



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

**Análisis y diseño estructural, instalaciones y costos
de un proyecto de un edificio de cinco plantas,
parroquia El Sagrario.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

AUTOR:

DAYSI GABRIELA BARROS TUAPANTE

DIRECTOR:

ING. DAVID CONTRERAS

CUENCA, ECUADOR 2022

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a Dios y a mis padres: Miguel Barros y Yolanda Tuapante, por el apoyo y la confianza que me brindaron durante estos años de formación académica, que fue indispensable para cumplir esta meta. Papito, espero que puedas verme desde el cielo y estes orgullo de mí, este título te lo dedico con mucho amor. (Daysi Gabriela Barros Tuapante)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres: Miguel Barros y Yolanda Tuapante, por ser el pilar principal de mi vida, por creer en mí, motivarme en cada decisión y aconsejarme en cada paso que doy. A mis tías, quienes siempre han estado apoyándome a cumplir mis metas. A los ingenieros, Patricia Palacios, David Contreras y Carlos Orellana, quienes con su conocimiento me supieron guiar en la elaboración del trabajo de titulación. (Daysi Gabriela Barros Tuapante)

RESUMEN

Análisis y diseño estructural, instalaciones y costos de un proyecto de un edificio de cinco plantas, parroquia El Sagrario.

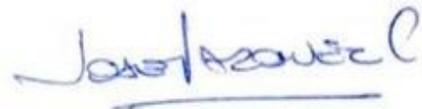
El motivo de este proyecto consiste en analizar y diseñar diferentes elementos estructurales tomando en cuenta las solicitudes requeridas según cada edificación y normativas vigentes en el Ecuador, por otra parte, es necesario el diseño de instalaciones hidrosanitarias y sistema contra incendios, para conocer la presión y el diámetro necesario en la acometida, para abastecer de manera correcta e ininterrumpida a la edificación, así como diseñar diferentes mecanismos de protección contra incendios y sus respectivos sistemas de respaldo. Por otro lado, el proyecto concluye en la elaboración del presupuesto final de la edificación incluyendo el sistema estructural e hidrosanitario con su respectivo cronograma considerando las especificaciones técnicas de cada diseño.

Palabras clave: cronograma, elementos estructurales, instalaciones hidrosanitarias, sistema contra incendios, presupuesto.



David Ricardo Contreras Lojano

Director del Trabajo de Titulación



José Fernando Vázquez Calero

Director de Escuela



Daysi Gabriela Barros Tuapante

Autor

ABSTRACT

Structural analysis and design, pipe installation and costs of a five-story building project, “El Sagrario” parish.

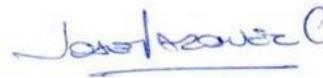
The purpose of this project is to analyze and design different structural elements taking into account required loads according to current building codes in Ecuador. Furthermore, it is necessary to introduce a plumbing and fire protection system design, in order to know the pressure and diameter in the public water pipe, also to supply the building in a correct and uninterrupted manner. In addition, it is important to define different fire protection mechanisms and their respective backup systems. Finally, the project concludes in a detailed budgeted description that includes the structural and plumbing system and its respective schedule considering the technical specifications.

Keywords: schedule, structural elements, plumbing system, firefighting system, budget.



David Ricardo Contreras Lojano

Thesis Director



José Fernando Vázquez Calero

Faculty Coordinator



Daysi Gabriela Barros Tuapante

Author

Translated by

Daysi Barros



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	1
2.1 Objetivo general	1
2.2 Objetivos específicos.....	1
3. Diseño estructural	2
3.1 Utilidad y descripción del proyecto.....	2
3.2 Sistema estructural y ubicación del proyecto.	3
3.3 Objetivos	3
3.4 Nombre del propietario y Clave catastral del predio.....	4
3.5 Análisis estructural	4
3.5.1 Parámetros utilizados para definir las fuerzas sísmicas de diseño:	4
3.5.2 Espectro de diseño.....	6
3.5.3 Cortante basal.....	8
3.5.4 Combinaciones de cargas.....	12
3.5.5 Secciones Agrietadas	13
3.5.6 Modos de vibración.....	14
3.5.7 Participación de masas	15
3.5.8 Comprobación de cortante basal estático y dinámico	16
3.5.9 Derivas Últimas.....	17
3.6 Diseño estructural.....	18
3.6.1 Solicitaciones de vigas, columnas y plintos.....	18

3.6.2	Diseño de vigas	21
3.6.3	Diseño de columnas	29
3.6.4	Comprobación columna fuerte-viga débil.....	37
3.6.5	Diseño de nudos viga-columna	40
3.6.6	Diseño de losas.....	44
3.6.7	Diseño de cimentaciones.....	52
4	Diseño hidrosanitario	71
4.1	Antecedentes	71
4.1.1	Objetivos	71
4.1.2	Clave catastral del predio	71
4.1.3	Nombre del propietario	71
4.1.4	Ubicación y distribución arquitectónica.....	71
4.1.5	Infraestructura de agua potable y alcantarillado	72
4.2	Diseño de sistema de agua potable.....	72
4.2.1	Requisitos establecidos por la NEC-11:.....	72
4.2.2	Abastecimiento.....	73
4.2.3	Estimación de acometida.....	73
4.2.4	Dimensionamiento de redes internas	74
4.2.5	Dimensionamiento de Cisterna	80
4.2.6	Sistemas de respaldo	80
4.2.7	Anexos	82
4.3	Diseño de red de saneamiento	84
4.3.1	Datos de entrada.....	84
4.3.2	Unidades de desagüe por aparato.....	84
4.3.3	Tubos de Saneamiento	85
4.3.4	Dimensionamiento de Ramales y colectores de descarga.....	85
4.3.5	Bajantes	86
4.3.6	Dimensionamiento de caja de sumidero	86
4.3.7	Anexos	86
4.4	Diseño de red Pluvial	88
4.4.1	Caudales de descarga por área	88

4.4.2	Nudos de descarga de aguas pluviales	89
4.4.3	Cálculo de caudal	89
4.4.4	Anexos	90
5	Sistema contra incendios	91
5.1	Diseño de sistema de boca de incendios equipada o gabinetes	91
5.1.1	Requisitos establecidos por la NFPA 14:.....	91
5.1.2	Abastecimiento.....	92
5.1.3	Dimensionamiento de redes internas	92
5.1.4	Anexos	94
5.2	Diseño de sistema de rociadores	96
5.2.1	Requisitos establecidos por la NFPA 13:.....	96
5.2.2	Abastecimiento.....	97
5.2.3	Cálculo de caudal de rociadores.....	97
5.2.4	Dimensionamiento de redes internas	99
5.2.5	Dimensionamiento de cisterna	101
5.2.6	Dimensionamiento de sistemas de respaldo.....	102
5.2.7	Anexos	104
6	EDIFICIO COSTOS	107
6.1	Presupuesto.....	107
6.2	Cronograma de ejecución.....	108
6.3	Fórmula de reajuste de precios y de la cuadrilla tipo	117
6.4	Especificaciones técnicas edificio	118
6.4.1	DESBROCE Y LIMPEZA.....	118
6.4.2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN.....	120
6.4.3	EXCAVACIONES.....	121
6.4.4	SOBREACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES.	123
6.4.5	TRANSPORTE DE MATERIAL.....	124
6.4.6	RELLENO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO. 126	
6.4.7	REPLANTILLO CON HORMIGÓN F´C=140KG/CM2.....	128
6.4.8	ENCOFRADO RECTO DE MADERA	129

6.4.9	ACERO DE REFUERZO (F'Y=4200 KG/CM ²)	131
6.4.10	HORMIGÓN, F'C=240KG/CM ²	133
6.4.11	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE ALIVIANAMIENTO EN LOSAS. 135	
6.4.12	COLOCACIÓN DE COLOCACIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA DE 40X20X9.5CM CON MORTERO PREFABRICADO	136
6.4.13	CUBIERTA TEJA ARTESANAL.....	138
6.4.14	CUBIERTA DE VIDRIO	140
6.4.15	CUMBRERO	141
6.4.16	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PASAMANO DE TUBO METÁLICO RECTANGULAR.....	142
6.4.17	INSTALACIÓN DE INODORO.....	144
6.4.18	INSTALACIÓN DE GRIFERIA.....	145
6.4.19	SUMINISTRO + INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN POLIETILENO DE DIÁMETROS DIFERENTES. (1/2, ¾, 1, 1 ¼)	146
6.4.20	BOMBA DE CALOR	149
6.4.21	SUMINISTRO + INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN PVC DE DIÁMETROS DIFERENTES. (50, 110, 125, y 160mm)	150
6.4.22	POZO DE REVISIÓN 80X80CM, INCLUYE TAPA.	153
6.4.23	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TRAMPILLA DE PISO METÁLICA CROMADA; D= 4"	154
6.4.24	SUMINISTRO + INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE ACERO DE DIÁMETROS DIFERENTES. (1, 1 ½, 2, 2 ½).....	155
6.4.25	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GABINETES.	157
6.4.26	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ROCIADORES COBERTURA ESTANDAR (1/2").....	158
6.4.27	SUMINISTRO E INSTALACION EQUIPO DE BOMBEO.....	160
7	Conclusiones y Recomendaciones.....	161
8	Referencias bibliográficas.....	162
9	Anexos	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 3-1:ubicación	3
Ilustración 3-2:espectro de respuesta	6
Ilustración 3-3: Valor del factor Z	8
Ilustración 3-4:espectro.....	8
Ilustración 3-5:coeficiente relacionado con el período de vibración	11
Ilustración 3-6:fuerzas sísmicas	12
Ilustración 3-7:combinación de cargas	13
Ilustración 3-8:columnas agrietadas.....	13
Ilustración 3-9:vigas agrietadas	14
Ilustración 3-10:espectro de respuesta reducido	16
Ilustración 3-11:cortante dinámico	17
Ilustración 3-12:derivadas para cualquier piso	17
Ilustración 3-13:recubrimiento mínimo	21
Ilustración 3-14:acero	22
Ilustración 3-15:geometría del gancho.....	24
Ilustración 3-16:longitud de desarrollo	25
Ilustración 3-17: espaciamiento de estribos en zonas sísmicas.....	27
Ilustración 3-18:gancho estándar para estribos	28
Ilustración 3-19:factores de modificación para barras	29
Ilustración 3-20: resistencia axial máxima.....	30
Ilustración 3-21:diagrama columna 60x60	31
Ilustración 3-22: diagrama columna 50x60	31
Ilustración 3-23: ganchos.....	32
Ilustración 3-24:longitu de desarrollo.....	33
Ilustración 3-25: separación de refuerzo transversal.....	35
Ilustración 3-26:diámetro mínimo interior de doblado	36
Ilustración 3-27:rectangularidad de la columna.....	39
Ilustración 3-28:sección efectiva dentro del nudo	40
Ilustración 3-29:verificaciones del nudo.....	41
Ilustración 3-30: continuidad de columna.....	42
Ilustración 3-31:losa nervada.....	44
Ilustración 3-32:pañó de losa	46
Ilustración 3-33:dimensiones de gancho.....	58
Ilustración 4-2:Infraestructura de agua potable y alcantarillado.....	72
Ilustración 4-3:intensidad de lluvia.....	89
Ilustración 5-0-1:rociadores	96
Ilustración 5-0-2:curva densidad-área.....	98
Ilustración 5-0-3.....	100
Ilustración 5-4:resultados.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: plantas de la edificación	3
Tabla 3-2: pesos de los materiales	5
Tabla 3-3: peso total de la edificación	5
Tabla 3-4: coeficientes de ampliación del suelo	7
Tabla 3-5: Coeficientes de irregularidad en planta	9
Tabla 3-6: Coeficiente de importancia	9
Tabla 3-7:Factor de reducción de resistencia sísmica.....	9
Tabla 3-8:Coeficientes según el tipo de estructura	9
Tabla 3-9:Cortante Basal	10
Tabla 3-10: Fuerzas laterales en la dirección X y Y	11
Tabla 3-11:Nomenclatura de cargas	12
Tabla 3-12: Cargas empleadas en la edificación.....	12
Tabla 3-13: Modos de vibración	14
Tabla 3-14: Participación de masas	15
Tabla 3-15: Comparación de cortante basal y dinámico	16
Tabla 3-16: Derivas máximas en X y Y.....	18
Tabla 3-17:parámetros iniciales	21
Tabla 3-18:parámetros a flexión	21
Tabla 3-19:cuantía mínima	22
Tabla 3-20:acero requerido	22
Tabla 3-21: verificación de cuantía.....	23
Tabla 3-22: número de varillas requerido	24
Tabla 3-23:gancho y longitud de desarrollo	25
Tabla 3-24:parámetros a cortante.....	25
Tabla 3-25: esfuerzo cortante equivalente	26
Tabla 3-26:número de varillas requerido	28
Tabla 3-27: diámetro de gancho.....	28
Tabla 3-28:parámetros a flexo-compresión	29
Tabla 3-29:resultados de momentos	30
Tabla 3-30:comprobación de cuantía.....	31
Tabla 3-31: separación de varillas longitudinales.....	32
Tabla 3-32: longit de desarrollo	33
Tabla 3-33: parámetros a cortante.....	33
Tabla 3-34:esfuerzo cortante equivalente	34
Tabla 3-35: número de varillas	36
Tabla 3-36:diámetro de gancho.....	36
Tabla 3-37:resistencia probable a flexión	37
Tabla 3-38:resistencia nominal	39
Tabla 3-39:capacidad de columna y viga.....	40
Tabla 3-40:comprobación de área efectiva	40
Tabla 3-41: resultados del nudo	41
Tabla 3-42:cortante nominal	43
Tabla 3-43: resistencia nominal	43
Tabla 3-44:dimensiones tentativas de losa nervada.....	44

Tabla 3-45:altura equivalente.....	44
Tabla 3-46:alfa en paños de losa.....	45
Tabla 3-47:alfa promedio.....	46
Tabla 3-48:cargas de diseño.....	46
Tabla 3-49:momentos últimos	47
Tabla 3-50:acero requerido	49
Tabla 3-51:secciones críticas de la losa	50
Tabla 3-52:esfuerzo cortante.....	51
Tabla 3-53:comprobación de cortante.....	51
Tabla 3-54:parámetros de cimentaciones.....	52
Tabla 3-55:columna mas desfavorable	52
Tabla 3-56:dimensiones	53
Tabla 3-57:reacciones del suelo bajo cargas últimas	54
Tabla 3-58:parámetros	54
Tabla 3-59:cortante tipo viga	55
Tabla 3-60:cortante por punzonamiento	56
Tabla 3-61:refuerzo mínimo	57
Tabla 3-62:acero para ancho analizado.....	57
Tabla 3-63:diámetro gancho	58
Tabla 3-64:requerimientos de zapata esquinera.....	58
Tabla 3-65:cargas de servicio	59
Tabla 3-66:esfuerzo máximo	60
Tabla 3-67:excentricidad	60
Tabla 3-68:requerimientos a cortante	60
Tabla 3-69:cortante tipo viga	61
Tabla 3-70:cortante por punzonamiento	62
Tabla 3-71:acero requerido	63
Tabla 3-72:acero para ancho analizado.....	63
Tabla 3-73:diámetro de gancho.....	63
Tabla 3-74:requerimientos	64
Tabla 3-75:cargas de servicio de columna medianera	64
Tabla 3-76:esfuerzo máximo	65
Tabla 3-77:excentricidad	65
Tabla 3-78:consideraciones iniciales	65
Tabla 3-79:cortante tipo efectiva	66
Tabla 3-80:cortante por punzonamiento	67
Tabla 3-81:acero requerido	68
Tabla 3-82:acero para ancho analizado.....	68
Tabla 3-83:diámetro de gancho.....	68
Tabla 3-84:cuantía	69
Tabla 3-85:separación de varillas	69
Tabla 3-86:verificación de cortante	69
Tabla 3-87:número de varillas	69
Tabla 3-88:verificación de cuantía.....	70
Tabla 3-89:separación	70
Tabla 3-90:verificación de cortante	70

Tabla 3-91:número de varillas	70
Tabla 4-1:plantas de la edificación	71
Tabla 4-2:caudal medio diario	73
Tabla 4-3:acometida.....	73
Tabla 4-4:acometida.....	73
Tabla 4-5:diámetro de tuberías	74
Tabla 4-6:factores	75
Tabla 4-7:total de pérdidas.....	76
Tabla 4-8:caudal instantáneo mínimo	77
Tabla 4-9:caudal en acometida	77
Tabla 4-10:diámetro de medidor.....	77
Tabla 4-11:pérdida de medidor	78
Tabla 4-12:volumen de agua caliente	78
Tabla 4-13:energía requerida	79
Tabla 4-14:potencia calórica.....	79
Tabla 4-15:presión mínima	79
Tabla 4-16:volumen de cisterna.....	80
Tabla 4-17:diseño de bomba.....	81
Tabla 4-18:tiempo de partida	81
Tabla 4-19:diseño de tanque hidroneumático	81
Tabla 4-20:cálculos	82
Tabla 4-21:unidades de descarga	84
Tabla 4-22:diámetros de tuberías	85
Tabla 4-23:diámetro de ramales.....	85
Tabla 4-24:dimensionamiento de sumidero	86
Tabla 4-25:resultados	87
Tabla 4-26:coeficiente de fricción	88
Tabla 4-27:tiempo de concentración.....	88
Tabla 4-28:tiempo de retorno.....	88
Tabla 4-29:áreas.....	89
Tabla 4-30:intensidad de lluvia de cuenca.....	89
Tabla 4-31:caudal.....	90
Tabla 4-32:resultados de pluvial	90
Tabla 5-1:clase de gabinete.....	91
Tabla 5-2:dimensiones de gabinete.....	91
Tabla 5-3:cadual requerido según el diámetro	92
Tabla 5-4:diámetro de tuberías	92
Tabla 5-5:pérdidas de fricción	93
Tabla 5-6:accesorios	94
Tabla 5-0-11: rociador cobertura estándar	97
Tabla 6-1:presupuesto	107
Tabla 6-2:cronograma de ejecución.....	109
Tabla 6-3:fórmula polinómica	117

ÍNDICE DE ANEXOS

anexo 1:plano de cimentaciones	164
anexo 2:plano de losas y vigas planta 1-4.....	165
anexo 3:plano de losa y vigas planta 5.....	166
anexo 4:plano de agua potable	167
anexo 5:plano saneamiento	168
anexo 6:isometría del edificio	169
anexo 7:planos sistema contra incendios	170

1. INTRODUCCIÓN

La motivación de este proyecto es aplicar lo aprendido en áreas de instalaciones (hidrosanitarias y sistema contra incendios), estructuras y en el análisis de costos de la edificación; como presentar un proyecto de ingeniería en un GAD cantonal.

