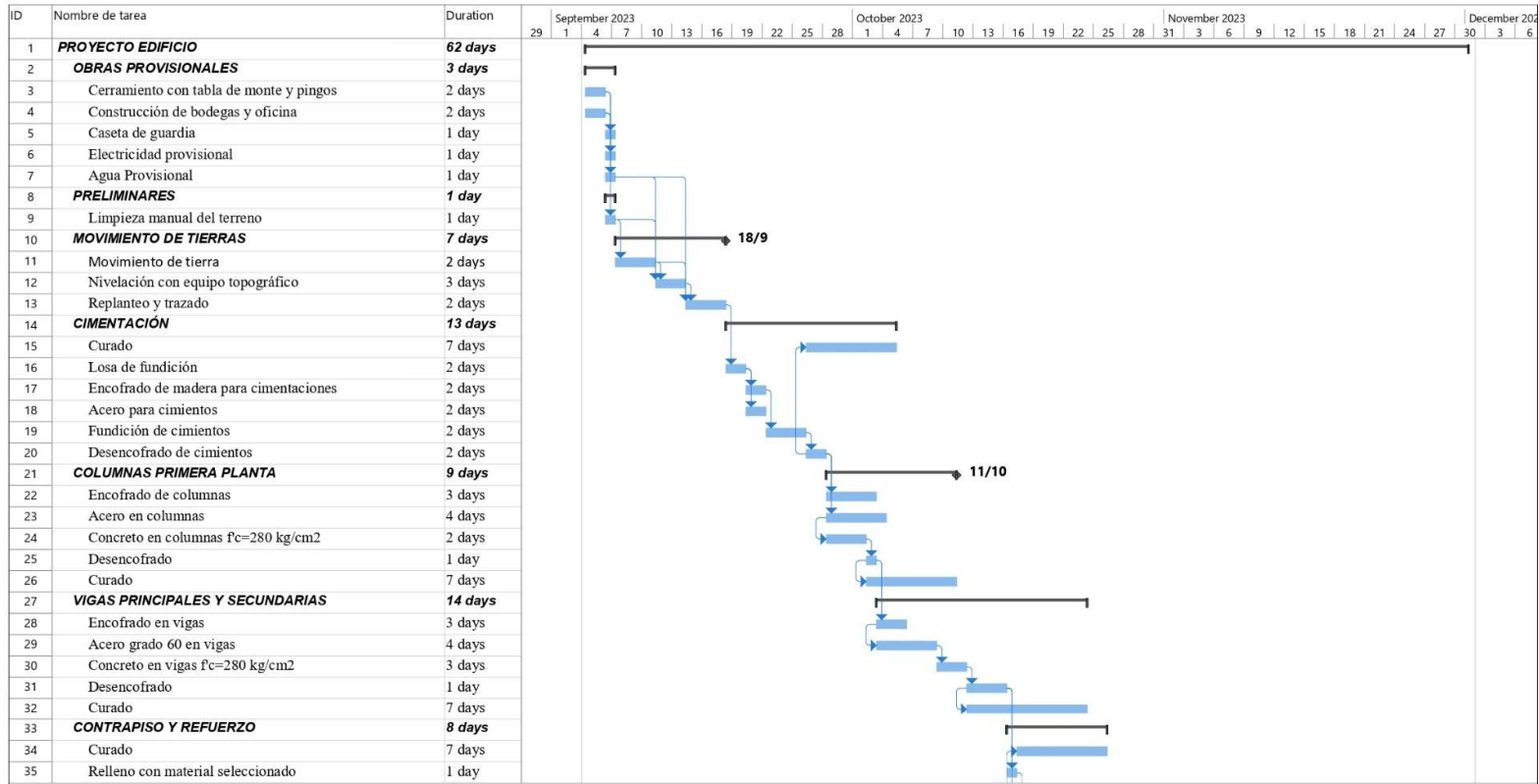
Los accesorios utilizados serán elegidos en el diseño de las instalaciones y se deberá cuidar la unión de cada tramo de tubería y el interior de esta. En su instalación se deberá fijar la red de tubería evitando los movimientos que puedan generar otras actividades constructivas.

### **Medición y pago**

La definición de las medidas de tuberías fue tomada del modelo de instalaciones generado en Revit, los cuales fueron verificados con un cálculo manual. El valor tomado son el volumen final de la estructura. Su pago será por metro lineal "m".

**PRESUPUESTO**

**CRONOGRAMA**

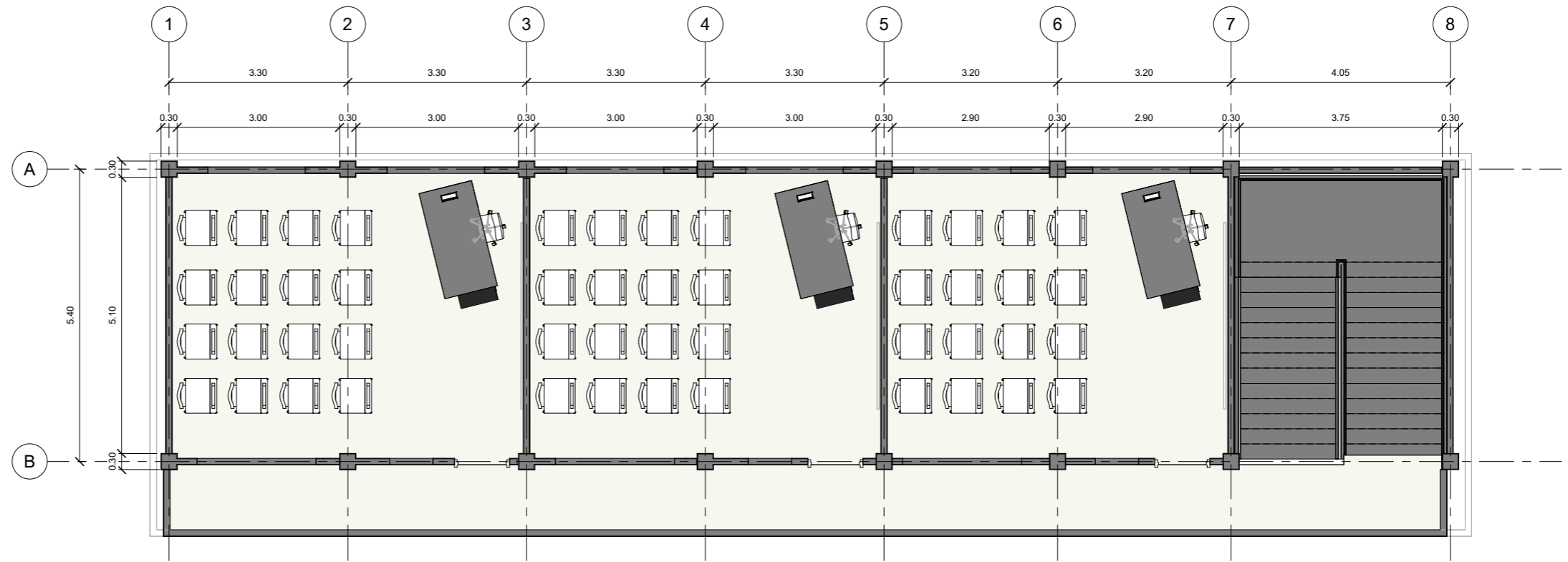


Proyecto: Bloque de Aulas Fecha: 15/8/23	Tarea		Informe de resumen manual		Tarea hito de predecesor controlador de ruta de acc	
	División		Resumen manual		Tarea de resumen de predecesor controlador de ruta	
	Hito		solo el comienzo		Tarea normal de predecesor controlador de ruta de a	
	Resumen		solo fin		Tarea de resumen de sucesor controlado de ruta de a	
	Resumen del proyecto		Tareas externas		Tarea normal de sucesor controlado de ruta de acces	
	Tarea inactiva		Hito externo		Tarea hito de predecesor controlador de ruta de acc	
	Hito inactivo		Fecha limite		Tarea de resumen de predecesor controlador de ruta	
	Resumen inactivo		Tarea hito de predecesor de ruta de acceso		Tarea normal de predecesor controlador de ruta de a	
	Tarea manual		Tarea de resumen de predecesor de ruta de acceso		Progreso	
	solo duración		Tarea normal de predecesor de ruta de acceso		Progreso manual	