Debido al crecimiento poblacional y la falta de planificación por parte de las autoridades transitorias, la construcción de edificaciones en la ciudad de Cuenca se ha incrementado año tras año de manera desordenada y como consecuencia un carencia de diseños de una edificación tanto estructural, hidrosanitario y el análisis adecuado de presupuestos, debido a esto las empresas públicas se ven obligadas a establecer nuevas disposiciones legales y reglamentarias de manera urgente en la aprobación de planos y permisos para la construcción de viviendas.

La finalidad de este proyecto es realizar un diseño estructural, Hidrosanitario y un adecuado análisis de costos de una edificación, para presentar en GAD para su aprobación.

En el módulo estructural, la metodología consiste en analizar la estructura con el programa ETABS y posteriormente el diseño utilizando las normas vigentes en el país

En el área de instalaciones, en hidrosanitaria y sistema contra incendios, se utiliza el programa CYPECAD.

En Costos, se empleó el programa PROEXCEL para la elaboración de presupuesto, cronograma y fórmula de reajuste de precios.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Realizar un diseño estructural, Hidrosanitario y un adecuado análisis de costos de una edificación, para presentar en GAD para su aprobación.

2.2 Objetivos específicos

- Diseñar los elementos estructurales necesarios en un edificio.

- Diseñar un sistema hidrosanitario y contra incendios con la instalación para red de agua fría, caliente, desagüe y contra incendios.
- Desarrollar el presupuesto de una edificación de cinco plantas, en función del diseño estructural e hidrosanitario.

3. Diseño estructural

3.1 Utilidad y descripción del proyecto

El edificio del señor Klever Cajamarca tiene una altura de 16.45 metros, cuenta con cinco plantas altas y la cubierta, está ubicado en la calle Mariscal Sucre y General Torres, Cuenca-Ecuador. El proyecto se basa en un diseño estructural de uso comercial.

3.2 Sistema estructural y ubicación del proyecto.

El edificio del señor Klever Cajamarca cuenta con planta baja, cuatro plantas altas y la cubierta (tabla 1). Se ubica entre las calles: Mariscal Sucre y General Torres (Ilustración 1). Su utilidad es comercial.

Tabla 3-1: plantas de la edificación

Planta	Altura	Cotas
Cubierta	3.15	16.45
Planta 4	2.95	13.30
Planta 3	2.95	10.35
Planta 2	3.70	7.40
Planta 1	3.70	3.70
Planta baja	0.00	0.00

Fuente: propia



Ilustración 3-1: ubicación

Fuente: propia

3.3 Objetivos

- Describir los parámetros utilizados para el diseño del modelo.
- Evidenciar el cálculo estático y dinámico del modelo.
- Presentar el diseño completo de la edificación, con sus respectivos planos.

3.4 Nombre del propietario y Clave catastral del predio

La edificación es del señor Klever Cajamarca, el predio en el que se encuentra el edificio, consta de la clave catastral: 01020041047000 y sistema de coordenadas WGS84 (X=721490.79; Y=9679570.26).

3.5 Análisis estructural

3.5.1 Parámetros utilizados para definir las fuerzas sísmicas de diseño:

3.5.1.1 Secciones:

Las vigas, columnas y losas son de hormigón.

Las columnas utilizadas en el modelo tienen las siguientes dimensiones:

Columnas de 50x60 cm y de 60x60cm

Las vigas utilizadas en el modelo tienen las siguientes dimensiones:

Vigas de 25x40cm y 30x60cm.

En el edificio se emplea una losa nervada, con las siguientes dimensiones:

Profundidad= 25 cm.

Espesor de la losa= 5cm.

Ancho del nervio= 10cm.

Separación de nervaduras paralelas a la losa= 50cm.

3.5.1.2 Propiedades de los elementos estructurales

- Hormigón $f'_c=240\text{kg/cm}^2$

Densidad= 24Kn/m^3

Módulo de elasticidad $E= 24855,58\text{ MPa}$

Coefficiente de Poisson= 0.2

Coefficiente de expansión térmica $A= 0,0000099\text{ 1/C}$

Módulo de corte $G=10356.49\text{ MPa}$

- Acero $F_y=4200\text{kg/cm}^2$

Densidad= $76,9729\text{ Kn/m}^3$

Módulo de elasticidad $E= 199947,98\text{ MPa}$

Coefficiente de expansión térmica $A = 0,0000117 \text{ 1/C}$

Propiedades de diseño para varillas:

Límite elástico mínimo F_y : 413,69 MPa

Resistencia mínima a la tracción F_u : 620,53 MPa

Límite elástico esperado F_{ye} : 455,05 MPa

Resistencia a la tracción esperada F_{ue} : 682,58 MPa.

3.5.1.3 Peso del Edificio

La NEC - SE – CG, establece pesos para los materiales para encontrar el valor de carga muerta, en el presente proyecto los materiales que se han considerado son los siguientes:

Tabla 3-2: pesos de los materiales

Material	Peso Unitario	unidad
ladrillo artesanal (27x11x5cm)	16	kn/m ³
Cemento compuesto y arena 1:3 a 1: 5	20	kn/m ³
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0,2	kn/m ²
Contrapiso de hormigón simple, por cada cm, de espesor	24	kn/m ³
Teja artesanal	0,48	kn/m ²
cubierta de vidrio	0,3	kn/m ²
De yeso sobre listones de madera (incluidos los listones)	0,2	kn/m ²
madera (cedro)	7,5	kn/m ³

Fuente: propia

Los pesos que se han considerado para hallar el peso total del edificio son de la losa, vigas y columnas, gradas y mampostería.

Tabla 3-3: peso total de la edificación

PLANTAS	VIGAS Y COLUMNAS (KN)	LOSA (KN)	Gradas (kn)	MAMPOSTERIA (KN)	PAREDES EXTERIORES (KN)	TOTAL (KN)
1	1190,2608	1397,013	854,7	570,873	562,03	4574,877
2	1123,8408	1397,013	768,075	443,298	448,105	4180,332
3	1057,4208	1397,013	681,45	374,453	448,105	3958,442
4	1075,1328	1397,013	704,55	403,573	478,485	4058,754
5	813,8808	1397,013	0	156,844	0	2367,737

TOTAL (KN)	5260,536	6985,065	3008,775	1949,040	1936,725	19140,141
---------------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

Fuente: propia

3.5.2 Espectro de diseño

Se representa mediante un espectro de respuesta basado en las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el sitio de emplazamiento de la estructura, para encontrar dicho espectro, se emplean las siguientes expresiones:

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

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

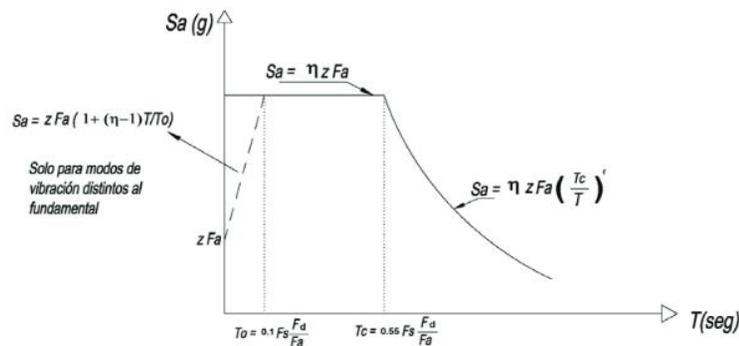


Ilustración 3-2: espectro de respuesta

Fuente: propia

η : Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado, en este caso al estar ubicado el proyecto en la Sierra, se toma $\eta=2.48$.

- $\eta= 1.80$ Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),
- $\eta= 2.48$ Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
- $\eta= 2.60$ Provincias del Oriente

r : Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto, en este caso se usa $r=1$, debido a que es un suelo tipo C.

$r = 1$ para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E

$r = 1.5$ para tipo de suelo E.

Sa: 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.

Tc: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

$$T_0 = 0.1 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

Fs: Considera 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.

Fd: Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio

Fa: Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

Los valores de Fs, Fd, Y Fa, dependen del tipo de suelo, la zona sísmica y el valor de Z.

Tabla 3-4: coeficientes de ampliación del suelo

Tipo de suelo	C
Fs	0,94
Fd	1,28
Fa	1,3

Fuente: NEC-SE-DS

Z: Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g . El proyecto al estar en una zona sísmica tipo II, el valor de z corresponde a **0,25**.

POBLACIÓN	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
CUENCA	CUENCA	CUENCA	AZUAY	0.25

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

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Ilustración 3-3: Valor del factor Z

Fuente: NEC-SE-DS

Una vez establecidos los parámetros necesarios, se diseña el espectro, en función del periodo y Espectro de respuesta elástico:

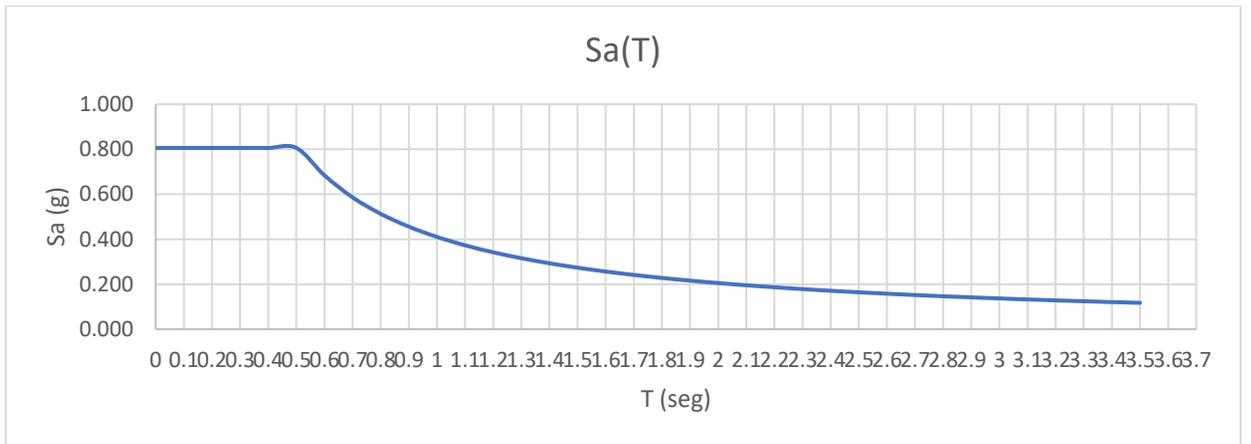


Ilustración 3-4: espectro

Fuente: propia

3.5.3 Cortante basal

Es la fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño, para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{IS_a(T_a)}{R\phi_P\phi_E} W$$

$S_a(T_a)$: Espectro de diseño en aceleración, en dependencia del período de vibración.

\emptyset_P y \emptyset_E : Coeficientes de configuración en planta y elevación, en este caso se toma de **0.9** y **1**, respectivamente.

Tabla 3-5: Coeficientes de irregularidad en planta

Coeficientes de irregularidad en planta	\emptyset_p
Ejes estructurales no paralelos	0,9
Retrocesos excesivos en las esquinas	0,9

Fuente: NEC-SE-DS

Cuando una estructura no contempla ninguno de los tipos de irregularidades en ninguno de sus niveles, $\emptyset_E = 1$ y se le considerará como regular en elevación.

I: Coeficiente de importancia.

Tabla 3-6: Coeficiente de importancia

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación	1

Fuente: NEC-SE-DS

R: Factor de reducción de resistencia sísmica.

Tabla 3-7: Factor de reducción de resistencia sísmica.

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8

Fuente: NEC-SE-DS

W: Carga sísmica reactiva (Carga muerta total de la estructura)

Ta: Período de vibración.

$$T = C_t h_n^\alpha$$

C_t : Coeficiente que depende del tipo de edificio

Tabla 3-8: Coeficientes según el tipo de estructura

Tipo de estructura	C_t	α
Pórticos especiales de hormigón armado Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores	0,055	0,9

Fuente: NEC-SE-DS

hn: Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

Una vez establecidos los parámetros necesarios, se calcula un periodo de 0.68 segundos.

Tabla 3-9: Cortante Basal

Altura del edificio	16,45	m
Ct	0,055	
α	0,9	
T	0,68	s
Sa(T)	0,600	g
I	1	
R	8	
Coefficiente de regularidad en planta ϕ_p	0,9	
Coefficiente de regularidad en elevación ϕ_E	1	
W	19140,1	KN
V_x	1595,12	KN
V_y	1595,12	KN

Fuente: propia

Distribución horizontal del cortante

El cortante de piso V_x debe distribuirse entre los diferentes elementos del sistema resistente a cargas laterales en proporción a sus rigideces, considerando la rigidez del piso.

La masa de cada nivel debe considerarse como concentrada en el centro de masas del piso, pero desplazada de una distancia igual al 5% de la máxima dimensión del edificio en ese piso, perpendicular a las fuerzas laterales, con la finalidad de considerar los posibles efectos de torsión accidental, tanto para estructuras regulares como para estructuras irregulares.

Distribución vertical de fuerzas laterales en la dirección "X y Y",

Una vez encontrados los pesos por planta de la edificación y el cortante basal, se calcula la distribución vertical de fuerzas laterales en la dirección "X y Y", utilizando la siguiente expresión:

$$F_x = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V$$

V: Cortante total en la base de la estructura, el mismo que se mostrará el cálculo posteriormente

Vx: Cortante total en el piso x de la estructura

Fi: Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura

Fx: Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura

n: Número de pisos de la estructura

Wx: Peso aginado al piso o nivel x de la estructura.

Wi: Peso aginado al piso o nivel i de la estructura.

Hx: Altura del piso x de la estructura

Hi: Altura del piso i de la estructura

K: Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura T

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
> 2.5	2

Ilustración 3-5: coeficiente relacionado con el período de vibración

Fuente: NEC-SE-DS

Tabla 3-10: Fuerzas laterales en la dirección X y Y

PISO	WX (kg)	hx	Wx*hx ^k	Cvx	Fx Fy (KN)	Fx Fy (Kg)
Cubierta	2750,67	16,45	58526,70	0,25	404,70	40469,55
P4	3993,34	13,30	67368,15	0,29	465,83	46583,16
P3	3907,73	10,35	50133,02	0,22	346,66	34665,56
P2	4074,49	7,40	36238,97	0,16	250,58	25058,22
P1	4413,91	3,70	18417,70	0,08	127,35	12735,32
	19140,141		230684,5497		1595,12	159511,81

Fuente: NEC-SE-DS

Luego de encontrar el valor de la distribución vertical de fuerzas laterales en la dirección X y Y, se ingresa al programa ETABS, y se obtiene las fuerzas sísmicas de diseño, las mismas que coincidirán con el valor del cortante basal tanto en X como en Y:

Output Case	Case Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kgf-cm	MY kgf-cm	MZ kgf-cm	X m	Y m
E EST X	LinStatic	-1595,12	0	0	-3,489E-06	-191362714	231371426	0	
E EST Y	LinStatic	0	-1595,12	0	191362714	4,504E-06	-127891329	0	

Ilustración 3-6: fuerzas sísmicas

Fuente: propia

3.5.4 Combinaciones de cargas

Las cargas asignadas en el modelo son las siguientes:

Tabla 3-11: Nomenclatura de cargas

Carga permanente	D
Carga de sismo	E
Carga viva	L
Sobrecarga cubierta	Lr

Fuente: NEC-SE-CG

Tabla 3-12: Cargas empleadas en la edificación

Plantas	Carga Muerta (D)	L		Lr
		Almacenes (Venta al por mayor. Todos los pisos)	Parqueaderos	Cubiertas planas, inclinadas y curvas
1	4337,0023	6	2	0
2	3997,5823	6	0	0
3	3830,8176	6	0	0
4	3916,4296	6	0	0
5	2673,7632	6	0	0,7

Fuente: propia

0.9D+EDINAMX	
0.9D+EDINAMY	
0.9D+EESTX	
0.9D+EESTY	
0.9D-EDINAMX	
0.9D-EDINAMY	
0.9D-EESTX	1.2D+L+0.5Lr
0.9D-EESTY	1.2D-EDINAMX+L
1.2D+1.6L+0.5Lr	1.2D-EDINAMY+L
1.2D+1.6Lr+L	1.2D-EESTX+L
1.2D+EDINAMX+L	1.2D-EESTY+L
1.2D+EDINAMY+L	1.4D
1.2D+EESTX+L	ENVOLVENTE
1.2D+EESTY+L	envolvente dinamico

Ilustración 3-7: combinación de cargas

Fuente: NEC-SE-CG

La combinación de Envolvente incluye todos los casos de combinaciones de cargas

La combinación de Envolvente dinámico incluye todos los casos de combinaciones de cargas, excepto la carga E estático.

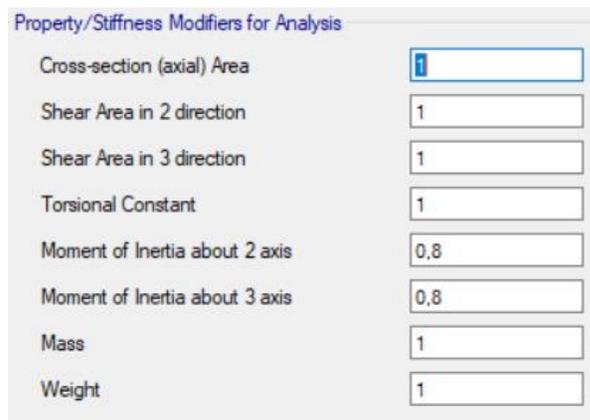
3.5.5 Secciones Agrietadas

Las vigas, columnas y losas son de hormigón, con una resistencia $f'c=240\text{kg/cm}^2$.

Las columnas utilizadas en el modelo tienen las siguientes dimensiones:

Columnas de 50x60 cm y de 60x60cm

Sección agrietada es en el eje 2 y 3, con un 80%.



Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	<input type="text"/>
Shear Area in 2 direction	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 3 direction	<input type="text" value="1"/>
Torsional Constant	<input type="text" value="1"/>
Moment of Inertia about 2 axis	<input type="text" value="0,8"/>
Moment of Inertia about 3 axis	<input type="text" value="0,8"/>
Mass	<input type="text" value="1"/>
Weight	<input type="text" value="1"/>

Ilustración 3-8: columnas agrietadas

Fuente: propia

Las vigas utilizadas en el modelo tienen las siguientes dimensiones:

Vigas de 25x40 cm y 30x60cm.

Sección agrietada es en el eje 3, con un 50%.

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 2 direction	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 3 direction	<input type="text" value="1"/>
Torsional Constant	<input type="text" value="1"/>
Moment of Inertia about 2 axis	<input type="text" value="1"/>
Moment of Inertia about 3 axis	<input type="text" value="0,5"/>
Mass	<input type="text" value="1"/>
Weight	<input type="text" value="1"/>

Ilustración 3-9: vigas agrietadas

Fuente: NEC-SE-CG

La losa que se emplea en el edificio es losa nervada, con las siguientes dimensiones:

Profundidad= 25 cm.

Espesor de la losa= 5cm.

Ancho del nervio= 10cm.

Separación de nervaduras paralelas a la losa= 50cm.

3.5.6 Modos de vibración

Tabla 3-13: Modos de vibración

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0,623	0,939	0,038	0	0,023
Modal	2	0,592	0,039	0,961	0	0
Modal	3	0,414	0,023	0,001	0	0,977
Modal	4	0,181	0,949	0,026	0	0,025
Modal	5	0,172	0,028	0,972	0	0
Modal	6	0,125	0,024	0,001	0	0,975
Modal	7	0,1	0,942	0,016	0	0,042
Modal	8	0,094	0,019	0,978	0	0,003
Modal	9	0,08	0,038	0,007	0	0,955
Modal	10	0,068	0,933	0,011	0	0,056
Modal	11	0,064	0,017	0,971	0	0,012
Modal	12	0,058	0,052	0,018	0	0,93

Fuente: propia

Para hallar los modos de vibración de la edificación, depende del peso propio del edificio y la carga muerta adicional. Se aprecia que el periodo de vibración es muy similar al calculado en el cortante basal, el cual era de 0.68 segundos, además los resultados muestran que los primeros modos son traslacionales, el primero en X y el segundo en Y, el tercer modo es rotacional en Z. Así se repite la secuencia.

3.5.7 Participación de masas

Tabla 3-14: Participación de masas

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0,623	0,7919	0,0321	0	0,7919	0,0321	0	0,0073
Modal	2	0,592	0,0329	0,8121	0	0,8248	0,8442	0	0,1766
Modal	3	0,414	0,02	0,0005	0	0,8448	0,8447	0	0,0001
Modal	4	0,181	0,0894	0,0025	0	0,9342	0,8472	0	0,0169
Modal	5	0,172	0,0025	0,0902	0	0,9367	0,9375	0	0,6327
Modal	6	0,125	0,0021	0,0001	0	0,9388	0,9376	0	0,0006
Modal	7	0,1	0,0457	0,0008	0	0,9845	0,9384	0	0,0018
Modal	8	0,094	0,0008	0,0476	0	0,9854	0,986	0	0,106
Modal	9	0,08	0,0014	0,0002	0	0,9867	0,9862	0	0,0004
Modal	10	0,068	0,012	0,0002	0	0,9987	0,9864	0	0,0007
Modal	11	0,064	0,0001	0,0125	0	0,9989	0,9989	0	0,0543
Modal	12	0,058	0,0003	0,0002	0	0,9991	0,9991	0	0,0009

Fuente: propia

De acuerdo a los resultados de participación de masas en cada modo de vibración, se aprecia que a partir del quinto modo ya alcanza más del 90% de la masa total de la estructura.

3.5.8 Comprobación de cortante basal estático y dinámico

Para la comparación del cortante basal estático y dinámico, lo primero que se hace es reducir al cortante basal de fluencia V mediante la aplicación de un factor de reducción R , en este caso de 8, para cualquier tipo de edificación. Esta reducción se hace dividiendo el espectro de respuesta para este factor y se ingresa al programa ETABS.

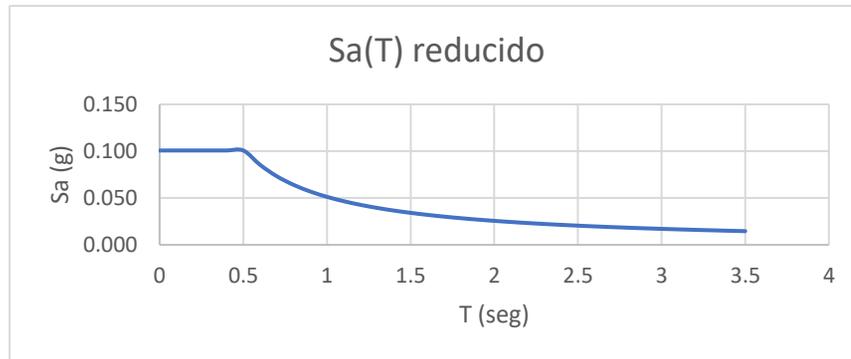


Ilustración 3-10: espectro de respuesta reducido

Fuente: propia

Una vez reducido, se ajusta el corte basal de los resultados obtenidos por el análisis dinámico, donde el valor del cortante dinámico total en la base no debe ser menor al 80% del cortante basal V obtenido por el método estático para estructuras regulares y no debe ser menor que el 85% para estructuras irregulares.

En este caso al ser una estructura irregular, debe cumplir con la segunda condición, al comparar estos valores se aprecia que no cumple, por lo tanto, se multiplica la gravedad por un factor necesario para cumplir con el requerimiento.

Tabla 3-15: Comparación de cortante basal y dinámico

	V EST X (KN)	V Dinámico X (KN)
	1595,12	1021,695
85%	1355,852	
Coefficiente	1,3271	1355,852

	V EST Y (KN)	V Dinámico Y (KN)
	1595,12	1091,0277
85%	1355,852	
Coefficiente	1,24273	1355,852

Fuente: propia

Output Case	Case Type	Step Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kgf-cm	MY kgf-cm	MZ kgf-cm	X m
E EST X	LinStatic		-1595,12	0	0	-3,489E-06	-191362714	231371426	
E EST Y	LinStatic		0	-1595,12	0	191362714	4,504E-06	-127891329	
E Dinamico x	LinRespSpec	Max	1355,8915	178,1661	0	20460745	154888505	220665006	
E Dinamico Y	LinRespSpec	Max	166,8352	1355,8201	0	154949291	19113365	103543456	

Ilustración 3-11: cortante dinámico

Fuente: propia

Por lo tanto, se muestra los resultados en el programa, donde el cortante dinámico representa el 85% del cortante estático, tanto en X como en Y.

3.5.9 Derivas Últimas

La deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites de deriva inelástica establecidos en la NEC-SE-DS, es decir, deben ser menor al 2%:

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

Tabla 7 : Valores de Δ_M máximos, expresados como fracción de la altura de piso

Ilustración 3-12: derivas para cualquier piso

Fuente: propia

Para obtener el valor de la respuesta máxima inelástica en desplazamientos Δ_M de la estructura, causada por el sismo de diseño tanto en X como en Y, se debe considerar la Inercia de secciones agrietadas, en estructuras de hormigón armado 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), en el eje 3.
- 0.8 I_g para columnas, en el eje 2 y 3.

3.5.91 Límites de la deriva

La deriva máxima inelástica Δ_M de cada piso debe calcularse mediante:

$$\Delta_M = 0.75R\Delta_E$$

Dónde:

Δ_M Deriva máxima inelástica

Δ_E Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

R Factor de reducción de resistencia, en este caso 8.

Por lo tanto, se calcula la deriva por piso con la diferencia de desplazamiento máximo del piso superior menos el analizado, dividido para la altura de la planta, de esta manera, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3-16: Derivas máximas en X y Y

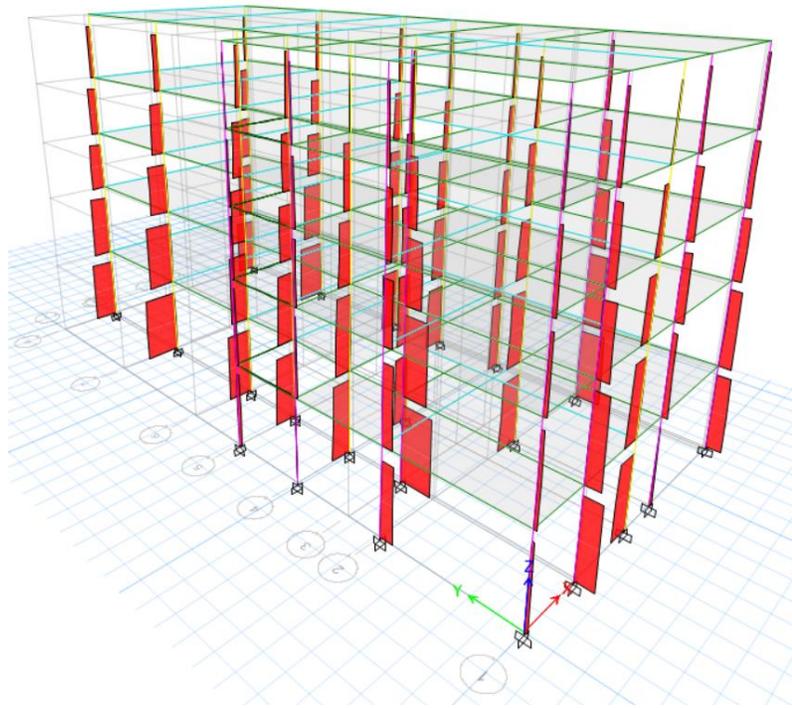
Diaphragm	Output Case	Case Type	Step Type	UX	UY	UX	UY	h planta (m)	Derivas X (%)	Derivas Y (%)
				mm	mm	m	m			
D1	envolvente dinámica	Combination	Max	15,71	14,37	0,09	0,09	3,15	0,29	0,25
D1	envolvente dinámico	Combination	Max	14,17	13,07	0,09	0,08	2,95	0,46	0,43
D1	envolvente dinámica	Combination	Max	11,91	10,97	0,07	0,07	2,95	0,66	0,61
D1	envolvente dinámica	Combination	Max	8,66	7,95	0,05	0,05	3,70	0,85	0,78
D1	envolvente dinámico	Combination	Max	3,41	3,12	0,02	0,02	3,70	0,55	0,51

Fuente: propia

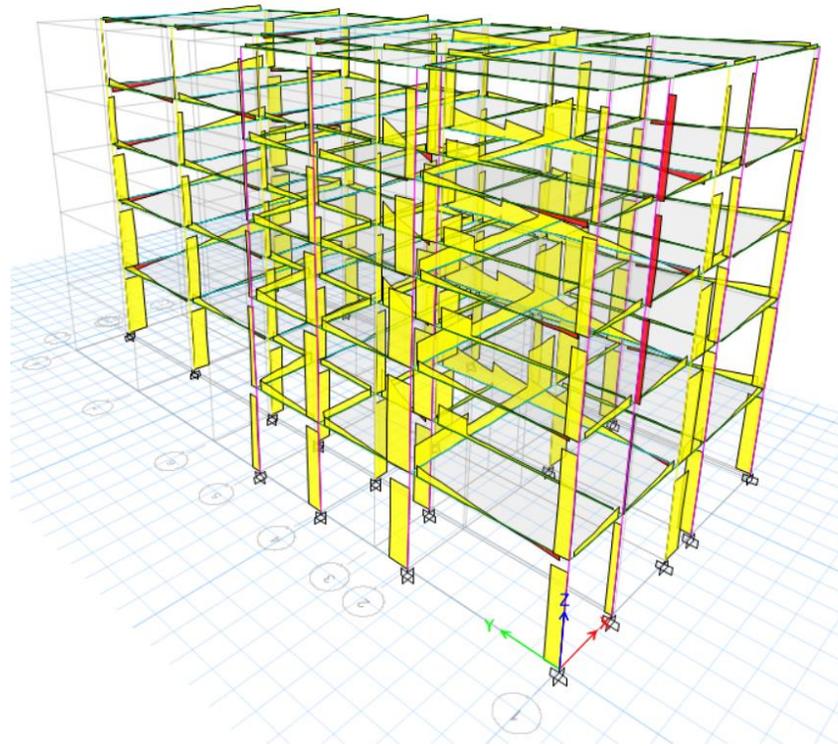
3.6 Diseño estructural

3.6.1 Solicitaciones de vigas, columnas y plintos.

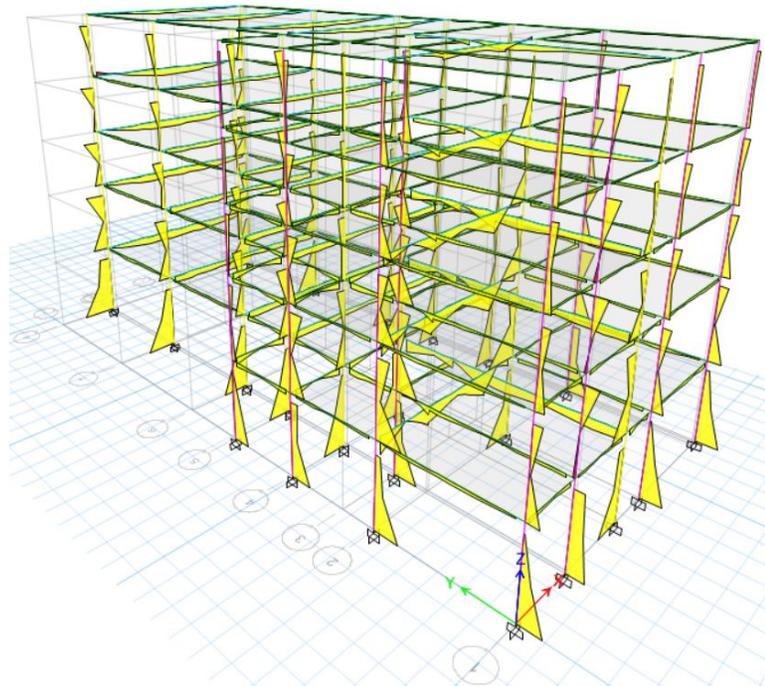
Cargas Axiales



Cortante en vigas y columnas



Momentos en vigas y columnas



3.6.2 Diseño de vigas.

En el diseño de vigas, se debe establecer ciertos parámetros iniciales, como es la resistencia del hormigón y el acero y el recubrimiento que se empleará en dichos elementos.

Tabla 3-17: parámetros iniciales

f'c	240	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²
Recubrimiento	4	cm

Fuente: ACI 318-19

La norma ACI 318-19 establece un recubrimiento mínimo de 4cm para vigas.

No expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	Losas, viguetas y muros	Barras No. 43 y No. 57	40
		Barras No. 36 y menores	20
	Vigas, columnas, pedestales y amarres a tracción	Armadura principal, estribos, espirales y estribos cerrados para confinamiento	40

Ilustración 3-13: recubrimiento mínimo

Fuente: ACI 318-19

3.6.2.1 Diseño a flexión

Los parámetros necesarios para el diseño a flexión, se detallan a continuación:

Tabla 3-18: parámetros a flexión

Ø	0,9
B1	0,85
Es	2040007,576
ρ temp	0,0018

Fuente: ACI 318-19

Como primer punto, se debe verificar que los límites de dimensión de las vigas sean las correctas, para el caso de la longitud de las vigas, se analiza la más desfavorable y se aprecia que cumple con los requerimientos. Además, se calcula la cuantía y el acero

mínimo para cada tipo de viga, se escoge el resultado mayor al aplicar las siguientes fórmulas.

$$A_s \geq \max \left[\frac{1.4}{f_y} b_w d ; A_{s,min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} b_w d \right]$$

Dónde:

$A_{s,min}$ Área mínima de refuerzo de flexión (mm²)

b_w Ancho del alma o diámetro de la sección circular (mm)

d Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción (mm)

f_y Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (MPa)

f'_c Resistencia especificada a la compresión del Hormigón (MPa)

Ilustración 3-14:acero

Fuente: ACI 318-19

Tabla 3-19:cuantía minima

Long. Vigas (cm)	d (cm)	bw (cm)	h (cm)	límites dimensión			Acero longitudinal		Cuantía	
				Ln>=4*d	0,3*h (cm)	bw>25;0,3h	Acero mín. (cm2)	Acero mín. (cm2)	cuantía mín.	
30x60	1026	56	30	60	cumple	18	cumple	5,600	1,549	0,0033
25x40	616	36	25	40	cumple	12	cumple	3,000	0,830	0,0033

Fuente: propia

Una vez establecidos los parámetros necesarios, se prosigue con el diseño a flexión, en este caso se analizó por tipo de vigas y las más desfavorables de cada piso, es decir, aquellas que tengan el mayor valor de Momento de diseño tanto en el eje superior como inferior de la viga, con la respectiva cantidad de acero que requiere, estos datos se obtienen del programa ETABS.

Tabla 3-20:acero requerido

Plantas	Dimensiones viga (cm)	d (cm)	bw (cm)	h (cm)	Distribución	Momento de diseño (-) (kg-cm)	Momento de diseño (+) (kg-cm)	As Momento (-) (cm2)	As Momento (+) (cm2)	As min (cm2)	As requerido (cm2)
Piso 1	30x60	56	30	60	Superior (+)	1855540		9,243		5,60	9,243
					Inferior (-)		927770,007		4,485	5,60	5,600
	25x40	36	25	40	Superior (+)	688687,3107		5,28		3,00	5,28
					Inferior (-)		339343,655		2,556	3,00	3,000

Fuente: propia

Con los valores de los momentos en el eje superior e inferior, se puede calcular la cantidad de acero y compararla con la que da ETABS. Las fórmulas que se usan son las siguientes:

$$A_s = k \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * k * d * f_y}} \right) \quad k = \frac{0.85 * f'_c * b * d}{f_y}$$

Donde:

Mu: momento de diseño

Ø: 0.9

b: base de la viga

d: peralte de la viga

Una vez hallada la cantidad de acero, se compara con el valor del programa, en el caso que sea menor al mínimo se escoge el valor máximo.