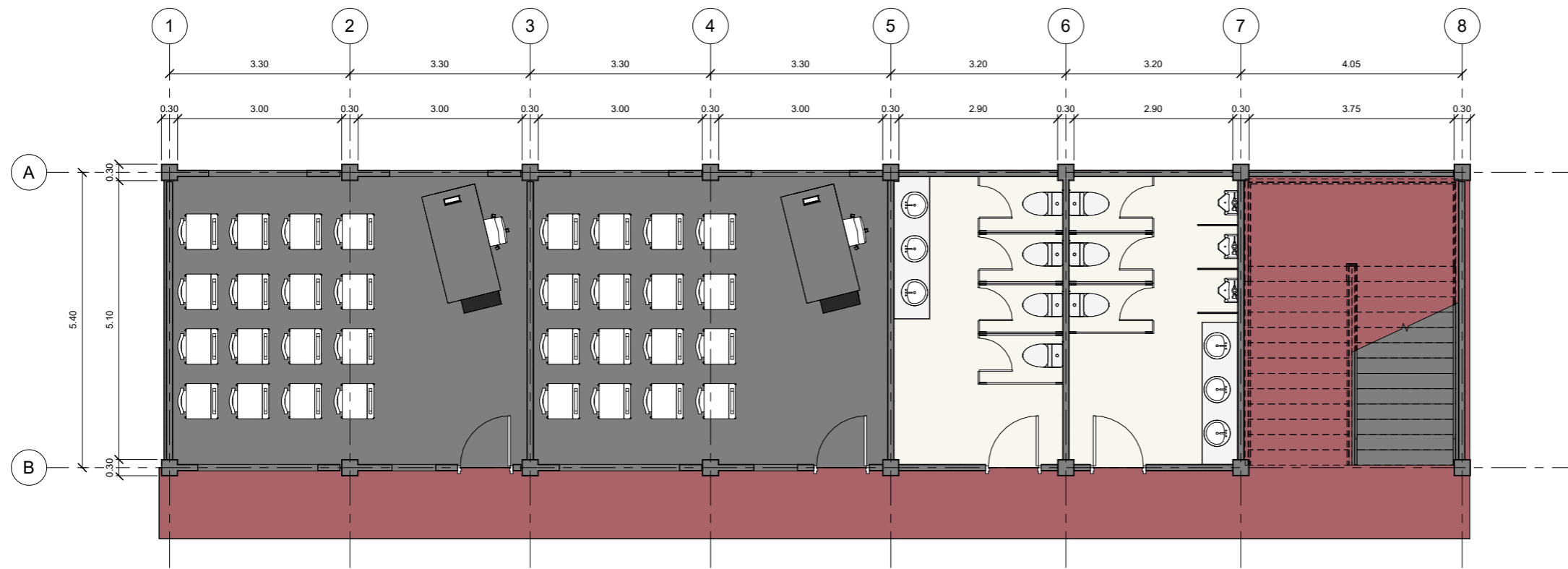




# PLANOS



1 Planta Alta  
1 : 50



2 Planta Baja  
1 : 50

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

Diseño estructural sismorresistente de una edificación de dos plantas empleando metodología BIM para una extensión de la universidad de Bolívar en Echeandía

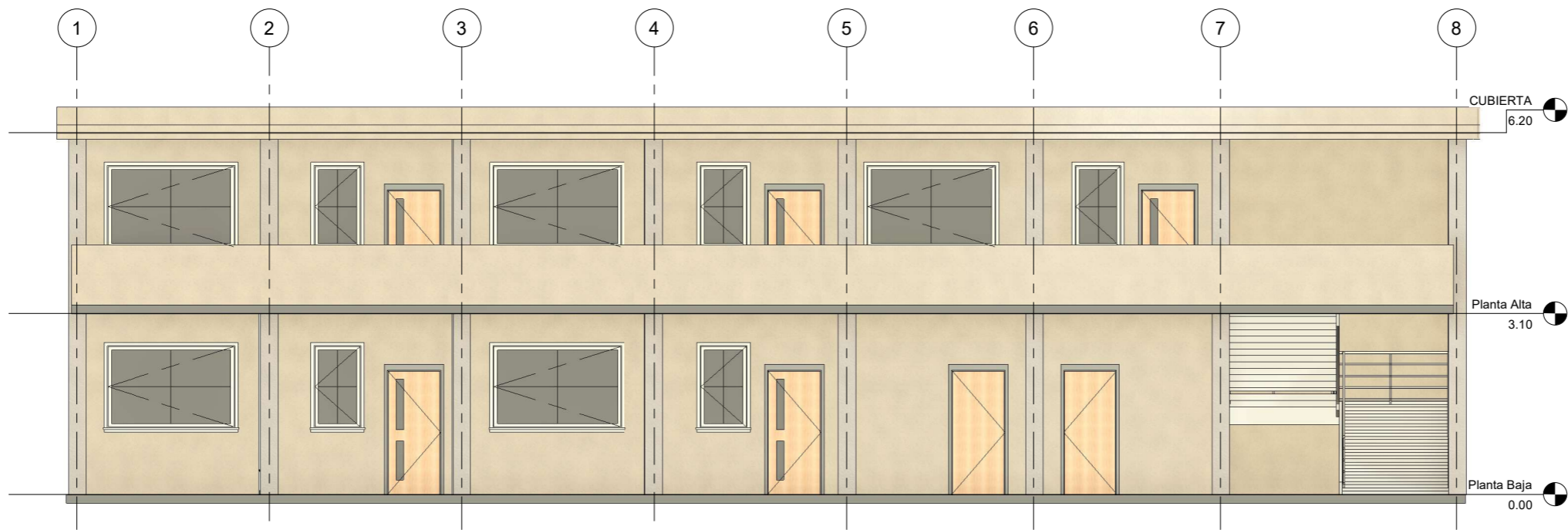
Planta baja y planta alta

Fecha: 08 / 18 / 2023

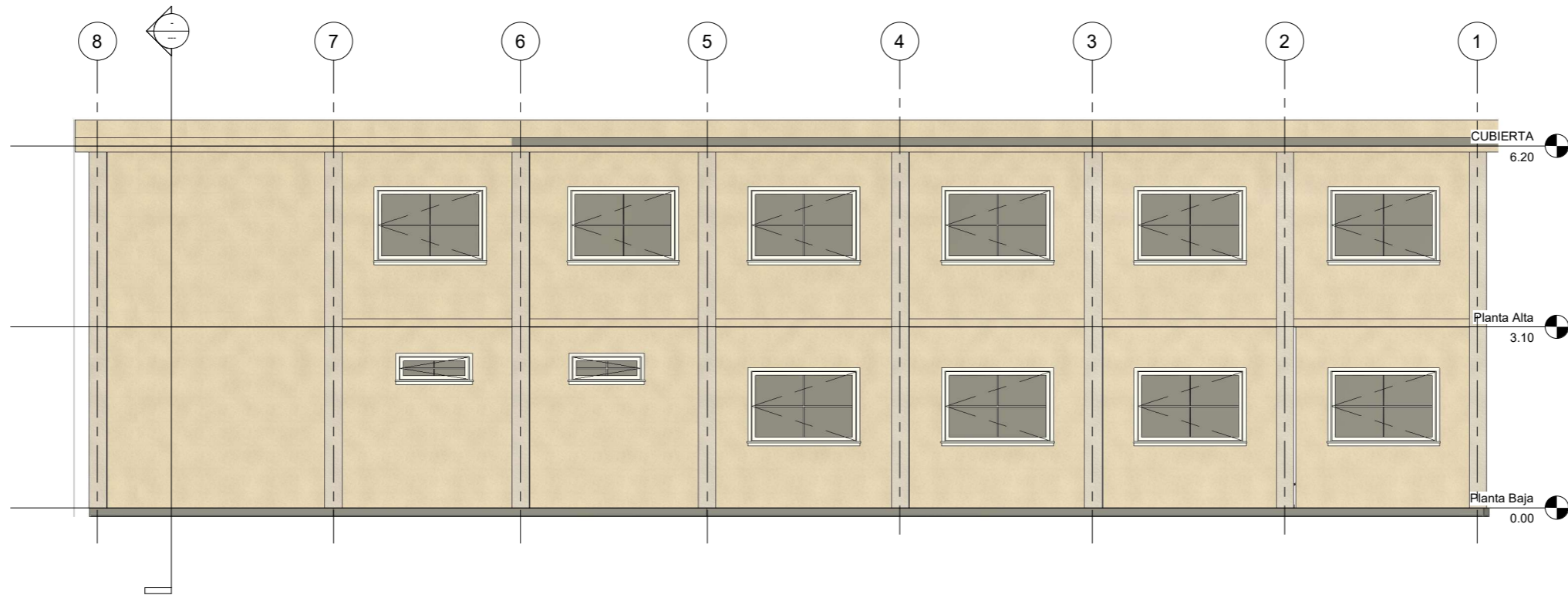
Hecho por:

Ivan San Andres  
Boris Armijos

A1 - P1



1 FRONTAL  
1 : 50



2 POSTERIOR  
1 : 50

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

Diseño estructural sismorresistente de una edificación de dos plantas empleando metodología BIM para una extensión de la universidad de Bolívar en Echeandía

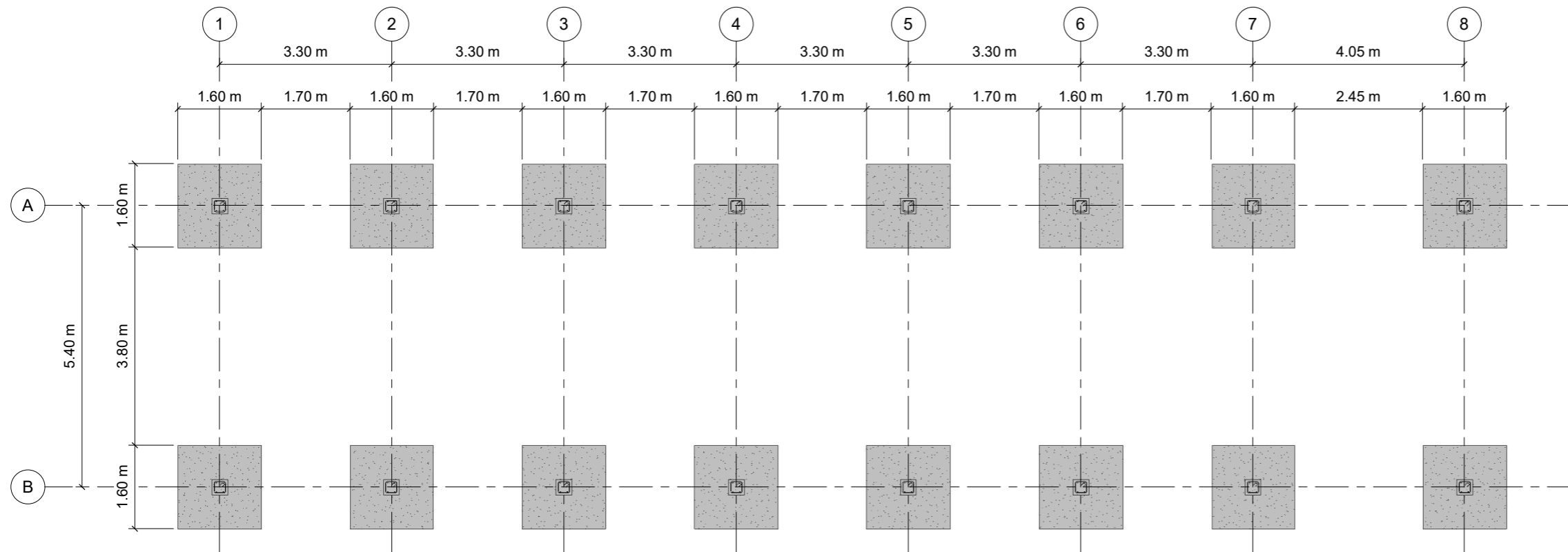
Fachada frontal y posterior

Fecha: 08 / 18 / 2023

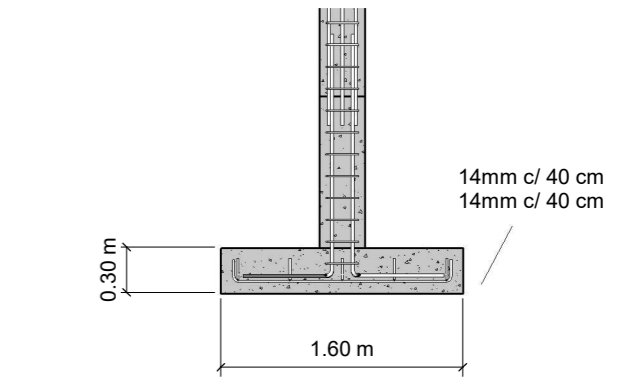
Hecho por:

Ivan San Andres  
Boris Armijos

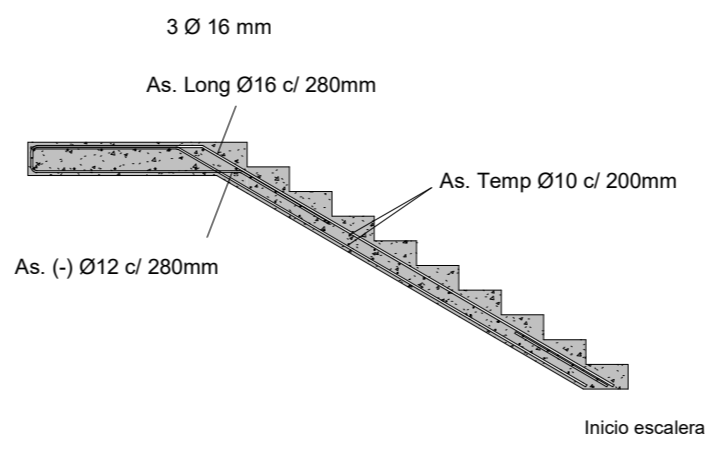
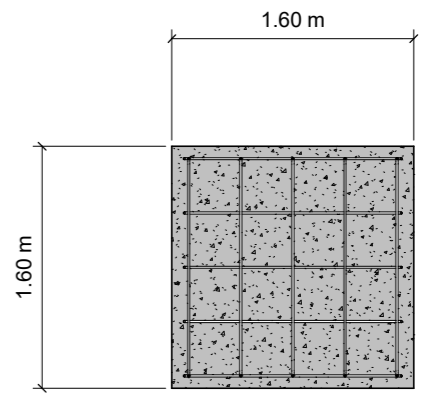
A1 - P2