Con el acero establecido se obtiene la cuantía de acero, la cuantía balanceada y la máxima, empleando siguientes expresiones:

La cuantía de acero es:

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{0.003}{\frac{f_y}{E_s} + 0.003} \quad \rho_{max} = 0.5 * \rho_b$$

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

Una vez calculados estos valores, se verifica que la cuantía de acero sea menor o igual a la máxima y mayor o igual a la mínima.

Tabla 3-21: verificación de cuantía

Dimensiones viga (cm)	k	As (cm ²)	Cuantía ρ	As ≥ As min	Cuantía Balanceada ρb	Cuantía Max ρmax	ρ < ρmax	ρ > ρmin	As temp (cm ²)
30x60	81,60	9,30	0,006	cumple	0,0245	0,0122	cumple	cumple	3,024
25x40	43,71	5,39	0,006	cumple	0,0245	0,0122	cumple	cumple	1,62

Fuente: propia

Con el acero requerido, se obtiene el número de varillas necesario para satisfacer el refuerzo y la separación de las mismas.

Tabla 3-22: número de varillas requerido

Dimensiones viga (cm)	Distribución	As requerido (cm ²)	N varillas	As calculado (cm ²)	As calculado \geq As requerido (cm ²)	Distribución acero longitudinal	\emptyset (cm)	S (cm)
30x60	Superior (+)	9,30	3	9,42	cumple	3 \emptyset 20	2	8
	Inferior (-)	5,600	2	6,28	cumple	2 \emptyset 20	2	18
25x40	Superior (+)	5,39	3	6,03	cumple	3 \emptyset 16	1,6	6
	Inferior (-)	3	2	3,08	cumple	2 \emptyset 14	1,4	14

Fuente: propia

Además, es necesario definir el gancho que se usará y las dimensiones que se requieren. La norma Aci 318-19 establece las siguientes características en dependencia del tipo de gancho y el diámetro de la barra. En este caso, se utiliza un gancho de 90 grados.

Tabla 25.3.1 — Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

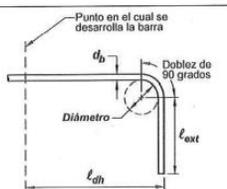
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ⁽¹⁾ ℓ_{ext} , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

Ilustración 3-15: geometría del gancho

Fuente: ACI 318-19

Además, es necesario calcular la longitud de desarrollo, escogiendo el mayor valor de las siguientes condiciones:

25.4.3.1 La longitud de desarrollo, ℓ_{dh} , para barras corrugadas en tracción que terminen en un gancho estándar debe ser la mayor de (a) hasta (c):

$$(a) \left(\frac{f_y \Psi_e \Psi_r \Psi_o \Psi_c}{23 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b^{1.5} \text{ con } \Psi_e, \Psi_r, \Psi_o, \Psi_c \text{ y } \lambda \text{ dados}$$

en 25.4.3.2

(b) $8d_b$

(c) 150 mm

Ilustración 3-16: longitud de desarrollo

Fuente: ACI 318-19

Tabla 3-23: gancho y longitud de desarrollo

Diámetro int min de doblado	Ganchos 90 grados			
6db (cm)	Extensión recta 12db (cm)	Ldh (cm)	8db (cm)	longitud de desarrollo (cm)
12	24	33,34	16,00	33,34
		33,34	16,00	33,34
9,6	6,4	23,86	12,80	23,86
		19,53	11,20	19,53

Fuente: propia

3.6.2.2 Diseño a cortante

Las condiciones necesarias para el diseño a cortante de las vigas se detallan a continuación:

Tabla 3-24: parámetros a cortante

f'c	240	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²
Recubrimiento	4	cm
Øestribo	1	cm
λ	1	
Ø	0,75	

Fuente: ACI 318-19

En primer lugar, se debe definir la sección crítica en la que se encuentra el cortante, esta distancia es la diferencia de la longitud de la viga menos el peralte, con este dato se ve en ETABS el valor del cortante.

Con este valor del programa, se calcula la fuerza cortante mayorada en la sección, mediante la siguiente expresión:

$$v_u = \frac{V_u}{\phi \cdot b_w \cdot d}$$

Donde:

Vu: Fuerza cortante

Ø: 0.75

b: base de la viga

d: peralte de la viga

Otro valor necesario para el cálculo, es encontrar la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto, mediante la siguiente fórmula:

$$v_c = 0.53\sqrt{f'c}$$

Con estos valores, se calcula el esfuerzo cortante equivalente absorbido por el acero transversal, el cual debe ser menor o igual a la siguiente expresión:

$$V_s = V_u - V_c$$

$$v_s \leq 2.12\sqrt{f'c}$$

Tabla 3-25: esfuerzo cortante equivalente

Sección	d	b	h	A estribo	Sección de corte del estribo (Av)	Distancia Cortante sección critica (L viga-d)	Vu sección critica	Vu sección critica	Vc	Vs	2,12f'c	Vs<=2,12f'c
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm2)	(cm2)	(m)	(Kg)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	
30x60	56	30	60	0,79	1,571	7,78	21046,23	16,70	8,21	8,49	32,84	cumple
25x40	36	25	40	0,79	1,571	2,39	9430,86	13,97	8,21	5,76	32,84	cumple

Fuente: propia

Una vez verificado que cumple la sección a cortante, se procede a calcular el espaciamiento de los estribos utilizando las siguientes formulas:

El espaciamiento de los estribos es:

$$s = \frac{A_v \cdot F_y}{(v_u - v_c) \cdot b_w}$$

Donde:

A_v : sección de corte del estribo, es decir dos veces el área del estribo.

Otro espaciamiento se halla según el armado mínimo a cortante, utilizando la siguiente formula:

$$A_{v,\min} = \frac{3.5b_w \cdot s}{F_y}$$

Luego se calcula el espaciamiento dependiendo de la zona, en una distancia $2h$ desde el apoyo cumpliendo con los siguientes requerimientos, se escoge el valor mínimo:

En zonas sísmicas el espaciamiento de los estribos de confinamiento ubicados en el sector de apoyo no puede superar las siguientes expresiones [ACI 21.3.4.2]:

$$s \leq \frac{d}{4} \quad \text{Ecuación (8.17)}$$

$$s \leq 8\phi_L \quad \text{Ecuación (8.18)}$$

$$s \leq 24\phi_T \quad \text{Ecuación (8.19)}$$

$$s \leq 30\text{cm} \quad \text{Ecuación (8.20)}$$

Donde:

ϕ_L : Menor diámetro de las varillas longitudinales

ϕ_T : Diámetro de los estribos transversales

Ilustración 3-17: espaciamiento de estribos en zonas sísmicas

Fuente: ACI 318-19

En la zona central, se calcula el espaciamiento mínimo en dependencia del valor del peralte:

$$s \leq \frac{d}{2}$$

En cada zona, se escoge el valor mínimo de los encontrados según los requerimientos y las fórmulas antes mencionadas.

Tabla 3-26: número de varillas requerido

Espaciamiento (S) (cm)	Armado mínimo de cortante $f'c \leq 320 \text{ kg/cm}^2$	Espaciamiento mínimo de estribos a 2h desde el apoyo					N varillas		Espaciamiento mínimo zona central		N varillas	
	S	$S \leq d/4$	$S \leq 8\emptyset$ L	$S \leq 24\emptyset$ T	$S \leq 30\text{cm}$	S mínimo	2h	u	$S \leq d/2$	S mínimo	d central	u
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
25,89	62,83	14	16	24	30	14	120	9,0	28	28,00	594	22
45,81	75,40	9	11	24	30	9	80	9,0	18	18,00	115	7

Fuente: propia

Posteriormente, se determina el gancho que se usará para los estribos, la norma ACI 318-19 establece los siguientes criterios en dependencia del tipo de gancho y el diámetro de la barra:

Tabla 25.3.2 — Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento

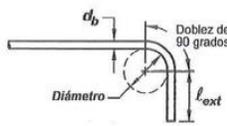
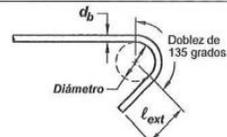
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ^{III} ℓ_{ext} , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

Ilustración 3-18: gancho estándar para estribos

Fuente: ACI 318-19

En este caso el gancho que se usa es de 135 grados, por lo tanto, se calcula el diámetro interior mínimo de doblado y la extensión recta del gancho.

Tabla 3-27: diámetro de gancho

Diámetro de la barra	Diámetro int min de doblado	Extensión recta ℓ_{ext} (mm)	
d_b	$4d_b$	$6d_b$	ℓ_{ext}
cm	cm	cm	cm
1,00	4	6	7,5
1,00	4	6	7,5

Fuente: propia

3.6.3 Diseño de columnas

3.6.3.1 Diseño a flexo-compresión

Las condiciones necesarias para el diseño a flexo-compresión de las columnas se detallan a continuación:

Tabla 3-28: parámetros a flexo-compresión

f'c	240	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²
Recubrimiento	4	cm
Ø	0,8	
dagg	2,5	cm
Øestribos	1	cm
λ	1	

Fuente: propia

La norma ACI 318-19 establece factores de modificación para barras y alambres corrugados a compresión, en dependencia del tipo de concreto:

Tabla 25.4.9.3 — Factores de modificación para barras y alambres corrugados a compresión

Factor de modificación	Condición	Valor del factor
Concreto liviano λ	Concreto liviano	0.75
	Concreto de peso normal	1.0

Ilustración 3-19: factores de modificación para barras

Fuente: ACI 318-19

Para el diseño, primero se establece en el programa ETABS el número de varillas y el valor del diámetro de varillas que se usará, según el tipo de columnas, con estos datos, se obtiene la cantidad de acero, por lo que es necesario verificar si el refuerzo cumple con los requisitos establecidos en la norma:

10.6.1.1 Para columnas no preesforzadas y columnas preesforzadas con $f_{pe} < 1.6$ MPa de valor promedio, el área de refuerzo longitudinal no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.08A_g$.

Así mismo, en ETABS con la combinación de cargas que brinde los casos más desfavorables, se identifica el valor de la carga axial ultima (P_u) y los momentos últimos (M_u), según el tipo de columnas, en el presente diseño se ha escogido las columnas más desfavorables y se han realizado las comprobaciones necesarias.

Tabla 3-29: resultados de momentos

Dimensiones columna (cm)	d (cm)	bw (cm)	h (cm)	Ag (cm ²)	N varillas	Øl (cm)	As (cm ²)	As>=0,0 1Ag (cm ²)	As<=0,0 8Ag (cm ²)	Pu (Kg)	Mu2 (Kg-cm)	Mu3 (Kg-cm)
60x60	56	60	60	3600	14	2	43,98	cumple	cumple	142485,5	644404,7431	3388259,064
50x60	56	50	60	3000	10	2	31,41	cumple	cumple	127152,7	401234,7308	1952058,597

Fuente: propia

Se calcula la resistencia axial máxima y se comprueba que sea mayor a la resistencia ultima, empleando las siguientes expresiones:

Tabla 22.4.2.1 — Resistencia axial máxima

Miembro	Refuerzo transversal	$P_{n,max}$	
No preesforzado	Estribos que cumplen con 22.4.2.4	0.80 P_o	(a)
	Espirales que cumplen con 22.4.2.5	0.85 P_o	(b)

22.4.2.2 Para miembros no preesforzados, P_o debe calcularse usando:

$$P_o = 0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \quad (22.4.2.2)$$

Ilustración 3-20: resistencia axial máxima

Fuente: ACI 318-19

Donde:

Ag: área total de la sección de la columna

Ast: área de acero de refuerzo

$$\phi P_n \geq P_u$$

Otra manera de verificar que la resistencia axial máxima sea mayor a la resistencia ultima, es mediante el diagrama de iteración que se obtiene del programa ETABS con la combinación de cargas que resulte más desfavorable para el diseño. En este grafico se

ubica el punto de Momento ultimo y resistencia ultima, dichas coordenadas deben estar dentro de la curva; así, se comprueba que la columna resistirá las solicitaciones.

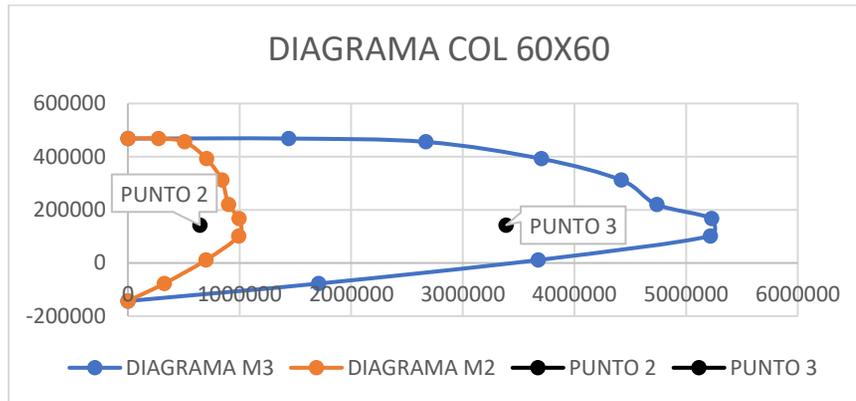


Ilustración 3-21:diagrama columna 60x60

Fuente: propia

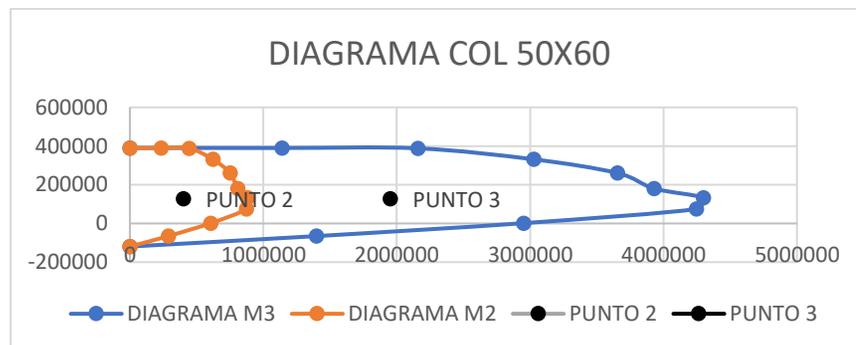


Ilustración 3-22: diagrama columna 50x60

Fuente: propia

Una vez que se verifique dicha comprobación, se calcula la cuantía de acero y se comprueba que sea mayor o igual a la mínima (1%) y menor o igual a la máxima (6% zonas sísmicas).

La cuantía de acero es:

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

Tabla 3-30:comprobación de cuantía

Dimensiones columna (cm)	ØPn (Kg)	ØPn>=Pu	Cuantía	ρ>=1%	ρ<=6%
--------------------------	----------	---------	---------	-------	-------

60x60	728122,6075	cumple	0,012217305	cumple	cumple
50x60	590030,4339	cumple	0,010471976	cumple	cumple

Fuente: propia

Posteriormente, se calculan las separaciones de las varillas longitudinales de acuerdo con los requisitos de la norma y se escoge el valor máximo:

25.2.3 Para refuerzo longitudinal en columnas, pedestales, puntales y elementos de borde en muros, la distancia libre entre barras debe ser al menos el mayor de 40 mm, $1.5d_b$, y $(4/3)d_{agg}$

Tabla 3-31: separación de varillas longitudinales

Separación de varillas longitudinales (cm)			
$S \geq 4$ (cm)	$S \geq 1,5\phi$ (cm)	$S \geq (4/3)d_{agg}$ (cm)	S_{max} (cm)
4	3	3,33	4
4	3	3,33	4

Fuente: propia

Además, es necesario establecer el tipo de gancho que se usará, en este caso de 90 grados y se calcula sus dimensiones, como el diámetro interior mínimo de doblado y la extensión recta.

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ^{III} ℓ_{ext} , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

Ilustración 3-23: ganchos

Fuente: ACI 318-19

Luego, se calcula la longitud de desarrollo, eligiendo el mayor valor de las siguientes expresiones:

25.4.9 Desarrollo de barras corrugadas y alambres corrugados a compresión

25.4.9.1 La longitud de desarrollo para barras corrugadas y alambre a compresión, ℓ_{dc} , debe ser la mayor de (a) y (b)

- (a) la longitud calculada de acuerdo con 25.4.9.2
(b) 200 mm

$$\left(\frac{0.075 f_y}{\lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$$

$$\underline{(0.0044 f_y) d_b}$$

Ilustración 3-24: longitud de desarrollo

Fuente: propia

Tabla 3-32: longitud de desarrollo

db (cm)	Diámetro int min de doblado	Ganchos 90 grados	longitud de desarrollo		
	6db (cm)	Extensión recta lext (cm) 12db	ldc		ldc max
2	12,00	24,00	40,67	36,96	40,67
2	12,00	24,00	40,67	36,96	40,67

Fuente: propia

3.6.3.2 Diseño a cortante

Los requisitos necesarios para el diseño a cortante de las columnas se detallan a continuación:

Tabla 3-33: parámetros a cortante

f'c	240	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²
Recubrimiento	4	cm
Øestribo	1	cm
λ	1	
Ø	0,75	
Distancia desde cara interna apoyo	5	cm

Fuente: ACI 318-19

De igual manera, se ha identificado las columnas más desfavorables según los tipos usados en el diseño, es decir, aquellas que tengan el mayor valor de cortante en la sección. Se debe definir el valor del cortante y se calcula la fuerza cortante mayorada en la sección, mediante la siguiente expresión:

$$v_u = \frac{V_u}{\phi \cdot b_w \cdot d}$$

Donde:

V_u : Fuerza cortante

ϕ : 0.75

b: base de la columna

d: peralte de la columna

Otro valor necesario para el cálculo, es encontrar la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto, mediante la siguiente fórmula:

$$v_c = 0.53\sqrt{f'c}$$

Con estos valores, se calcula el esfuerzo cortante equivalente absorbido por el acero transversal, el cual debe ser menor o igual a la siguiente expresión:

$$V_s = V_u - V_c$$

$$v_s \leq 2.12\sqrt{f'c}$$

Tabla 3-34:esfuerzo cortante equivalente

ϕ L flexión	d	b	h	A_g	A estribo	Sección de corte del estribo (A_v)	P_u	V_u sección crítica	V_u sección crítica	V_c	V_s	$2.12f'c$	$V_s \leq 2.12f'c$
cm	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(Kg)	(Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	
2	56	60	60	3600	0,79	1,571	142485,5	13797,96	5,48	8,21	-2,74	32,84	cumpl
2	56	50	60	3000	0,79	1,571	127152,72	8527,48	4,06	8,21	-4,15	32,84	cumpl

Fuente: ACI 318-19

Una vez que se verifique que la sección resiste a cortante, se calcula la separación de estribos según el armado mínimo de cortante:

$$A_{v,min} = \frac{3.5b_w \cdot s}{F_y}$$

Para hallar la separación de estribos, se tiene que tomar en cuenta que la distancia mínima desde la cara de la columna al primer estribo es de 5cm.