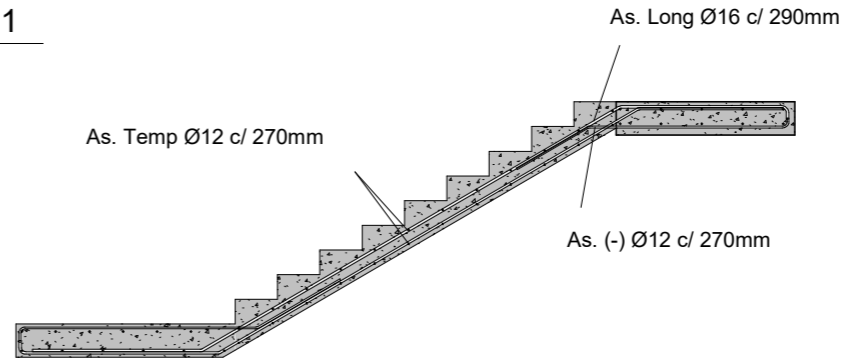
1 Cimentacion  
1 : 50



2 Detalle Lateral Cimentación  
1 : 25

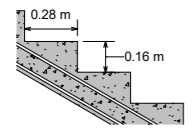


5 Detalle escalera tramo 1  
1 : 25

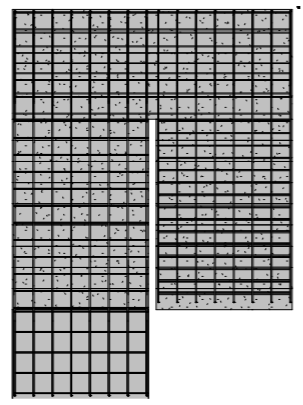


7 Detalle escalera tramo 2  
1 : 25

3 Detalle Cimentación

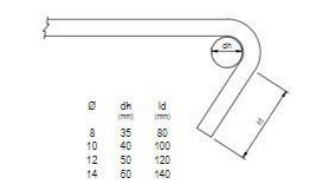
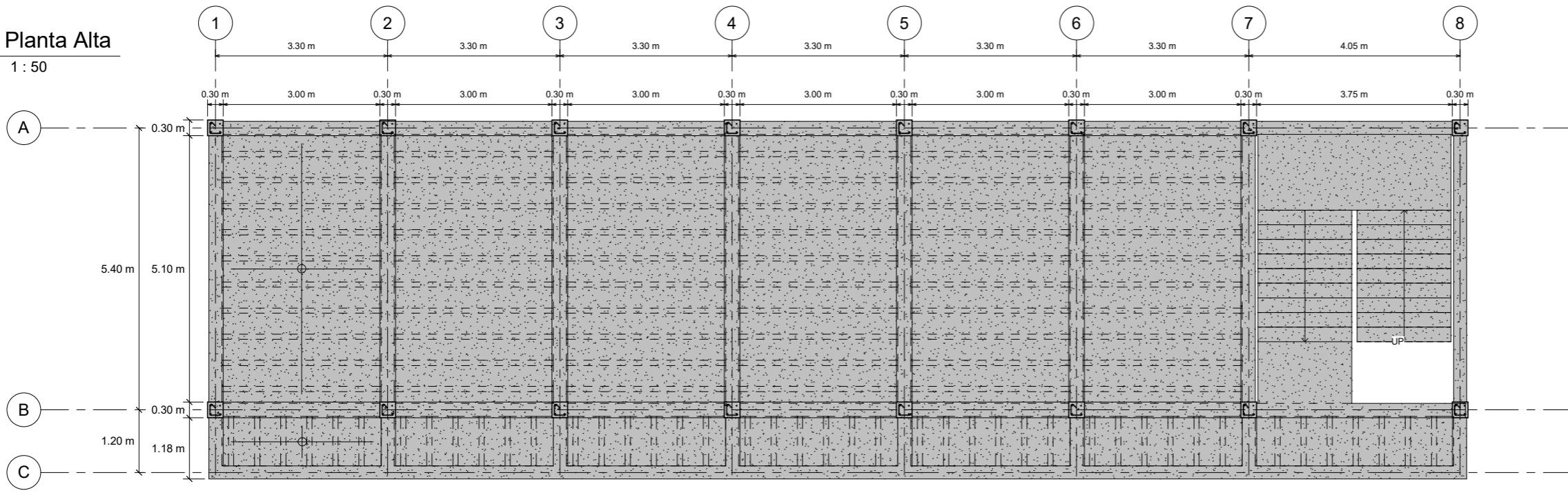


4 Dimension escalones  
1 : 20

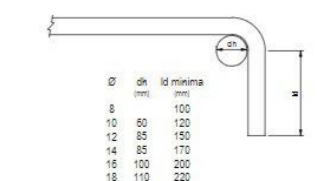


6 Escalera

1 **Planta Alta**  
1 : 50

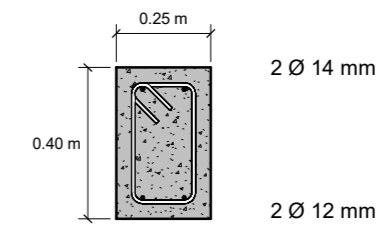
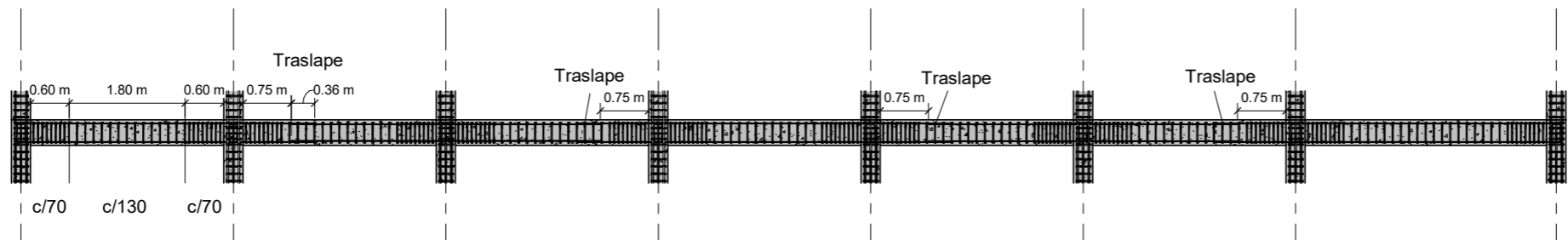


DOBLADOS DE ESTRIBOS



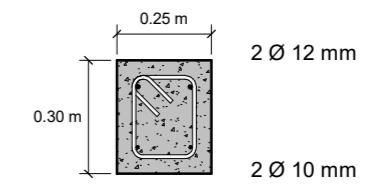
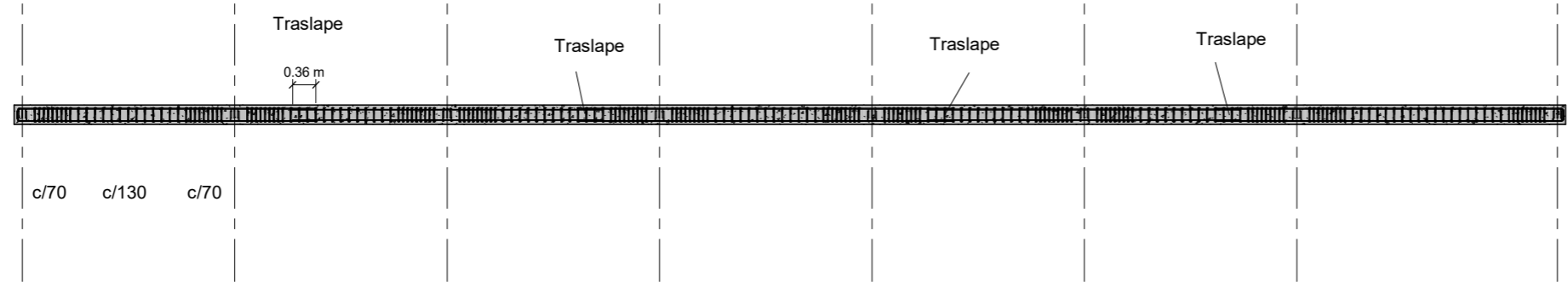
DOBLADO A 90°

2 **PA - Viga Eje A y B**  
1 : 50

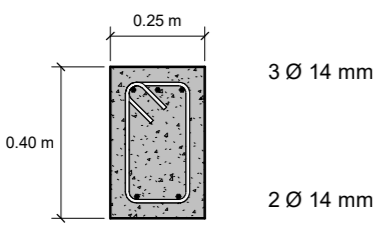


5 **P.A Seccion Viga A y B**  
1 : 10

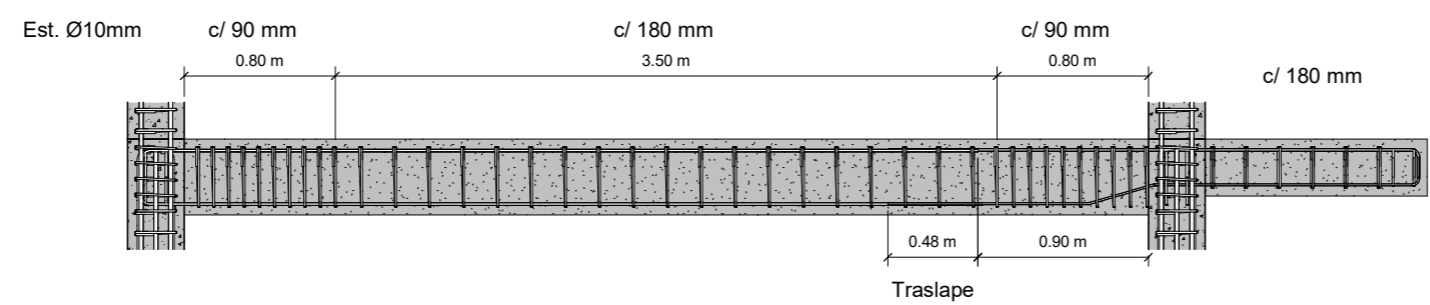
4 **PA - Viga Eje C**  
1 : 50



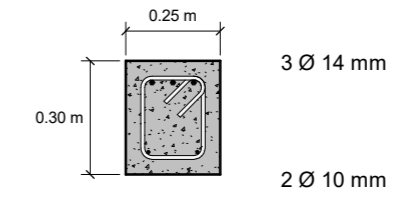
7 **P.A Seccion Viga C**  
1 : 10



6 **Viga 25x40**  
1 : 10



3 **P.A - Vigas de 1 - 8**  
1 : 20



8 **Viga 25x30**  
1 : 10

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

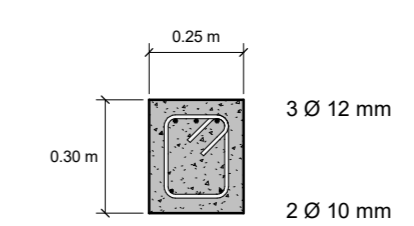
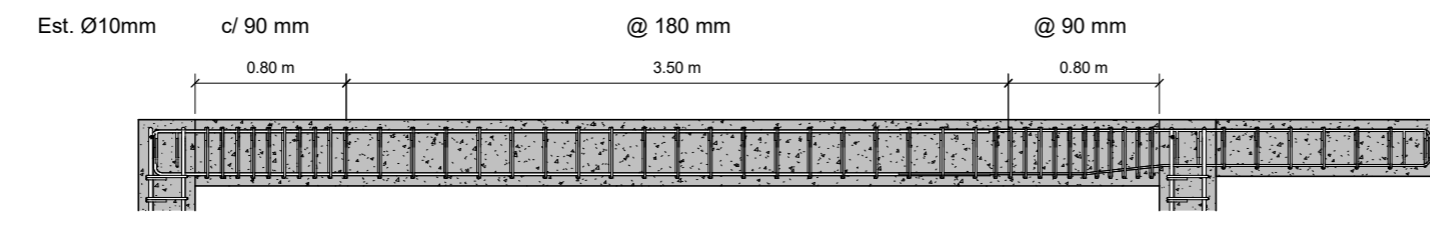
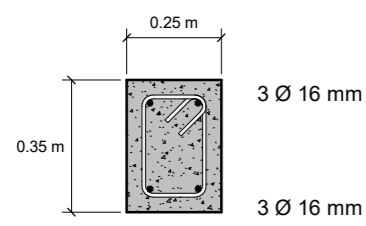
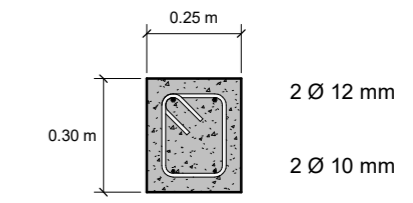
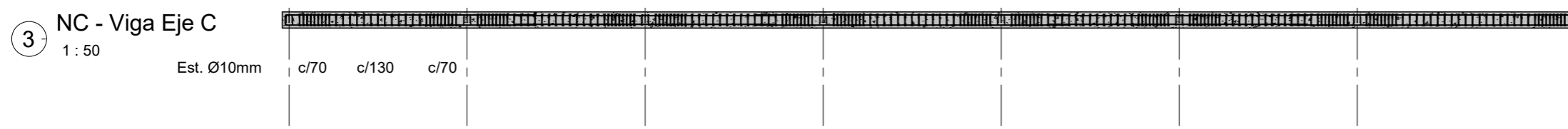
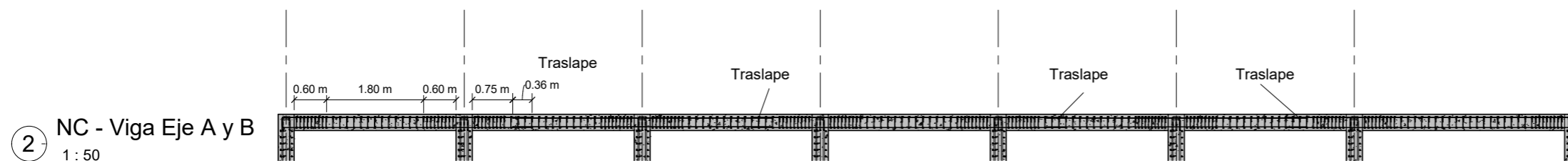
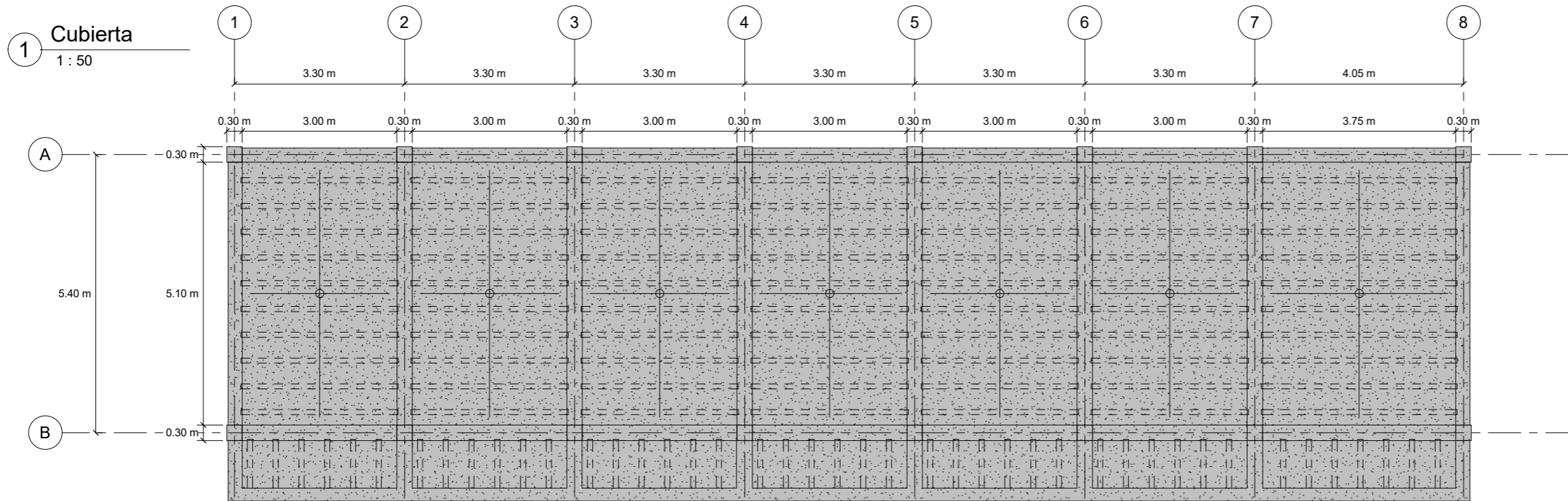
Diseño estructural sismorresistente de una edificación de dos plantas empleando metodología BIM para una extensión de la universidad de Bolívar en Echeandía

Detalle de vigas de planta alta

Fecha: 08 / 18 / 2023

Hecho por:  
**Ivan San Andres Boris Armijos**

**A1 - 02**



**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

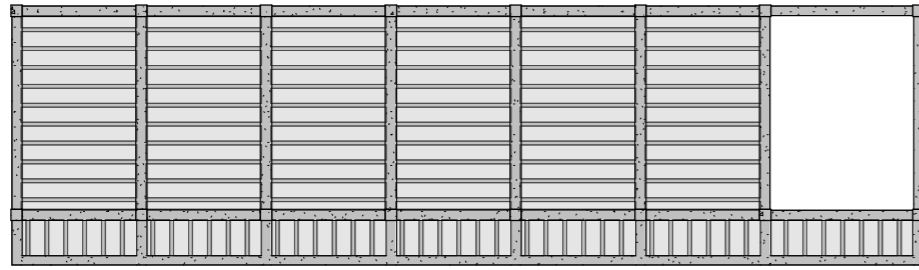
Diseño estructural sismorresistente de una edificación de dos plantas empleando metodología BIM para una extensión de la universidad de Bolívar en Echeandía