18.6.4.4 El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara de la columna de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de (a) hasta (d):

Luego se determina la distancia L_o , la cual es medida a partir de la cara del nudo, se calcula el valor y se escoge el máximo en dependencia de:

L_o no puede ser menor que:

- Una sexta parte de la luz libre del elemento.
- La máxima dimensión de su sección transversal.
- 450 mm.

Por lo tanto, la separación mínima de estribos en una distancia L_o y en la zona central, se basa en los siguientes requerimientos, de estos se escoge el mínimo valor comparando con todas las separaciones calculadas con anterioridad:

b) Separación [NEC-SE-HM, 4.3.4b]; [ACI, 18.7.5.3]

La separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder la menor de:

- La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento.
- Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor.
- s_o definido por:

$$s_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right) [mm]$$

Donde:

s_o = Espaciamiento centro a centro del refuerzo transversal dentro de una longitud L_o (mm); s_o no debe ser mayor a 150 mm y no es necesario tomarlo menor a 100 mm.

h_x = Espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos.

Ilustración 3-25: separación de refuerzo transversal

Fuente: ACI 318-19

Tabla 3-35: número de varillas

Armado mínimo de cortante	Distancia (Lo)				Espaciamiento mínimo de estribos en Lo				N varillas en Lo	Espaciamiento mínimo zona central				N varillas parte central		
	S	Lo>=L libre/6	Lo>=max dimensión sección	Lo>=45	Lo Max	S<=6ØL	S<=dimensión min/4	S<=10		S mínimo	u	S<=6ØL	S<=dimensión min/4	S<=15	S mínimo	d central
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	u	cm	cm	cm	cm	cm	cm
31,42	62	60	45	62	12	15	10	10	7,0	12	15	15	12	246,67	20	
37,70	62	60	45	62	12	13	10	10	7,0	12	13	15	12	246,67	20	

Fuente: propia

Por último, se determina el gancho que se usará para los estribos, la norma ACI 318-19 establece los siguientes criterios en dependencia del tipo de gancho y el diámetro de la barra:

Tabla 25.3.2 — Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta ⁽¹⁾ ℓ_{ext} , mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
Gancho de 135 grados	No. 10 a No. 16	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	No. 19 a No. 25	$6d_b$		

Ilustración 3-26: diámetro mínimo interior de doblado

Fuente: ACI 318-19

En este caso el gancho que se usa es de 135 grados, por lo tanto, se calcula el diámetro interior mínimo de doblado y la extensión recta del gancho.

Tabla 3-36: diámetro de gancho

Diámetro de la barra	Diámetro int min de doblado	Extensión recta ℓ_{ext} (mm)	
		$6d_b$	ℓ_{ext}
db	4db	6db	ℓ_{ext}
cm	cm	cm	cm
1,00	4	6	7,5
1,00	4	6	7,5

Fuente: ACI 318-19

3.6.4 Comprobación columna fuerte-viga débil

Para verificar esta condición de columna fuerte-viga débil, la columna debe tener una capacidad de un 20% adicional a la capacidad de la viga.

$$\frac{\text{Capacidad de Columna}}{\text{Capacidad de Viga}} \geq 1.20$$

Por lo tanto, se elige por tipo la columna más desfavorable en el primer piso, en este caso se tiene secciones de 60x60 y 50x50 cm; se realiza las siguientes comprobaciones:

En primer lugar, se analiza las vigas en el eje x donde se tiene secciones de 30x60cm, se elige la que tenga el mayor refuerzo y se calcula la resistencia probable a flexión, empleando las siguientes expresiones:

$$M_p = \frac{1.25 * A_s(\pm) * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}{1.02}$$

$$a = \frac{A_s * \alpha * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Donde:

$$\alpha=1.25$$

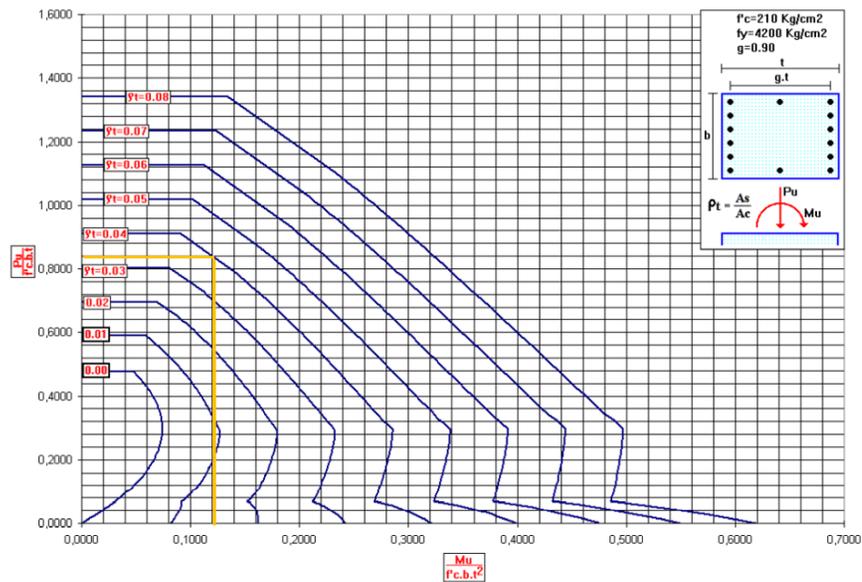
Tabla 3-37: resistencia probable a flexión

Dirección	Eje	Dimensiones Viga			VIGA			
		d	b	h	As	a	Mp	MpV total
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	cm	Kg-cm	Kg-cm
x	Superior	56	30	60	8,65	7,42	2328051	4638587,85
	inferior				8,58	7,36	2310537	
Y	Superior	56	30	60	3	2,57	844836,7	1689673,44
	inferior				3	2,57	844836,7	
x	Superior	56	30	60	3	2,57	844836,7	1689673,44
	inferior				3	2,57	844836,7	
Y	Superior	56	30	60	5,28	4,53	1460336	2305172,36
	inferior				3	2,57	844836,7	

Fuente: propia

Una vez que se calcule los momentos en vigas, se procede a encontrar el valor de los momentos en las columnas, para esto, se usa el valor de la resistencia nominal a carga axial de la sección transversal calculado en el diseño de columnas.

Luego se define la rectangularidad de la sección de la columna, dividiendo el lado menor para el mayor, de esta manera se elige el diagrama de iteración que corresponda según el tipo de sección con el número de varillas y la resistencia del hormigón.



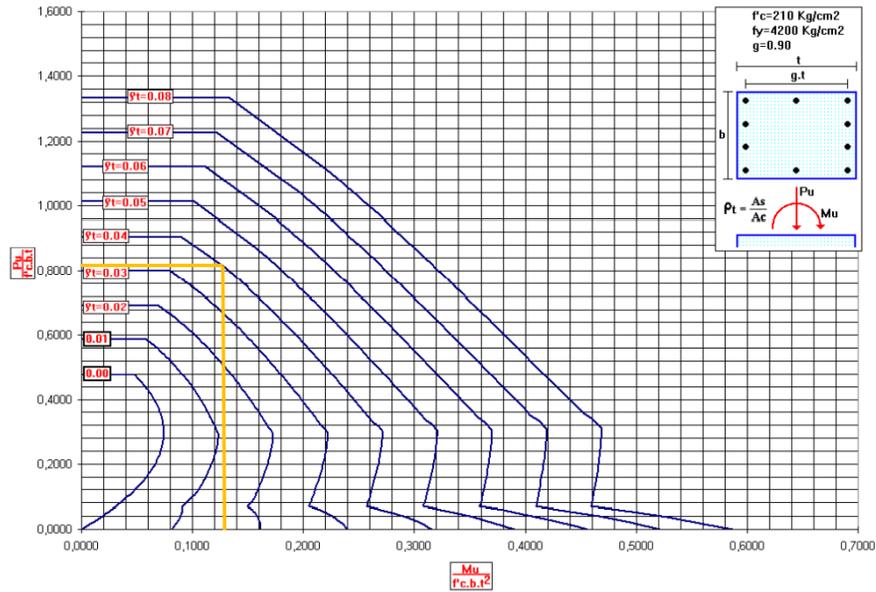


Ilustración 3-27:rectangularidad de la columna

Fuente: ACI 318-19

Con el valor de la resistencia nominal a carga axial de la sección transversal, se encuentra K_n máxima y en el diagrama se traza una recta hasta la primera curva de cuantía, se proyecta de forma perpendicular y se encuentra R_n máximo, se despeja la formula y se encuentra el valor de M_n .

Tabla 3-38:resistencia nominal

Dirección	Eje	Dimensiones Columna			COLUMNAS					
		d	b	h	Pn	g	Kn max	Rn max	Mn	Mn total
		(cm)	(cm)	(cm)	(kg)				(kg-cm)	Kg-cm
x	Superior	56	60	60	728122,608	1,0	0,84	0,12	6220800,00	12441600,00
	inferior				728122,608					
Y	Superior	56	60	60	728122,608	1,0	0,84	0,12	6220800,00	12441600,00
	inferior				728122,608					
x	Superior	56	50	60	590030,434	0,9	0,82	0,13	5616000,00	11232000,00
	inferior				590030,434					
Y	Superior	56	50	60	590030,434	0,9	0,82	0,13	5616000,00	11232000,00
	inferior				590030,434					

Fuente: propia

Se tiene la capacidad total en la columna y en la viga, por lo tanto, se aplica la formula y se comprueba que cumpla con el requerimiento.

$$\frac{\text{Capacidad de Columna}}{\text{Capacidad de Viga}} \geq 1.20$$

Tabla 3-39: capacidad de columna y viga

MnC total/MpV total Kg-cm	(MnC total/MpV total) $\geq 1,2$
2,68219562	Cumple
7,3633163	Cumple
6,64743832	Cumple
4,87252068	Cumple

Fuente: ACI 318-19

3.6.5 Diseño de nudos viga-columna

Se analiza las columnas más desfavorables en el primer piso, y se verifica que cumpla con las condiciones necesarias. Como primer paso se calcula el área de la sección efectiva dentro del nudo (A_j), para esto se cuenta con un esquema que detalla la norma ACI 318-19:

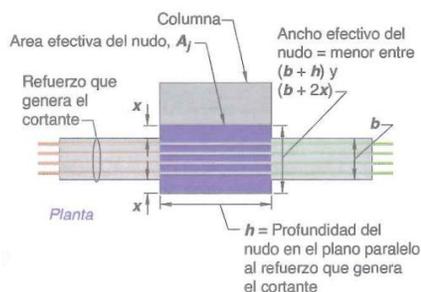


Ilustración 3-28: sección efectiva dentro del nudo

Fuente: ACI 318-19

Una vez que se calcule el área efectiva del nudo tanto en el eje X y Y, se comprueba que sea menor o igual a el área de la sección de la columna.

Tabla 3-40: comprobación de área efectiva

Columna	Dirección	b viga	h viga	L viga	$\emptyset t$	b col	h col	L col	Acol	2x	b+h	b+2x	Ancho efectivo nudo (bj)	Aj	Aj \leq Acol
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm	cm	cm	cm	cm ²	

60x60	Y	25	40	0	1	60	60	370	3600	35	85	60	60	3600	cumple
	x	30	60	500	1	60	60	370	3600	30	90	60	60	3600	cumple

Columna	Dirección	b viga	h viga	L viga	Ø t	b col	h col	L col	Ac col	2x	b+h	b+2x	Ancho efectivo nudo (bj)	Aj	Aj ≤ Acol
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
50x60	Y	25	40	275	1	50	60	370	3000	25	85	50	50	3000	cumple
	x	25	40	0	1	50	60	370	3000	35	75	60	60	3000	cumple

Fuente: propia

Posteriormente se verifica las condiciones con las que cumple el nudo, para según eso ver el caso al que pertenece y emplear la fórmula de resistencia nominal del nudo a cortante, en este caso la norma detalla los siguientes criterios:

15.2.6 Una extensión de la columna que se supone provee continuidad a través del nudo viga-columna en la dirección del cortante en el nudo considerado, debe cumplir (a) y (b):

- (a) La columna se extiende por encima del nudo al menos una longitud igual a la dimensión de la columna h medida en la dirección del cortante del nudo considerado.
- (b) El refuerzo longitudinal y transversal de la columna localizada debajo del nudo se continúa a través de la extensión.

15.2.7 Una extensión de la viga que provee continuidad a través del nudo viga-columna en la dirección del cortante en el nudo considerado, debe cumplir (a) y (b):

- (a) La viga se extiende más allá de la cara del nudo al menos una longitud igual a la altura de la viga h .
- (b) El refuerzo longitudinal y transversal de la viga en la cara opuesta del nudo se continúa a través de la extensión.

15.2.8 Un nudo viga-columna se puede considerar confinado en la dirección del cortante en el nudo considerado si existen dos vigas transversales que cumplan con (a), (b) y (c):

- (a) El ancho de cada viga transversal es al menos tres cuartos del ancho de la cara de la columna al cual llega la viga.
- (b) Las vigas transversales se extienden al menos una distancia igual a la altura de la viga h más allá de las caras del nudo.
- (c) Las vigas transversales disponen de al menos dos barras continuas tanto superiores como inferiores que cumplan con 9.6.1.2 y disponen de estribos de barra No. 10, o mayor, que cumplan con 9.6.3.4 y 9.7.6.2.2.

Ilustración 3-29: verificaciones del nudo

Fuente: ACI 318-19

Tabla 3-41: resultados del nudo

Columna	15,2,6 Continuidad en columna	15,2,7 Continuidad en viga	15,2,8 Confinado en la dirección del cortante

60x60	Lcol>=h col	Columna	L viga>=h viga	Viga en la dirección de Vn	b viga>=3/4 cara col a la que llega la viga	L viga>=h viga	As>=Asmin	Øt>= Øtmin	Confiando por vigas transversales 15.2.8
			cm		cm	cm2			
Y	cumple	continua	no cumple	otras	no cumple	no cumple	cumple	cumple	no es confinado
X	cumple	continua	cumple	continua	no cumple	cumple	cumple	cumple	no es confinado

columna	15,2,6 Continuidad en columna		15,2,7 Continuidad en viga		15,2,8 Confinado en la dirección del cortante				
50x60	Lcol>=h col	Columna	L viga>=h viga	Viga en la dirección de Vn	b viga>=3/4 cara col a la que llega la viga	L viga>=h viga	As>=Asmin	Øt>= Øtmin	Confiando por vigas transversales 15.2.8
			cm		cm	cm	cm2		
Y	cumple	continua	cumple	continua	no cumple	cumple	cumple	cumple	no es confinado
X	cumple	continua	no cumple	otras	no cumple	no cumple	cumple	cumple	no es confinado

Fuente: propia

La norma, establece los siguientes casos:

Columna	Viga en la dirección de V_n	Confinado por vigas transversales de acuerdo con 15.2.8	$V_n, N^{(1)}$
Continua o cumple con 15.2.6	Continua o cumple con 15.2.7	Confinada	$2.0\lambda\sqrt{f'_c} A_j$
		No confinada	$5.3\lambda\sqrt{f'_c} A_j$
	Otras	Confinada	$1.7\lambda\sqrt{f'_c} A_j$
		No confinada	$4.0\lambda\sqrt{f'_c} A_j$

Ilustración 3-30: continuidad de columna

Fuente: ACI 318-19

Columna 60x60cm:

En el eje Y cumple con los casos de: continuidad en la columna, en el apartado de viga en la dirección de Vn es otras y no es confinado por vigas transversales; por lo tanto, se emplea la siguiente expresión para hallar el cortante nominal:

$$4.0\lambda\sqrt{f'_c} A_j$$

En el eje X presenta los siguientes casos: continuidad en la columna, en el apartado de viga en la dirección de V_n es continua y no es confinado por vigas transversales; por lo tanto, se emplea la siguiente expresión para hallar el cortante nominal:

$$5.3\lambda\sqrt{f'_c} A_j$$

Tabla 3-42: cortante nominal

Eje	ϕV_n	V_u	$\phi V_n \geq V_u$
	kg	kg	kg
Y	167313	13797,96	cumple
X	223363	13797,96	cumple

Fuente: propia

Columna 50x60cm:

En el eje Y cumple con los casos de: continuidad en la columna, en el apartado de viga en la dirección de V_n es continua y no es confinado por vigas transversales; por lo tanto, se emplea la siguiente expresión para hallar el cortante nominal:

$$5.3\lambda\sqrt{f'_c} A_j$$

En el eje X presenta los siguientes casos: continuidad en la columna, en el apartado de viga en la dirección de V_n es otras y no es confinado por vigas transversales; por lo tanto, se emplea la siguiente expresión para hallar el cortante nominal:

$$4.0\lambda\sqrt{f'_c} A_j$$

Tabla 3-43: resistencia nominal

Eje	ϕV_n	V_u	$\phi V_n \geq V_u$
	kg	kg	kg
Y	184741	8527,48	cumple
X	139427	8527,48	cumple

Fuente: propia

3.6.6 Diseño de losas

Para el diseño de losas, se establece condiciones iniciales y dimensiones tentativas de la losa nervada:

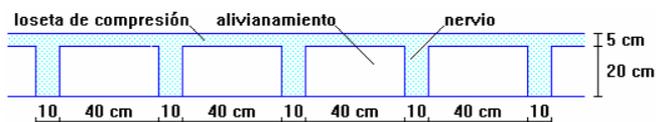


Ilustración 3-31: losa nervada

Fuente: ACI 318-19

Tabla 3-44: dimensiones tentativas de losa nervada

f'c	240	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²
e Losa	25	cm
loseta de compresión	5	cm
nervios	10	cm
Alivianamientos	40	cm
	40	cm
	20	cm
recubrimiento	3	cm
Ø	0,9	

Fuente: ACI 318-19

En primera instancia se revisa el control de Deflexiones, donde el peralte equivalente de la losa nervada se calcula determinando la altura de una losa maciza que tenga la misma inercia que la losa nervada propuesta.