Detalle de vigas de nivel cubierta

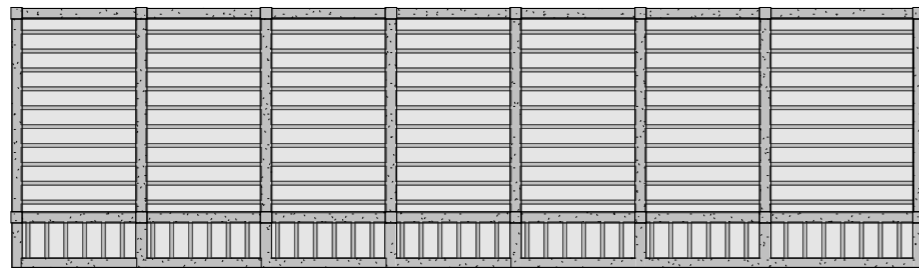
Fecha: 08 / 18 / 2023

Hecho por:  
**Ivan San Andres Boris Armijos**

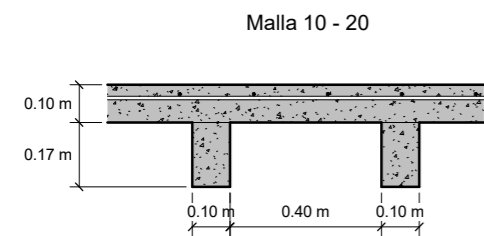
**A1 - 03**



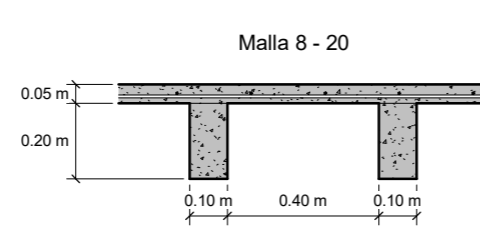
4 Distribución Viguetas P.A



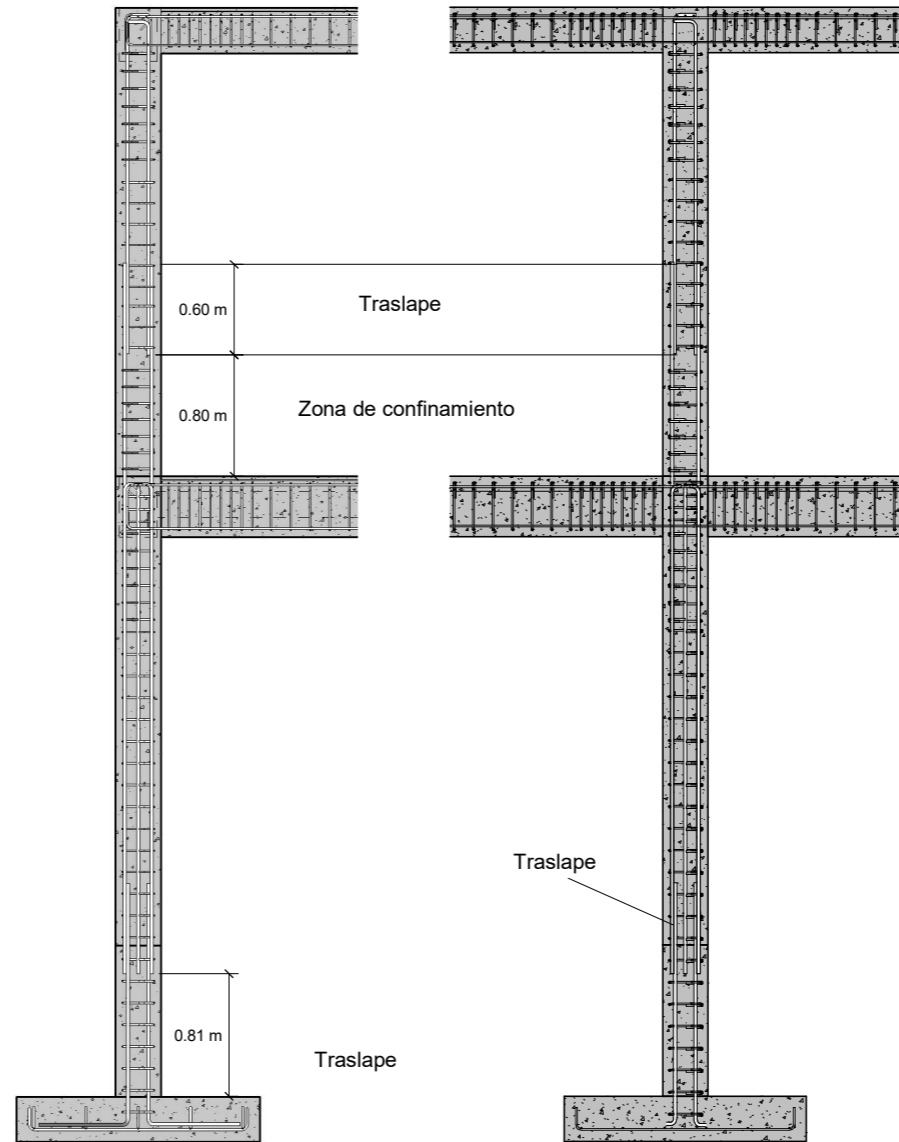
5 Distribución Viguetas P.C



6 Detalle de losa P.A  
1 : 10

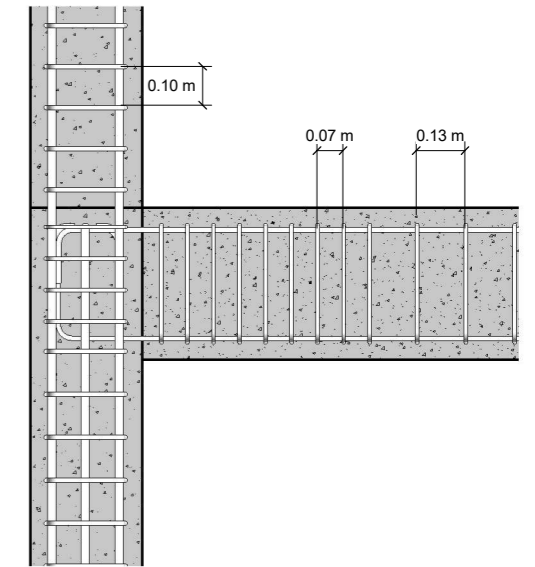


7 Detalle de losa P.C  
1 : 10

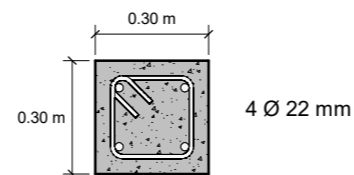


1 Columnas B Externas  
1 : 25

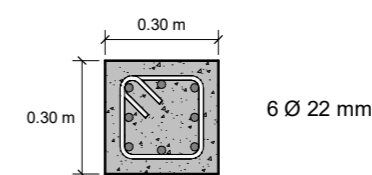
2 Columnas B Internas  
1 : 25