Por lo tanto, se calcula el área de la sección T y la posición del centro de gravedad de la viga T con relación a la base del alma:

$$y_G = \frac{M}{A}$$

Luego se calcula la inercia de la viga T con relación a su centro de gravedad y se iguala a la inercia de la losa maciza, obteniendo el valor de la altura equivalente.

Tabla 3-45: altura equivalente

Bt	At	Y1	Y2	Mt	YG	Inercia T	h equiv
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------------	----------------

cm	cm²	cm	cm	cm³	cm	cm⁴	cm
50	450	22,5	10	7625	16,94	24548,61	18,06

Fuente: propia

Una vez encontrada la altura equivalente, se toma el paño más desfavorable, es decir, aquel que tenga las luces más grandes y se calculan los valores de α en los cuatro bordes de la losa, utilizando la siguiente formula:

$$\alpha = \frac{E_{\text{viga}} \cdot I_{\text{viga}}}{E_{\text{losa}} \cdot I_{\text{losa}}} = \frac{I_{\text{viga}}}{I_{\text{losa}}}$$

Tabla 3-46: alfa en paños de losa

Eje C y G						
b Viga 7-8	h Viga 7-8	Ln	I viga	b losa C	I losa C	α_C
cm	cm	cm	cm⁴	cm	cm⁴	
25	40	586	133333,3333	498	244504,167	0,55
Eje 8						
b Viga C-G	h Viga C-G	Ln	I viga	b losa C	I losa C	α_8
cm	cm	cm	cm⁴	cm	cm⁴	
30	60	996	540000	293	143854,861	3,75
Eje 7						
b Viga C-G	h Viga C-G	Ln	I viga	b losa	I losa C	α_7
cm	cm	cm	cm⁴	cm	cm⁴	
30	60	996	540000	578,5	284027,431	1,90

Fuente: ACI 318-19

Después se calcula el valor medio de α y se define la fórmula de h_{min} en dependencia del valor encontrado de α_m :

$$\alpha_m = (\alpha_A + \alpha_B + \alpha_2 + \alpha_3) / 4$$

En este caso, al estar en el rango de mayor a 0.2 y menor a 2, se utiliza la expresión:

si α_m es menor que 2 y mayor que 0.2 es:

$$h_{min} = \frac{L_n (800 + 0.0712F_y)}{36000 + 5000\beta(\alpha_m - 0.2)}$$

Luego se encuentra la relación de forma del paño y se calcula la altura mínima (h_{min}), la cual debe ser mayor o igual a 12cm y menor a la altura equivalente.

β : relación de forma del panel = panel largo libre / panel corto libre

Tabla 3-47:alfa promedio

α_m	Ln min	β	hmin	hmin ≥ 12	hequiv $> hmin$
			cm	cm	cm
1,69	586	1,70	13,24	cumple	cumple

Fuente: propia

Como segundo punto, se determina las cargas de diseño aplicadas en la losa, por lo tanto, se toma el caso más desfavorable, es decir la losa que tenga las mayores cargas, siendo la segunda planta:

Tabla 3-48:cargas de diseño

PLANTA 2		
Carga Muerta (D)	0,013	kg/cm2
Carga Viva (L)	0,061	kg/cm2
q	0,1132	kg/cm2
	1132	Kg/m2

Fuente: propia

Luego se define el modelo al que pertenece cada paño para establecer sus coeficientes, teniendo en cuenta que las tablas consideran el lado menor en el eje X y el mayor en Y, en el caso que no se tenga el lado más corto en X, se intercambian los coeficientes de X con Y; además, se debe considerar los siguiente:

-  empotramiento
-  apoyo con rotación alrededor de la línea punteada
-  borde libre

El ejemplo de un modelo usado en un paño de la losa, es el siguiente:

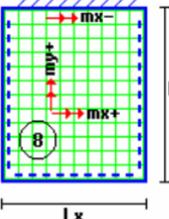
Losa	Fórmula	Coef	Lx / Ly					
			1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$	δ	569	754	979	1230	1469	1644
	$M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$	m_{y+}	433	587	775	984	1183	1329
	$M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$	m_{x-}	1118	1225	1304	1334	1308	1246
	$M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	m_{x+}	616	654	659	615	527	434

Ilustración 3-32:paño de losa

Fuente: Marcelo Romo Proaño

Una vez que se establezcan los coeficientes que corresponde a cada paño, se calcula los momentos últimos positivos y negativos para cada eje, utilizando la formula:

$$\bar{M} = 0.0001 \bar{m} \cdot q \cdot L_x^2$$

Tabla 3-49: momentos últimos

Losa	Losa tipo	Lx(m)	Ly (m)	Lx/Ly	my (-)	my (+)	mx (-)	mx (+)	Muy (-) Kg-m/m	Muy (+) Kg-m/m	Mux (-) Kg-m/m	Mux (+) Kg-m/m
7-8-C-G	8	6,16	10,21	0,6	1308	527	0	1183	5618,00	2264,00	0	5082,00
6-7-C-G	4	6,01	10,21	0,6	1288	525	0	952	5266,00	2147,00	0	3893,00
5-6-C-G	4	3,08	10,21	0,3	1288	525	0	952	1383,00	564,00	0	1022,00
4-5-B-G	4	3,58	10,46	0,3	1268	400	0	1191	1840,00	580,00	0	1728,00
2-4-A-B	8	2,9	4,32	0,7	0	984	1334	615	0,00	937,00	1270	585,00
1-2-A-B	6	2,9	5,85	0,5	1353	782	764	238	1288,00	744,00	727	227,00
1-3-B-D	5	3,5	7,42	0,5	878	458	0	178	1218,00	635,00	0	247,00
2-4-D-G	4	4,32	6,96	0,6	1288	525	0	952	2721,00	1109,00	0	2011,00
1-2-D-E	3	1,96	5,85	0,3	888	464	520	177	386,00	202,00	226	77,00
1-2-E-H	2	5,21	5,85	0,9	736	362	779	368	2262,00	1112,00	2394	1131,00

Fuente: propia

Como siguiente paso, se calcula la cantidad de acero que requiere la losa, teniendo en cuenta que el refuerzo para momento flector positiva se calcula con un ancho de compresión de 100 cm, correspondiente a la loseta de compresión, y la armadura para momento flector negativo con un ancho efectivo de 20 cm, pues la zona comprimida corresponde a dos nervios.

Además, se calcula la cantidad de acero mínimo, en base a la cuantía mínima, de esta manera se compara que el acero encontrado sea mayor o igual al mínimo.

Otro aspecto importante, es que el acero escogido se divide para dos, ya que en el metro cuadrado de losa analizado se cuenta con dos nervios. Así, se obtiene el número y diámetro de varillas que se requiere para satisfacer el refuerzo requerido.

Tabla 3-50:acero requerido

Losa	M (Kg-m/m)	b (cm)	d(cm)	f'c (kg/cm2)	f'y (kg/cm2)	As (cm2/cm)			(cm2/nervio)	N varillas	Ø (cm)	As (cm2/nervio)	As calculado>=As (cm2/nervio)	
7-8-C-G	Muy (-)	561800,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	8,411	8,41	4,21	4	1,2	4,52	cumple
	Muy (+)	226400,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	2,758	2,76	1,38	1	1,4	1,54	cumple
	Mux (+)	508200,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	6,297	6,30	3,15	2	1,6	4,02	cumple
6-7-C-G	Muy (-)	526600,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	7,731	7,73	3,87	2	1,6	4,02	cumple
	Muy (+)	214700,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	2,614	2,61	1,31	1	1,4	1,54	cumple
	Mux (+)	389300,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	4,789	4,79	2,39	2	1,4	3,08	cumple
5-6-C-G	Muy (-)	138300,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	1,733	1,73	0,87	1	1,2	1,13	cumple
	Muy (+)	56400,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	0,680	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Mux (+)	102200,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	1,236	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
4-5-B-G	Muy (-)	184000,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	2,341	2,34	1,17	1	1,4	1,54	cumple
	Muy (+)	58000,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	0,700	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Mux (+)	172800,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	2,099	2,10	1,05	1	1,2	1,13	cumple
2-4-A-B	Muy (+)	93700,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	1,133	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Mux (-)	127000,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (-)	1,586	1,59	0,79	1	1,2	1,13	cumple
	Mux (+)	58500,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	0,706	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
1-2-A-B	Muy (-)	128800,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	1,609	1,61	0,80	1	1,2	1,13	cumple
	Muy (+)	74400,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	0,898	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Mux (-)	72700,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (-)	0,893	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
1-3-B-D	Mux (+)	22700,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	0,273	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Muy (-)	121800,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	1,519	1,52	0,76	1	1,0	0,79	cumple
	Muy (+)	63500,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	0,766	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
2-4-D-G	Mux (+)	24700,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	0,297	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Muy (-)	272100,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	3,570	3,57	1,79	1	1,6	2,01	cumple
	Muy (+)	110900,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	1,342	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
1-2-D-E	Mux (+)	201100,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	2,446	2,45	1,22	1	1,4	1,54	cumple
	Muy (-)	38600,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	0,469	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Muy (+)	20200,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	0,243	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Mux (-)	22600,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (-)	0,274	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
1-2-E-H	Mux (+)	7700,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	0,093	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Muy (-)	226200,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (-)	2,919	2,92	1,46	1	1,4	1,54	cumple
	Muy (+)	111200,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asy (+)	1,346	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple
	Mux (-)	239400,00	20,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (-)	3,104	3,10	1,55	1	1,6	2,01	cumple
	Mux (+)	113100,00	100,00	22,00	240,00	4200,00	Asx (+)	1,369	1,47	0,73	1	1,0	0,79	cumple

Fuente: propia

3.6.6.1 Diseño a cortante

Los requerimientos necesarios se basan en que las secciones críticas de las losas, para el diseño a cortante, se ubican en los sectores de ordenada máxima de los triángulos y trapecios, próximos a las vigas de apoyo, por lo tanto, es necesario comprobar en cada paño de la losa.

\emptyset	0,75	
hormigón	2400	kg/m ³

Tabla 3-51: secciones críticas de la losa

EJE C-G		
q	1132	KG/M ²
Sección crítica (d)	22	cm
eje C-G	1021	cm
(eje C-G)/2	510,5	cm
b viga	25	cm
Ln	996	cm
y	34,5	cm
y crítica	4,76	m

EJE 7-8		
Sección crítica (d)	22	cm
eje 7-8	616	cm
(eje 7-8)/2	308	cm
b viga	30	cm
Ln	586	cm
y	37	cm
y crítica	2,71	m

Fuente: propia

Donde:

L_n : claro libre en la dirección larga del panel, medido de cara a cara de las columnas en losas sin vigas, y de cara a cara de las vigas en losas sustentadas sobre vigas

De los datos mostrados en la tabla, se conoce que las longitudes de los ejes varían en dependencia del paño a analizar, al igual que la viga que se ubique en dicho paño, por lo que la distancia Y crítica cambia.

Se toma la sección a analizar y la carga última que soporta, además es necesario establecer la sección crítica de diseño, mediante la diferencia de la altura de la losa y el recubrimiento

	1	4,305	4873,26	60	4,92	8,21	cumple
--	---	-------	---------	----	------	------	--------

EJE	nervios	30	cm
	peso adicional	92,16	kg

7-8	Ancho sección de diseño (m)	Y crítica (m)	Vu (kg)	b nervios (cm)	Vu (kg/cm ²)	Vc (kg/cm ²)	Vu ≤ (kg/cm ²)
	1	2,28	2580,96	60	2,61	8,21	cumple

Fuente: propia

Los resultados mostrados son en el paño más desfavorable, el mecanismo que se ha empleado se sigue en el resto de paños.

3.6.7 Diseño de cimentaciones

Para el diseño de cimentaciones se parte de ciertos parámetros:

Tabla 3-54: parámetros de cimentaciones

f'c	240	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²
Capacidad resistente admisible suelo (qa)	2	kg/cm ²
nivel de cimentación	1,5	m

Fuente: ACI 318-19

Se considera la ubicación de la zapata, es decir, en el proyecto se ha diseñado zapatas centralizadas, esquineras y medianeras. Cada cimentación se ha diseñado de acuerdo con los tipos de secciones de columnas que se tenga, verificando las que son las más desfavorables, es decir, las que tengan mayores cargas de servicio.

3.6.7.1 Zapata centralizada

El ejemplo presenta el diseño de la columna más desfavorable de 60x60:

Tabla 3-55: columna más desfavorable

COLUMNA CENTRAL 60X60			
Carga de servicio	D	L	(D+L)
P (kg)	94045,02	44470,11	138515,13
Mx (kg-cm)	68156,59	16668,87	84825,46
My (kg-cm)	170054,92	64943,8	234998,72
PU (kg)	184006,2		
MUx (kg-cm)	108458,1		
MUy (kg-cm)	307975,984		

Fuente: propia

Una vez que se tengan establecidas las cargas, se dimensiona la base y largo de la zapata dependiendo de las longitudes del paño y en función del área.

$$A = \frac{P}{q_a}$$

Para saber si las dimensiones encontradas son las adecuadas, se comprueba las excentricidades tanto en X como en Y, las cuales deben ser menor o iguales a un sexto de la base y de la longitud, respectivamente. Además, se calcula la carga máxima (qmax) y se comprueba que sea menor o igual a la capacidad resistente admisible del suelo (qa), para ello se emplean las siguientes expresiones:

$$e_x = \frac{M_y}{P} \quad e_y = \frac{M_x}{P} \quad e_x < b/6 \quad e_y < L/6$$

$$q_{\max} = \frac{P}{A} \left[1 + \frac{6e_x}{b} + \frac{6e_y}{L} \right]$$

Tabla 3-56: dimensiones

DIMENSIONES														
L Paño	b paño	L/b	A	b	b	L	L	ex	ey	ex<b/6	ey<l/6	qmax	qmax<=qa	% incremen de secci
m	m		cm2	cm	cm	cm	cm	cm	cm			kg/cm2	kg/cm2	de secci
5,085	5,225	1	69257,57	263,17	260	266,37525	270	1,70	0,61	cumple	cumple	2,07725338	no cumple	1,03
			71932,75566	268,20	270	266,417614	270	1,70	0,61	cumple	cumple	1,99756288	cumple	

Fuente: propia

Una vez que se sepa que las dimensiones en planta propuestas para el plinto son apropiadas, se calculan las excentricidades en los dos ejes, pero con las solicitaciones ultimas, a partir de estas, se obtiene las reacciones del suelo bajo cargas ultimas.

$$e_x = \frac{Mu_y}{Pu} \quad e_y = \frac{Mu_x}{Pu}$$

$$q_1 = \frac{Pu}{A} \left[1 + \frac{6e_x}{b} + \frac{6e_y}{L} \right]$$

$$q_2 = \frac{Pu}{A} \left[1 - \frac{6e_x}{b} + \frac{6e_y}{L} \right]$$

$$q_3 = \frac{Pu}{A} \left[1 + \frac{6e_x}{b} - \frac{6e_y}{L} \right]$$

$$q_4 = \frac{Pu}{A} \left[1 - \frac{6e_x}{b} - \frac{6e_y}{L} \right]$$

Tabla 3-57: reacciones del suelo bajo cargas últimas

Reacciones del suelo bajo cargas ultimas						
A	ex	ey	q1	q2	q3	q4
cm2	cm	cm	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
72900	1,67	0,59	2,65	2,46	2,58	2,40

Fuente: propia

Los estados de carga últimos se utilizan para calcular el espesor del plinto y el refuerzo requerido, debido a que la capacidad resistente del hormigón y del acero se cuantifica mediante esfuerzos de rotura y esfuerzos de fluencia.

3.6.7.1.1 Diseño a cortante

Los parámetros establecidos son los siguientes:

Tabla 3-58: parámetros

Ø	0,75	
Recubrimiento min acero	7,5	cm
Ø varillas X-Y	1,6	cm

Fuente: ACI 318-19

En primer lugar, se asume una altura tentativa para el plinto, y una distancia desde la cara inferior de hormigón hasta la capa de refuerzo de 10 cm en la dirección X y 8 cm en la dirección Y. por lo que, la sección crítica se determina con la diferencia de la altura del plinto menos la distancia en Y o en X.

El diseño se realiza a cortante tipo viga y a cortante por punzonamiento. Para ambos casos se utilizan los estados de carga últimos.

Cortante tipo viga

Es necesario determinar la carga máxima y mínima en los dos ejes, y la distancia crítica donde actúa la fuerza cortante, con estos valores se calcula la carga en la sección crítica mediante relación de triángulos.

$$q_{\text{máx}} = \frac{P_u}{A} \left[1 + \frac{6e_x}{b} \right] \quad q_{\text{máx}} = \frac{P_u}{A} \left[1 + \frac{6e_y}{L} \right]$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{P_u}{A} \left[1 - \frac{6e_x}{b} \right] \quad q_{\text{mín}} = \frac{P_u}{A} \left[1 - \frac{6e_y}{L} \right]$$

Luego se calcula la fuerza cortante sobre la sección crítica y posteriormente el esfuerzo cortante, este último valor debe ser menor o igual al esfuerzo de corte que es capaz de resistir el hormigón.

$$v_u = \frac{V_u}{\phi \cdot b \cdot d} \quad v_c = 0.53\sqrt{f'_c}$$

Tabla 3-59: cortante tipo viga

Cortante tipo viga												
Eje	dimensiones columna	h plinto	distancia cara inf horm hasta refuerzo	Sección crítica (d)	q max	q min	x crítico	q crítico	Vu	Vu	Vc	Vu ≤ Vc
	cm	cm	cm	cm	kg/cm ²	kg/cm ²	cm	Kg/cm ²	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
X	60	45	10	35	2,62	2,43	70	2,569 3	49019, 64	6,92	8,21	cumple
Y	60	45	8	37	2,56	2,49	68	2,540 5	46796, 43	6,25	8,21	cumple

Fuente: propia

Se aprecia que el esfuerzo de corte solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, por lo que el peralte del plinto es aceptable para la solicitación

Cortante por punzonamiento

El diseño a cortante por punzonamiento, se analiza en el eje X y Y, se debe considerar que la sección crítica a punzonamiento se sitúa alrededor de la columna con una separación de $d/2$ de sus caras, por lo que es necesario hallar el esfuerzo centroidal con la siguiente formula:

$$\bar{q} = \frac{P_u}{A}$$

Al igual que en el diseño a cortante tipo viga, se determina la sección crítica de punzonamiento y se encuentra la fuerza y el esfuerzo cortante por punzonamiento,

utilizando las expresiones antes mencionadas. En este caso, la capacidad resistente del hormigón se encuentra así:

$$v_c = 1.06\sqrt{f'c}$$

Tabla 3-60: cortante por punzonamiento

Cortante por punzonamiento							
Eje	d/2	q centroidal	dimensiones punzonamiento	Vu	Vu	Vc	Vu<=Vc
	cm	Kg/cm2	cm	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
X	17,5	2,52	95,00	160746,71	15,50	16,42	cumple
Y	18,5		97,00				

Fuente: ACI 318-19

Como se puede observar en los resultados, el esfuerzo de corte por punzonamiento solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, por lo que el peralte del plinto es aceptable para la solicitación analizada.