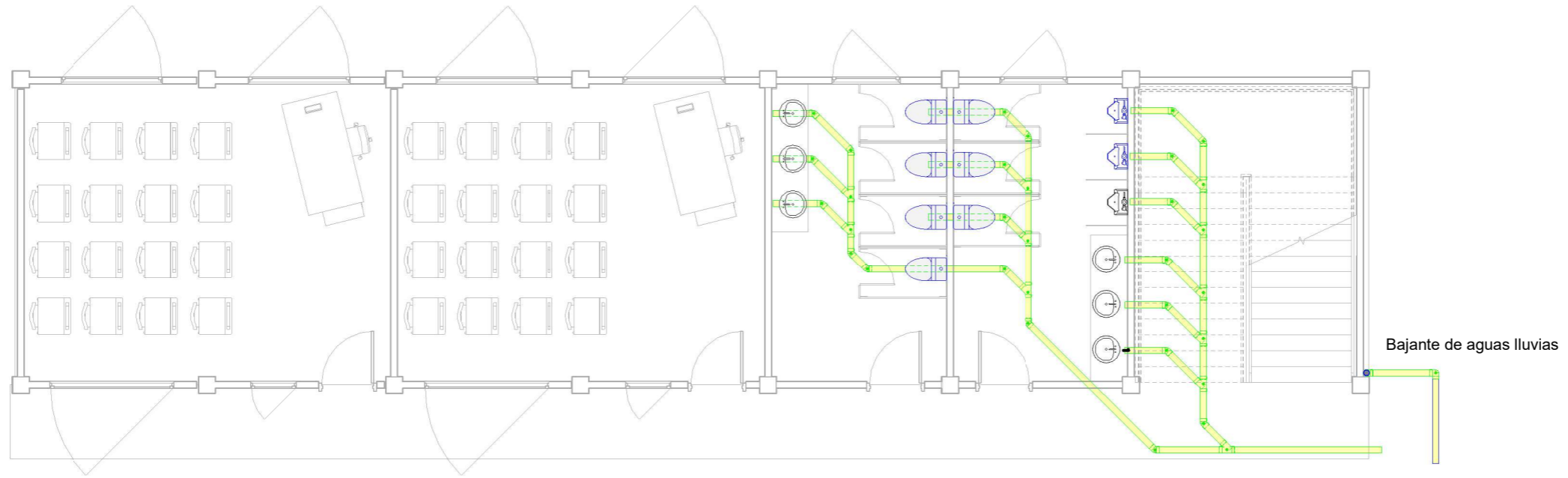
3 Union Viga - Columna  
1 : 10



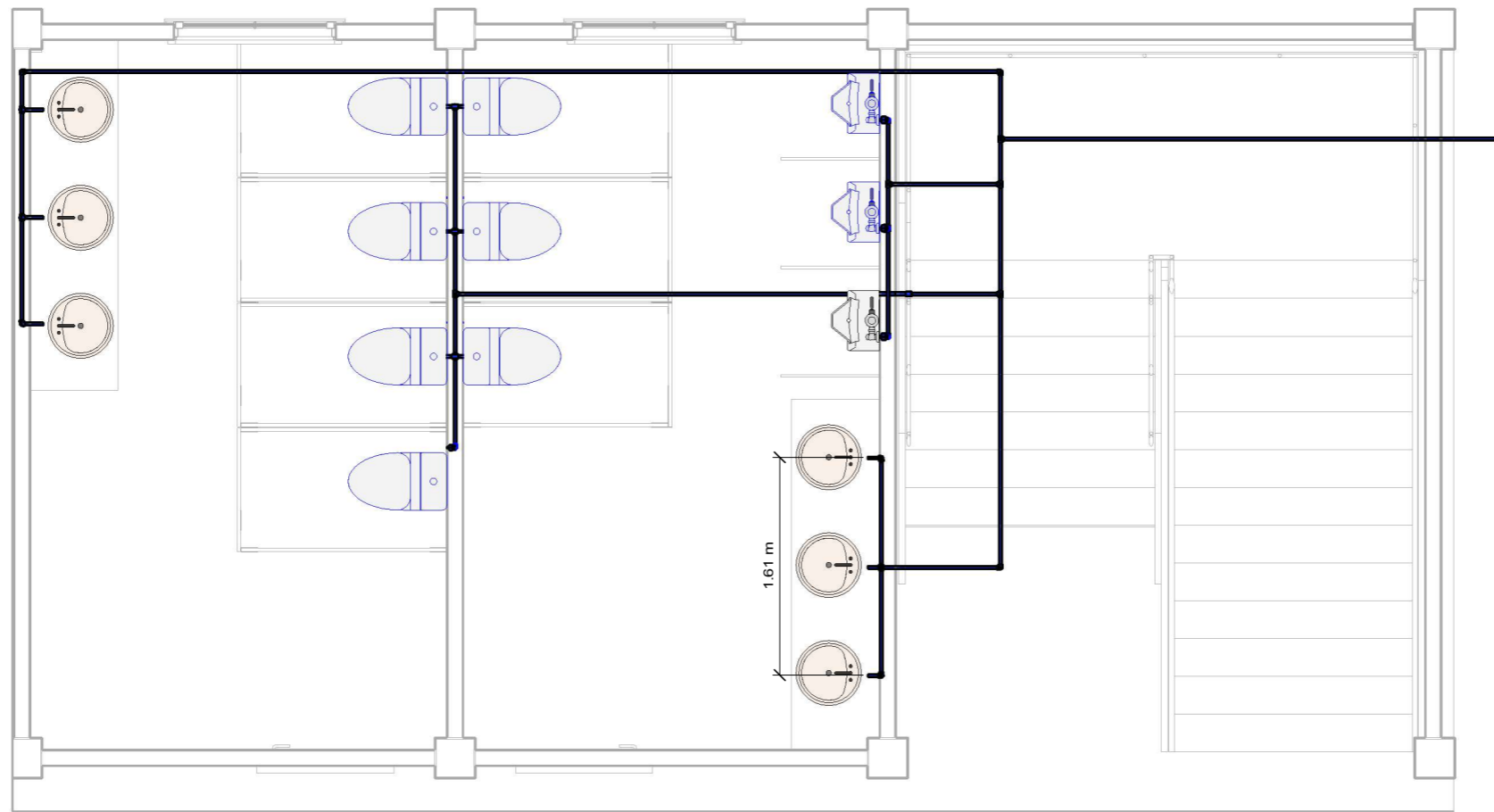
8 Detalle columnas planta alta



9 Detalle columnas planta baja



① Instalaciones de desague y lluvia  
1 : 50



② Instalacion agua potable

**espol** Escuela Superior  
Politécnica del Litoral

Diseño estructural  
sismorresistente de una  
edificación de dos plantas  
empleando metodología  
BIM para una extensión de  
la universidad de  
Bolívar en Echeandía

Instalación de AAPP,  
AASS, AALL.

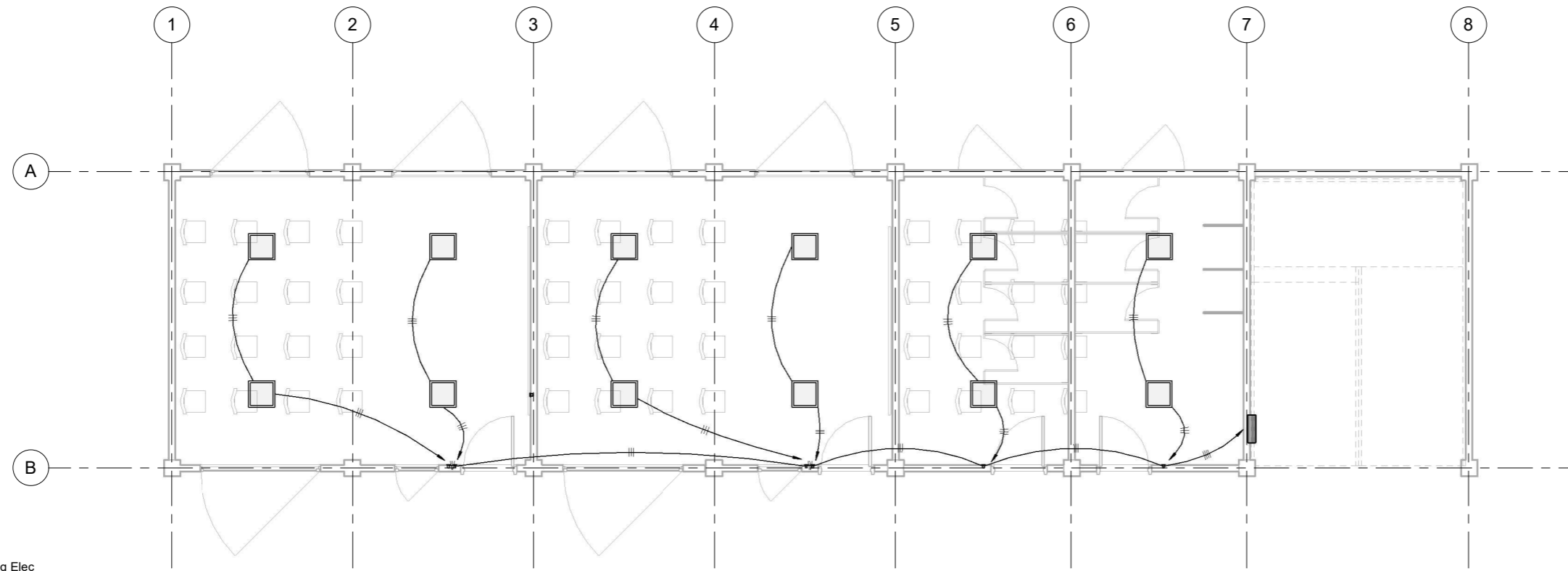
Fecha: 08 / 18 / 2023

Hecho por:

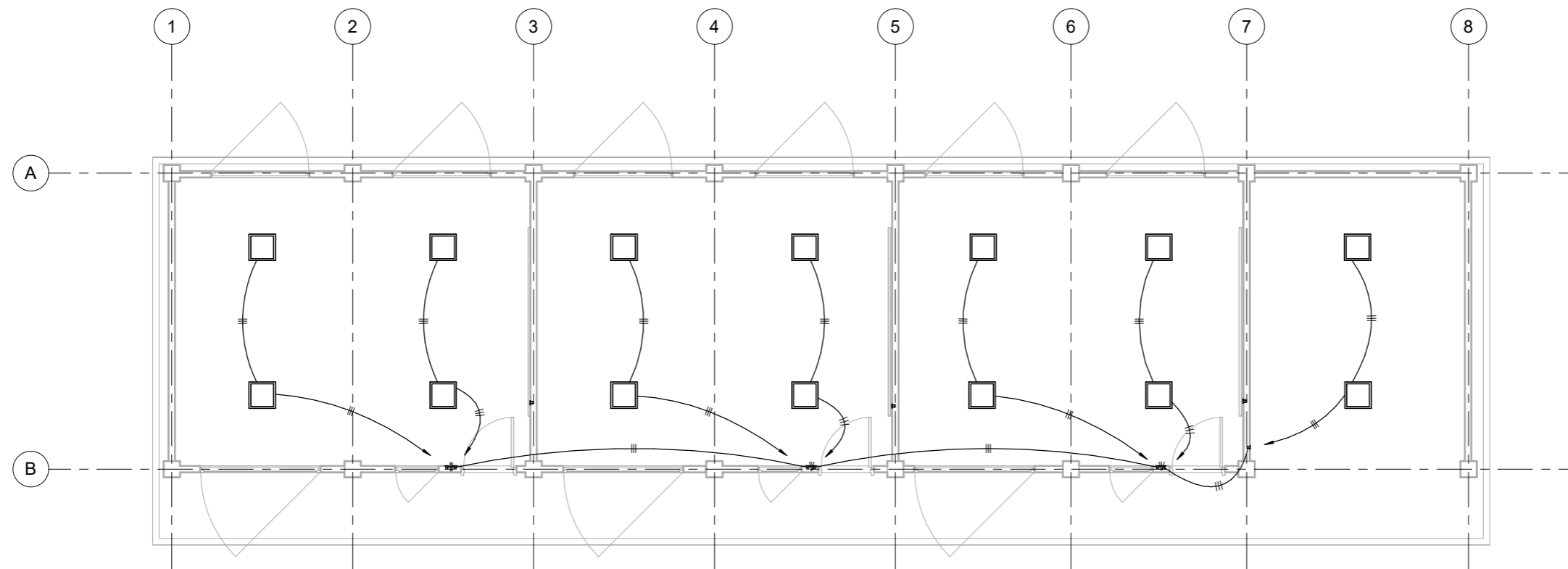
Ivan San Andres  
Boris Armijos

A1 - 05





① 1 - Ceiling Elec  
1 : 50



② 2 - Ceiling Elec  
1 : 50

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

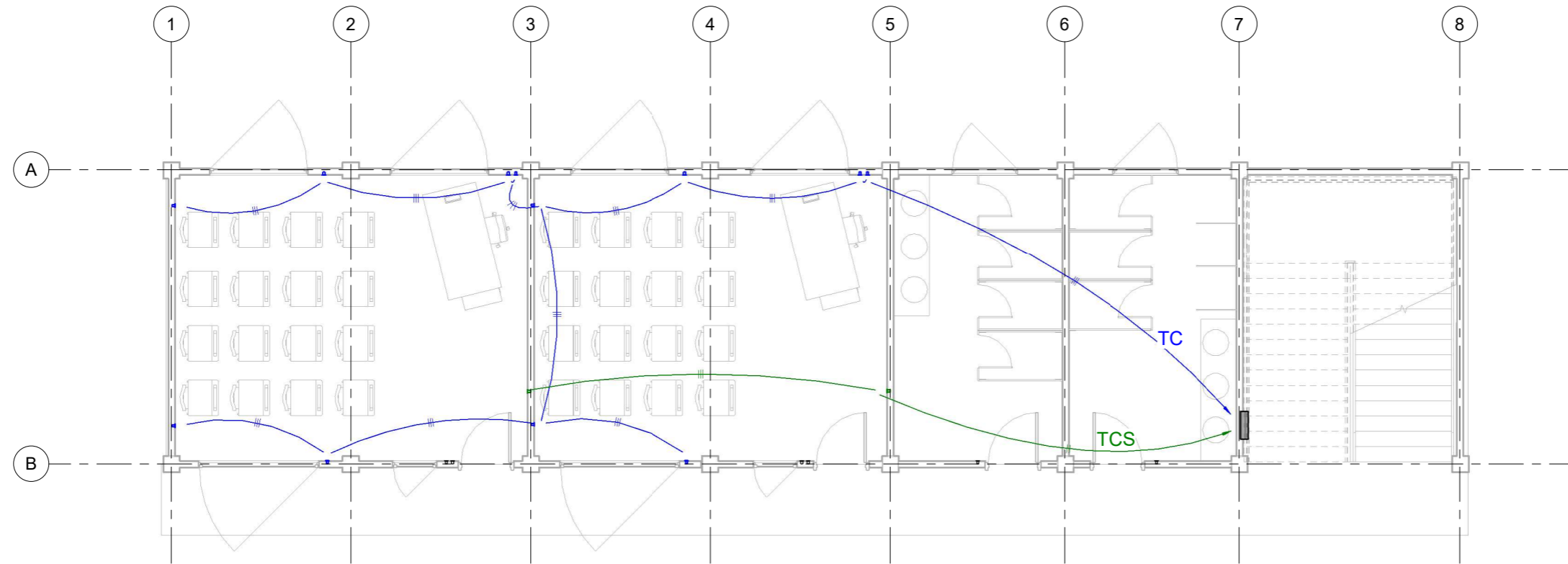
Diseño estructural sismorresistente de una edificación de dos plantas empleando metodología BIM para una extensión de la universidad de Bolívar en Echeandía

Instalación de luminarias

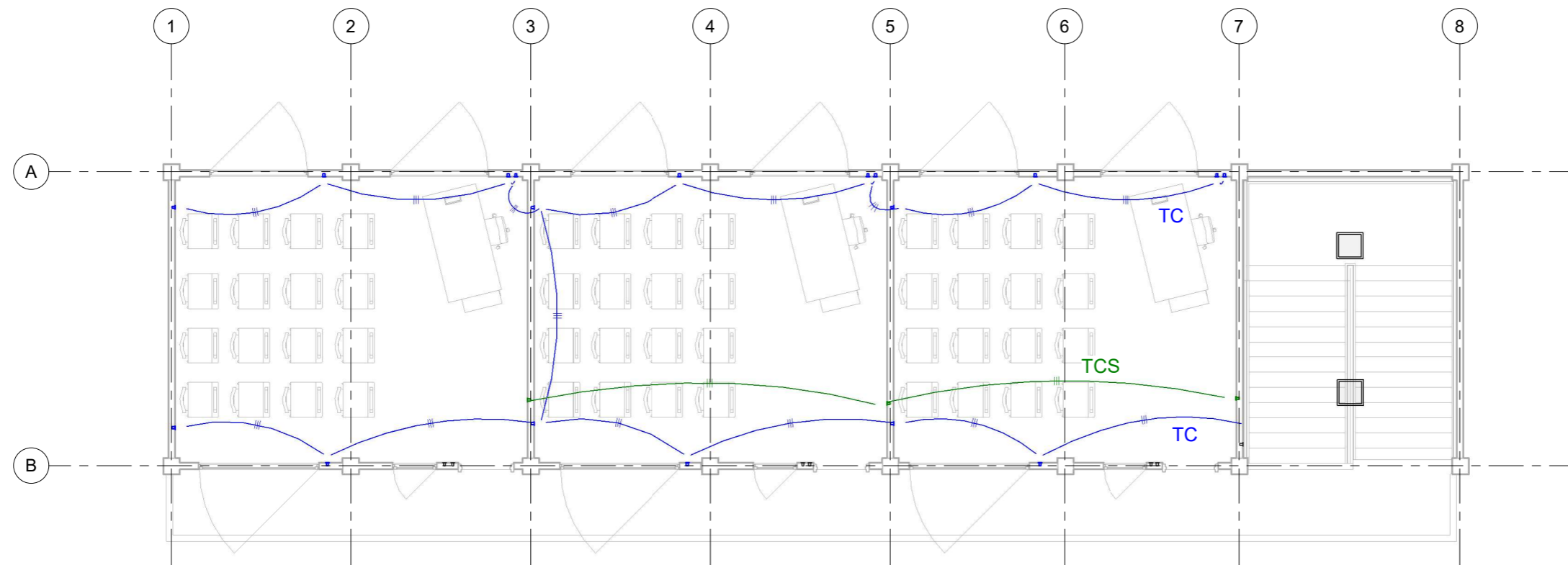
Fecha: 08 / 18 / 2023

Hecho por:  
**Ivan San Andres  
Boris Armijos**

**A1 - 06**



① 1 - Power  
1 : 50



② 2 - Power  
1 : 50

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

Diseño estructural sismorresistente de una edificación de dos plantas empleando metodología BIM para una extensión de la universidad de Bolívar en Echeandía

Instalaciones de tomacorrientes de 110V y 220V

Fecha: 08 / 18 / 2023

Hecho por:

Ivan San Andres  
Boris Armijos

A1 - 07