3.6.7.1.2 Diseño a flexión

Las secciones críticas de diseño a flexión en los dos ejes se ubican en las caras de la columna y se aprecia que el refuerzo requerido será mayor en la franja en que se encuentra el máximo esfuerzo espacial de reacción del suelo.

Por lo tanto, se requiere de las reacciones del suelo bajo cargas ultimas, en el eje X de q1 y q2, y en el eje Y de q1 y q3; de igual manera, se determina la distancia critica donde actúa la fuerza y con estos valores se calcula la carga en la sección critica mediante relación de triángulos.

Posteriormente, para un ancho de diseño de 100 cm, calcula el momento flector en la zona crítica, que subdivide la carga trapezoidal en una carga rectangular, más una carga triangular de ordenada máxima y se determina la cantidad de acero que necesita la sección para resistir dicho momento.

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

Donde:

Ø:0.9

También se calcula el refuerzo mínimo en 100 cm, según la cuantía mínima, de los refuerzos calculados se escoge el máximo.

$$\rho_{\min} = \frac{14}{F_y} ; \quad A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

Tabla 3-61:refuerzo mínimo

Eje	dimensiones columna	ancho de diseño (b)	d	q1	q2, q3	x crítico	q crítico	Mu	As	cuantía min	As min	As
	cm	cm	cm	kg/cm2	kg/cm2	cm	Kg/cm2	Kg-cm	cm2		cm2	cm2
X	60	100	35	2,65	2,46	105	2,58	1447964,696	11,32	0,003	11,67	11,67
Y	60	100	37	2,65	2,58	105	2,63	1456656,795	10,74	0,003	12,33	12,33

Fuente: propia

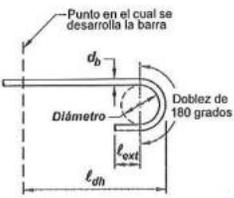
De esta manera, se calcula la cantidad de acero equivalente para las dimensiones reales de la cimentación y se obtiene el número de varillas necesarias para satisfacer la armadura.

Tabla 3-62:acero para ancho analizado

Acero para ancho analizado					
As (x)	N varillas	Ø	As	Separación	Armado
cm2	u	u	cm2	cm	
31,50	16	1,6	32,16990877	15	1Ø16@15
33,30	17	1,6	34,18052807	14	1Ø16@14

Fuente: propia

Finalmente, se determina las dimensiones del gancho con el que se va a trabajar, en este caso de 180 grados, se encuentra el diámetro interior mínimo de doblado y la extensión recta, cumpliendo con los siguientes requerimientos establecidos por la norma:

Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

^[1] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblado y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

Ilustración 3-33: dimensiones de gancho

Fuente: ACI 318-19

Tabla 3-63: diámetro gancho

db	Diámetro int min de doblado	Extensión recta l_{ext} (cm)	
		4db (cm)	l_{ext} (cm)
1,6	6db (cm)	6,4	6,5
1,6	9,6	6,4	6,5

Fuente: propia

3.6.7.2 Zapata esquinera

Los requerimientos necesarios para el diseño de este tipo de cimentación son los siguientes:

Tabla 3-64: requerimientos de zapata esquinera

f'c	240	kg/cm ²
f_y	4200	kg/cm ²
Capacidad resistente admisible suelo (q_a)	2	kg/cm ²
D_f	2	m
C	100	cm
h	50	cm
E_s	230	kg/cm ²
Coef de Poisson μ	0,25	suelos granulares
λ	0,75	empotrado

Fuente: ACI 318-19

Se determinan las cargas de servicio y se dimensiona la base y largo de la cimentación, las cuales deben ser iguales ya que se requiere una zapata cuadrada, estos valores se encuentran en función de la carga axial (P) y la capacidad resistente admisible suelo (q_a).

Tabla 3-65: cargas de servicio

COLUMNA ESQUINERA 60X60			
Carga de servicio	D	L	(D+L)
P (kg)	82040,63	32254,22	114294,85
Mx (kg-cm)	38642,1	55754,58	94396,68
My (kg-cm)	113612,42	39697,28	153309,70
PU (kg)	150055,508		
MUx (kg-cm)	135577,848		
MUy (kg-cm)	199850,552		

Fuente:propia

$$A = \frac{P}{q_a}$$

Una vez que se predimensione la sección, se calcula el momento resultante en función de momento en X y en Y.

$$M_r = \sqrt{M_1^2 + M_2^2}$$

Para encontrar el módulo de balasto (k) se requiere calcular el módulo de balasto lineal (KL), donde Es es el módulo de elasticidad del suelo y el Coeficiente de Poisson μ que en este caso es de 0.25 para suelos granulares. Y el factor de corrección por la relación de aspecto de la zapata que depende de sus dimensiones.

$$K_L = \frac{E_s}{B(1 - \mu^2)} \quad f = \frac{1 + 0.50 \left(\frac{b}{L}\right)}{1.5} \quad K = \frac{f}{0.67} K_L$$

Además, para encontrar el valor de la fuerza T, es necesario hallar la inercia y módulo de elasticidad de la columna. Por último, se calcula el esfuerzo máximo y se comprueba que sea menor o igual a la capacidad resistente admisible del suelo (q_a).

$$T = \frac{P(B - b) \frac{\sqrt{2}}{2} - M_r}{\left[C + h + \frac{KB^4 \lambda^2 C^2}{36EI_0} \right]}$$

$$q_{max} = \frac{P}{B^2} + \frac{KB\sqrt{2}\lambda^2 L^2}{6EI_0} T < q_a$$

Tabla 3-66:esfuerzo máximo

B	L	Mr	KL	f	k	Ec	Ic	T	qmax	qmax<=qa
cm	cm	kg-cm				kg/cm2	cm4	kg	Kg/cm2	Kg/cm2
240,00	240,00	180040,54	1,02	1	1,53	233928,1941	1080000	93823,95	2,16	no cumple
255	255		0,96	1	1,44			101327,39	1,95	cumple

Fuente: propia

También se debe comprobar la excentricidad mediante las siguientes expresiones:

$$e = \frac{Mr}{P} \leq \frac{B}{6}$$

$$\frac{B}{6} \leq \frac{B * \sqrt{2}}{6}$$

Tabla 3-67:excentricidad

e	B/6	e<=B/6	B/6<=(B*2^0,5)/6
cm	cm	cm	cm
1,58	42,5	cumple	cumple

Fuente: propia

3.6.7.2.1 Diseño a cortante

Tabla 3-68:requerimientos a cortante

Ø	0,75	
Recubrimiento min acero	7,5	cm
Ø varillas X-Y	1,6	cm

Fuente: ACI 318-19

Para el diseño a corte, de igual manera se calcula la fuerza T, pero en este caso con la carga ultima Pu.

En primer lugar, se asume una altura tentativa para el plinto, y una distancia desde la cara inferior de hormigón hasta la capa de refuerzo de 10 cm en la dirección X y 8 cm en la dirección Y. por lo que, la sección critica se determina con la diferencia de la altura del plinto menos la distancia en Y o en X.

El diseño se realiza a cortante tipo viga y a cortante por punzonamiento. Para ambos casos se utilizan los estados de carga últimos.

Cortante tipo viga

Es necesario determinar la carga máxima y mínima en los dos ejes utilizando la carga axial última, además, la distancia crítica donde actúa la fuerza cortante, con estos valores se calcula la carga en la sección crítica mediante relación de triángulos.

$$q_{max} = \frac{P}{B^2} + \frac{KB\sqrt{2}\lambda^2 L^2}{6EI_0} T < q_a$$

$$q_{min} = \frac{P}{B^2} - \frac{KB\sqrt{2}\lambda^2 L^2}{6EI_0} T < q_a$$

Luego se calcula la fuerza cortante sobre la sección crítica y posteriormente el esfuerzo cortante, este último valor debe ser menor o igual al esfuerzo de corte que es capaz de resistir el hormigón.

$$v_u = \frac{V_u}{\phi \cdot b \cdot d} \quad v_c = 0.53\sqrt{f'c}$$

Tabla 3-69: cortante tipo viga

Cortante tipo viga												
Eje	h plinto	T	distancia cara inf hasta refuerzo	Sección crítica (d)	q max	q min	x crítico	q crítico	Vu	Vu	Vc	Vu<=Vc
	cm	kg	cm	cm	kg/cm ²	kg/cm ²	cm	Kg/cm ²	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
X	70	133397,1551	10	60	2,56	2,05	135	2,3227	75288,52	6,56	8,21	cumple
Y	70	133397,1551	8	62	2,56	2,05	133	2,3187	74104,95	6,25	8,21	cumple

Fuente: propia

El esfuerzo de corte solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, por lo que el peralte del plinto es aceptable para la solicitación analizada.

Cortante por punzonamiento

El diseño a cortante por punzonamiento, se analiza en el eje X y Y, se debe considerar que la sección crítica a punzonamiento se sitúa alrededor de la columna con una separación de $d/2$ de sus caras, por lo que es necesario hallar el esfuerzo centroidal con la siguiente fórmula:

$$\bar{q} = \frac{Pu}{A}$$

Al igual que en el diseño a cortante tipo viga, se determina la sección crítica de punzonamiento y se encuentra la fuerza y el esfuerzo cortante por punzonamiento, utilizando las expresiones antes mencionadas. En este caso, la capacidad resistente del hormigón se encuentra así:

$$v_c = 1.06\sqrt{f'c}$$

Tabla 3-70: cortante por punzonamiento

Cortante por punzonamiento						
d/2	q promedio	dimensiones punzonamiento	Vu	Vu	Vc	Vu<=Vc
cm	Kg/cm2	cm	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
30	2,31	90,00	131155,78	15,84	16,42	cumple
31		91,00				

Fuente: ACI 318-19

Como se puede observar en los resultados, el esfuerzo de corte por punzonamiento solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, por lo que el peralte del plinto es aceptable para la solicitación analizada.

3.6.7.2.2 Diseño a flexión

Las secciones críticas de diseño a flexión en los dos ejes se ubican en las caras de la columna, con los valores de esfuerzo máximo y mínimo hallados en el diseño a cortante, se calcula el esfuerzo en la sección crítica mediante relación de triángulos. Una vez que se tenga el esfuerzo crítico, se calcula el momento de vigas virtuales y el momento probable por unidad de ancho:

$$M_v = \frac{\bar{q}B^3}{3.0} \quad M_L = M_T = \frac{\bar{q}B^2}{4.8}$$

Con el valor de momento probable, se encuentra la cantidad de acero para resistir a flexión, además es necesario hallar el refuerzo mínimo en función de la cuantía mínima. Con los aceros calculados, se elige el máximo.

$$A_s = \frac{0.85f'c.b.d}{F_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0.85\phi.f'c.b.d^2}} \right] \quad \rho_{\min} = \frac{14}{F_y} \quad A_{s\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

Tabla 3-71:acero requerido

Eje	ancho de diseño (b)	d	qmax	qmin	x critico	q critico	Momento de vigas virtuales (M vir)	Mp	As	cuantía min	As min	As
	cm	cm	kg/cm2	kg/cm2	cm	Kg/cm2	kg-cm	kg-cm	cm2		cm2	cm2
X	100	60	2,56	2,05	195	2,44	13504787,06	3309996,83	14,98	0,003	20,00	20,00
Y	100	62	2,56	2,05	195	2,44	13504787,06	3309996,83	14,47	0,003	20,67	20,67

Fuente: propia

De esta manera, se calcula la cantidad de acero equivalente para las dimensiones reales de la cimentación y se obtiene el número de varillas necesarias para satisfacer la armadura.

Tabla 3-72:acero para ancho analizado

Acero para ancho analizado					
As (x)	N varillas	Ø	As	Separación	Armado
cm2	u	u	cm2	cm	
51,00	21	1,8	53,438491	10	1Ø18@10
52,70	21	1,8	53,438491	10	1Ø18@10

Fuente: propia

Finalmente, se determina las dimensiones del gancho con el que se va a trabajar, en este caso de 180 grados, se encuentra el diámetro interior mínimo de doblado y la extensión recta, cumpliendo con los siguientes requerimientos establecidos por la norma, mostrados en el diseño de zapatas centralizadas.

Tabla 3-73:diámetro de gancho

db	Diámetro int min de doblado	Extensión recta lext (cm)	
		4db (cm)	Lext (cm)
cm	6db (cm)		
1,8	10,8	7,2	7,2
1,8	10,8	7,2	7,2

Fuente: propia

3.6.7.3 Zapata medianera

Los requerimientos necesarios para el diseño de este tipo de cimentación son los siguientes:

Tabla 3-74: requerimientos

f'c	240	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²
Capacidad resistente admisible suelo (qa)	2	kg/cm ²
Df	1,5	m
C	100	cm
h	50	cm
Es	230	kg/cm ²
Coef de Poisson μ	0,25	suelos granulares
λ	0,75	empotrado

Fuente: ACI 318-19

Se determinan las cargas de servicio y se dimensiona la base y largo de la cimentación, estos valores se encuentran en función de la carga axial (P) y la capacidad resistente admisible suelo (qa), además de la relación de largo y ancho del paño analizado.

Tabla 3-75: cargas de servicio de columna medianera

COLUMNA MEDIANERA 60X60			
Carga de servicio	D	L	(D+L)
P (kg)	111771,32	62471,12	174242,44
Mx (kg-cm)	25412,89	14692,01	40104,90
My (kg-cm)	77147,16	1860,4	79007,56
PU (kg)	234079,376		
MUx (kg-cm)	54002,684		
MUy (kg-cm)	95553,232		

Fuente: propia

$$A = \frac{P}{q_a}$$

Una vez que se predimensione la sección, se calcula la fuerza T, para esto se requiere tener diferentes valores como: el momento resultante, el módulo de balasto (k), la inercia y módulo de elasticidad de la columna. Todos estos datos se calculan según las fórmulas mencionadas para el diseño de zapata esquinera.

En este caso la expresión de T y el esfuerzo máximo cambian, el ultimo debe ser menor o igual a la capacidad resistente admisible del suelo (q_a).

$$T = \frac{P \left(\frac{B - b_2}{2} \right) - M}{\left[C + h + \frac{K\lambda^2 C^2}{36EI_c} B^3 L \right]}$$

$$q_{max} = \frac{P}{BL} + \frac{K\lambda^2 C^2 B}{6EI_c} T \leq q_a$$

Tabla 3-76:esfuerzo máximo

B	L	Mr	K	f	k	Ec	Ic	T	qmax	qmax<=qa
cm	cm	kg-cm	L			kg/cm2	cm4	kg	Kg/cm2	Kg/cm2
290,00	300,00	88603,	0,85	0,99	1,25	233928,1	10800	128167,41	2,18	no cumple
330	295	60	0,74	1,03954802	1,15	941	00	148728,678	2,000	cumple

Fuente: propia

Al igual que en el anterior diseño, se debe comprobar que la excentricidad sea menor o igual a un sexto de la base.

$$\frac{B}{6} \leq \frac{B * \sqrt{2}}{6}$$

Tabla 3-77:excentricidad

e	B/6	e<=B/6	B/6<=(B*2^0,5)/6
cm	cm	cm	cm
0,50850756	55	cumple	cumple

Fuente: propia

3.6.7.3.1 Diseño a cortante

Tabla 3-78:consideraciones iniciales

\emptyset	0,75	
Recubrimiento min acero	7,5	cm
\emptyset varillas X-Y	1,6	cm

Fuente: ACI 318-19

Para el diseño a corte, de igual manera se calcula la fuerza T, pero en este caso con la carga ultima Pu.

En primer lugar, se asume una altura tentativa para el plinto, y una distancia desde la cara inferior de hormigón hasta la capa de refuerzo de 10 cm en la dirección X y 8 cm en la dirección Y. por lo que, la sección critica se determina con la diferencia de la altura del plinto menos la distancia en Y o en X.

El diseño se realiza a cortante tipo viga y a cortante por punzonamiento. Para ambos casos se utilizan los estados de carga últimos.

Cortante tipo viga

Es necesario determinar la carga máxima y mínima en los dos ejes utilizando la carga axial ultima, además, la distancia critica donde actúa la fuerza cortante, con estos valores se calcula la carga en la sección critica mediante relación de triángulos.

$$q_{max} = \frac{P}{BL} + \frac{K\lambda^2 C^2 B}{6EI_c} T \leq q_a$$

$$q_{min} = \frac{P}{BL} + \frac{K\lambda^2 C^2 B}{6EI_c} T > 0$$

Luego se calcula la fuerza cortante sobre la sección crítica y posteriormente el esfuerzo cortante, este último valor debe ser menor o igual al esfuerzo de corte que es capaz de resistir el hormigón, usando las fórmulas mencionadas en el diseño anterior.

Tabla 3-79: cortante tipo efectiva

Cortante tipo viga											
h plinto	T	distancia cara inf horm hasta refuerzo	Sección critica (d)	q max	q min	x critico	q critico	Vu	Vu	Vc	Vu<=Vc
cm	kg	cm	cm	kg/cm2	kg/cm2	cm	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
80	199996,99	10	70	2,61	2,19	65	2,2772	42871,70	2,77	8,21	cumple
80	249727,82	8	72	2,61	2,19	163	2,3824	134395,15	7,54	8,21	cumple

Fuente: propia

El esfuerzo de corte solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, por lo que el peralte del plinto es aceptable para la solicitación analizada.

Cortante por punzonamiento

El diseño a cortante por punzonamiento, se analiza en el eje X y Y, se debe considerar que la sección crítica a punzonamiento se sitúa alrededor de la columna con una separación de $d/2$ de sus caras, por lo que es necesario hallar el esfuerzo centroidal con la siguiente formula:

$$\bar{q} = \frac{P_u}{A}$$

Al igual que en el diseño a cortante tipo viga, se determina la sección crítica de punzonamiento y se encuentra la fuerza y el esfuerzo cortante por punzonamiento, utilizando las expresiones antes mencionadas.

Tabla 3-80:cortante por punzonamiento

Cortante por punzonamiento						
d/2	q promedio	dimensiones punzonamiento	Vu	Vu	Vc	Vu<=Vc
cm	Kg/cm2	cm	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
35	2,40	130,00	204071,05	9,92	16,42	cumple
36		96,00				

Fuente: propia

Como se puede observar en los resultados, el esfuerzo de corte por punzonamiento solicitante es inferior a la capacidad resistente del hormigón, por lo que el peralte del plinto es aceptable para la solicitación analizada.

3.6.7.3.2 Diseño a flexión

Todo el diseño a flexión se realiza de la misma forma que en cimentación esquinera, se considera las secciones críticas. Así, se calcula el momento de vigas virtuales y el momento probable por unidad de ancho.

Con el valor de momento probable, se encuentra la cantidad de acero para resistir a flexión, además es necesario hallar el refuerzo mínimo en función de la cuantía mínima. Con los aceros calculados, se elige el máximo.

Tabla 3-81:acero requerido

Eje	dimensiones columna	ancho de diseño (b)	d	qmax	qmin	x critico	q critico	Momento de vigas virtuales (M vir)	Mp	As	cuantía min	As min	As
	cm	cm	cm	kg/cm2	kg/cm2	cm	Kg/cm2	kg-cm	kg-cm	cm2		cm2	cm2
X	60	100	70	2,61	2,19	270	2,54	30405110,13	5758543,58	22,51	0,003	23,33	23,33
Y	60	100	72	2,61	2,19	235	2,28	19510057,43	4133486,74	15,53	0,003	24,00	24,00

Fuente: propia

De esta manera, se calcula la cantidad de acero equivalente para las dimensiones reales de la cimentación y se obtiene el número de varillas necesarias para satisfacer la armadura.

Tabla 3-82:acero para ancho analizado

Acero para ancho analizado					
As (x)	N varillas	Ø	As	Separación	Armado
cm2	u	u	cm2	cm	
77,00	21	2,2	79,8278693	11	1Ø22@11
70,80	19	2,2	72,2252151	15	1Ø22@15

Fuente: propia

Finalmente, se determina las dimensiones del gancho con el que se va a trabajar, en este caso de 180 grados, se encuentra el diámetro interior mínimo de doblado y la extensión recta, cumpliendo con los siguientes requerimientos establecidos por la norma, mostrados en el diseño de zapatas centralizadas.

Tabla 3-83:diámetro de gancho

db	Diámetro int min de doblado	Extensión recta lext (cm)	
		4db (cm)	Lext (cm)
2,2	13,2	8,8	8,8
2,2	13,2	8,8	8,8

Fuente: propia

3.6.7.4 Viga de cimentación

Este tipo de vigas sirven para unir zapatas medianeras con las centrales, el cálculo es igual que el resto de vigas, tanto a flexión como a corte.

3.6.7.4.1 Diseño a flexión

Tabla 3-84:cuantía

d (cm)	bw (cm)	h (cm)	Distribución	Momento de diseño (kg-cm)	As min (cm ²)	k	As (cm ²)	As requerido (cm ²)	Cuantía ρ	As>As min	Cuantía Balanceada ρ_b	Cuantía Max ρ_{max}	$\rho_{mi} < \rho < \rho_{ma}$
56	30	60	Superior (+)	1456656,80	5,600	81,60	7,20	7,20	0,004	cumple	0,0245	0,0122	cump
			Inferior (-)		5,600			7,20					

Fuente: propia

Tabla 3-85:separación de varillas

Dimensiones viga (cm)	Distribución	As requerido (cm ²)	N varillas	As calculado (cm ²)	As calculado \geq As requerido (cm ²)	Distribución acero longitudinal	\varnothing_{min} (cm)	S (cm)
30x60	Superior (+)	7,20	3	7,63	cumple	3 \varnothing 18	1,8	8
	Inferior (-)	7,20	3	7,63	cumple	3 \varnothing 18	1,8	8

Fuente: propia

3.6.7.4.2 Diseño a corte

Tabla 3-86:verificación de cortante

\varnothing_L flexión	d	b	h	A estribo	Sección de corte del estribo (A_v)	Vu sección crítica	Vu sección crítica	Vc	Vs	2,12f'c	$V_s \leq 2,12f'c$
cm	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(Kg)	(Kg/cm ²)				
1,8	56	30	60	0,79	1,571	49019,64	38,90	8,21	30,69	32,84	cumple

Fuente: propia

Tabla 3-87:número de varillas

Espaciamiento (S)	Armado mínimo de cortante f'c \leq 320kg/cm ² $A_{v,min} = \frac{3.5b_w \cdot s}{F_y}$	Espaciamiento mínimo de estribos a 2h desde el apoyo				N varillas		Espaciamiento mínimo zona central		N varillas		
		S \leq d/4	S \leq 8 \varnothing_L	S \leq 24 \varnothing_T	S \leq 30cm	S mínimo	2h	u	S \leq d/2	S mínimo	d central	u
(cm)	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
7,16	62,83	14	14	24	30	7,00	120	16,0	28	28,00	454	17

Fuente: propia

3.6.7.5 Cadenas de amarre

Este tipo de vigas sirven para unir perimetralmente las cimentaciones, el cálculo es igual que el resto de vigas, tanto a flexión como a corte.

3.6.7.5.1 Diseño a flexión

Tabla 3-88:verificación de cuantía

d (cm)	bw (cm)	h (cm)	Distribución	Momento de diseño (kg-cm)	As min (cm ²)	k	As (cm ²)	As requerido (cm ²)	Cuantía ρ	As>As min	Cuantía Balanceada ρ_b	Cuantía Max ρ_{max}	ρ_{min} < ρ < ρ_{max}
36	25	40	Superior (+)	234998,72	3,000	43,71	1,76	3,00	0,003	cumple	0,0245	0,0122	cumple
			Inferior (-)		3,000			3,00					

Fuente: propia

Tabla 3-89:separación

Dimensiones viga (cm)	Distribución	As requerido (cm ²)	N varillas	As calculado (cm ²)	As calculado \geq As requerido (cm ²)	Distribución acero longitudinal	\emptyset_{min} (cm)	S (cm)
25x40	Superior (+)	3,00	2	3,08	cumple	2 \emptyset 14	1,4	14
	Inferior (-)	3,00	2	3,08	cumple	2 \emptyset 14	1,4	14

Fuente:propia

3.6.7.5.2 Diseño a corte

Tabla 3-90:verificación de cortante

\emptyset_L flexión	d	b	h	A estribo	Sección de corte del estribo (A _v)	V _u sección crítica	V _u sección crítica	V _c	V _s	2,12f'c	V _s \leq 2,12f'c
cm	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
1,4	36	25	40	0,79	1,571	13797,96	20,44	8,21	12,23	32,84	cumple

Fuente: propia

Tabla 3-91:número de varillas

Espaciamiento (S)	Armado mínimo de cortante f'c \leq 320kg/cm ² $A_{v,min} = \frac{3,5b_w \cdot s}{F_y}$	Espaciamiento mínimo de estribos a 2h desde el apoyo				N varillas		Espaciamiento mínimo zona central		N varillas	
		S \leq d/4	S \leq 8 \emptyset_L	S \leq 24 \emptyset_T	S \leq 30cm	S mínimo	2h	u	S \leq d/2	S mínimo	d central
(cm)	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
21,58	75,40	9	11	24	30	9,00	80	9,0	18	18,00	425

Fuente: propia

4 Diseño hidrosanitario

4.1 Antecedentes

El edificio del señor Klever Cajamarca tiene una altura de 19.05 metros, cuenta con subsuelo, planta baja, cinco plantas altas y la cubierta, está ubicado en la calle Mariscal Sucre y General Torres, Cuenca-Ecuador. El proyecto se basa en un estudio hidrosanitario.

4.1.1 Objetivos

-Describir los requisitos que deben cumplir las instalaciones de agua potable dentro de la edificación.

-Evidenciar el cálculo de caudal de diseño, acometida y medidores.

-Describir los requisitos y dimensionamiento de las redes de aguas fecales y pluvial.

4.1.2 Clave catastral del predio

El predio en el que se encuentra el edificio, consta de la clave catastral: 01020041047000 y sistema de coordenadas WGS84 (X=721490.79; Y=9679570.26).

4.1.3 Nombre del propietario

La edificación es del señor Klever Cajamarca.

4.1.4 Ubicación y distribución arquitectónica

El edificio del señor Klever Cajamarca cuenta con subsuelo, planta baja, cinco plantas altas y la cubierta (tabla1). Se ubica entre las calles: Mariscal Sucre y General Torres (Ilustración 1).

Tabla 4-1: plantas de la edificación

Planta	Altura	Cotas	Grupos
Cubierta	0.00	19.05	Cubierta
Planta 5	3.15	15.90	Planta 5
Planta 4	2.60	13.30	Planta 4
Planta 3	2.95	10.35	Planta 3
Planta 2	2.95	7.40	Planta 2
Planta 1	3.70	3.70	Planta 1
Planta baja	3.70	0.00	Planta baja
Sótano	2.00	-2.00	Sótano

4.2.2 Abastecimiento

Se requiere conocer la presión promedio en la red pública, por lo tanto, el abastecimiento a la red de agua potable será directo, además se dimensionará una cisterna para abastecimiento de un día en el caso de ser necesario.

4.2.3 Estimación de acometida

Para el dimensionamiento del diámetro de la acometida se realiza de dos maneras, y se escoge el mayor valor:

En el primer caso se impone una velocidad, cumpliendo el rango establecido en la NEC y se toma en cuenta el caudal medio diario, el mismo que depende de la funcionalidad de la edificación para establecer la dotación y encontrar el valor requerido.

Tabla 4-2:caudal medio diario

Caudal medio diario		
Funcionalidad	(Centro comercial)	
variable	m2 útil	
Dotación	25	l/m2 útil/día
factor	1,1	
m2	852,83	
QMD	0,27	lt/s

Fuente: NEC-11

Tabla 4-3:acometida

ACOMETIDA		
Velocidad	1,50	m/s
QMD total	0,00027	m3/s
Área	0,00018	m2
diámetro	0,015	m
diámetro	0,59761	pulg
Diámetro comercial	3/4	pulg

Fuente: propia

El segundo caso, toma en cuenta el tiempo de llenado de la cisterna, que puede estar alrededor de 4 a 24 horas, se calcula el caudal necesario para un día de consumo y se obtiene el diámetro.

Tabla 4-4:acometida

ACOMETIDA

Tiempo llenado cisterna	6	horas
QMD TOTAL	0,27	lt/s
QD	1,0858	lt/s
QD	0,0011	m ³ /s
Área	0,0007	m
diámetro	0,030	m
diámetro	1,19522	pulg
diámetro comercial	1 1/4	pulg

Fuente: propia

La red del edificio requiere de una acometida de 1 1/4", para que el sistema logre abastecer de agua a cada punto de consumo.

4.2.4 Dimensionamiento de redes internas

RED DE AGUA FRÍA

La acometida será de 1 1/4" desde la matriz hasta el macromedidor, las redes internas serán de PVC con diámetros necesarios para satisfacer los requisitos establecidos por la NEC para la distribución de agua potable, tanto de agua fría como caliente.

4.2.4.1 Elementos

Los materiales utilizados para las tuberías son de PVC, con rugosidad absoluta 0.03 mm. Los diámetros internos de las tuberías que se utilizan en la red se detallan en la tabla 1:

Tabla 4-5: diámetro de tuberías

Serie: PVC 6	
Descripción: Tubo de policloruro de vinilo - 6Kg/cm²	
Rugosidad absoluta: 0.0300 mm	
Referencias	Diámetro interno
Ø 1/2	13.9
Ø 3/4	18.9
Ø 1	24.3
Ø 1 1/4	32.5

Fuente: plastigama

4.2.4.2 Presiones

Los requerimientos de presión estática y dinámica, deberán cumplirse en las redes internas de distribución:

-Presión dinámica mínima: 0.5 Kg. /cm²

-Presión estática máxima: 4 Kg. /cm²

Además, los puntos de consumo deberán cumplir las siguientes condiciones:

-Presión mínima en puntos de consumo: 10.0 m.c.a.

- Presión máxima en puntos de consumo: 50.0 m.c.a.

4.2.4.3 Velocidades

Las tuberías deben tener una velocidad entre 0.6 m/s y 2.5 m/s. Se impone una velocidad de 2 m/s para el diseño.

4.2.4.4 Cálculo de pérdidas de carga

Para el cálculo de pérdidas por longitud (en m c.a.) se aplica la siguiente expresión:

$$h_f = m \times L \times \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right)$$

V = velocidad (m/s)

D = diámetro (m)

L = longitud de tubería (m)

m = constante del material del tubo.

m = 0.00054, plástico

Pérdidas de carga por accesorios se considera la siguiente fórmula:

$$L_e = \left(A \times \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519}$$

Le = longitud equivalente, en metros

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio.

d = diámetro interno, en milímetros

C = coeficiente según material de tubería (acero: 120, ... plástico: 150, etc.)

Tabla 4-6:factores

Factores para el cálculo de longitudes equivalentes		
Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0,38	0,02
Codo radio largo 90°	0,52	0,04

Reducción	0,15	0,01
Tee paso directo	0,53	0,04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1,56	0,37
Válvula de compuerta abierta	0,17	0,03
Válvula de globo abierta	8,44	0,5
Válvula de retención	3,2	0,03

Fuente: NEC-11

En el presente proyecto se obtiene un total de Pérdidas de:

Tabla 4-7: total de pérdidas

TOTAL PÉRDIDAS (m.c.a)	85,552	153,758
	239,309	

Fuente: propia

4.2.4.5 Estimación de Caudales

Se utilizará el criterio de caudal acumulado con simultaneidad. El caudal máximo probable requerido para la edificación, se calcula en dependencia del coeficiente de simultaneidad (k_s) el cual supone que es poco probable que todos los aparatos funcionen a la vez, además, al incrementar el número de aparatos sanitarios, el funcionamiento simultaneo disminuye, y la sumatoria de caudales instantáneos mínimos de los aparatos suministrados dentro de la edificación (tabla 2), como referencia se encuentran en la tabla 16.1: Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo de la NEC-11:

$$Q_{MP} = k_s \times \sum q_i$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n)))$$

El valor de F se toma en cuenta según la ocupación de la edificación, en este caso es 1.

Tabla 4-8:caudal instantáneo mínimo

Aparatos sanitarios	Caudal instantáneo mínimo (L/s)
Inodoro con depósito	0.10
Lavabo	0.10

Fuente: NEC-11

El caudal máximo probable en el macromedidor es de 1.186 l/s empleando el criterio de caudal acumulado con simultaneidad y un total de 69 aparatos sanitarios.

Tabla 4-9:caudal en acometida

n aparatos Acum.	Qi Acum. (l/s)	ks	QMP (l/s)	DN (mm)	DN comercial (pulg)	V real (m/s)	Hf. Long (mca)	Hf. Acces. (mca)
69	6,9	0,17184966	1,18576263	27,4750784	1 1/4	1,43288338	0,04412943	0,46605287

Fuente: propia

De igual forma, para encontrar el valor de caudal bruto para los micromedidores se debe sumar los caudales instantáneos mínimos de los artefactos que involucre el respectivo contador, y para el caudal máximo probable se emplea el criterio de caudal acumulado con simultaneidad, explicado con anterioridad.

4.2.4.6 Dimensionamiento de medidores

4.2.4.6.1 Diámetro de medidores

Para determinar el diámetro que requiere el medidor se toma en cuenta el caudal de diseño y se compara con la tabla de caudales nominales (tabla 4), se verifica que el caudal sea menor o igual al nominal y se escoge el diámetro.

Tabla 4-10:diámetro de medidor

Q nominal (m3/h)	Q nominal (l/s)	Diámetro medidor (pulg)
2,5	0,69	1/2
4	1,11	3/4
6,3	1,75	1

Fuente: propia

4.2.4.6.2 Pérdida de medidores

Las pérdidas que generan los medidores se determinan en función del caudal de diseño y el caudal nominal, como se muestra en la fórmula:

$$J = \left(\frac{Q \cdot d}{Q \cdot n} \right)^2 \times 10$$

Tabla 4-11: pérdida de medidor

Medidor general	Caudal de diseño (l/s)	Caudal diseño (m ³ /h)	Caudal nominal (m ³ /h)	Diámetro medidor (pulg)	Pérdida J (mca)
	1,19	4,27	6,3	1	4,59

Fuente: propia

RED DE AGUA CALIENTE

Para la red de agua caliente se emplea el mismo procedimiento que la red de agua fría, sin embargo, se debe determinar las características necesarias para el sistema de calentamiento. En este caso, se utilizará una bomba de calor, para esto se debe calcular la capacidad del termo, en función de las temperaturas y el volumen de agua demandado (se considera el 25% de uso del caudal de agua caliente).

$$V_d = \left(\frac{QMD * t}{4} \right)$$

$$V_w = \frac{(T_s - T_{in})}{(T_{out} - T_{in})} V_d$$

T_s = temperatura de uso del agua en el mueble sanitario (°C)

T_{in} = temperatura del agua fría que ingresa al calentador (°C)

T_{out} = temperatura del agua a la salida del calentador (°C)

Tabla 4-12: volumen de agua caliente

Volumen agua caliente		
t	0,75	hora
Promedio de temperatura de aparatos (T _s)	38	C
Temperatura agua fría ingresa al calentador (T _{in})	15	C
Temperatura de salida del calentador (T _{out})	60	C

QMD	0,595	lt/s
Volumen de agua demandado (Vd)	401,42	lts
capacidad del termo (Vw)	205,17	lts

Fuente: propia

Una vez calculado la capacidad del termo, se determina la energía requerida y la potencia calórica.

$$E_r = V_w (T_{out} - T_{in})$$

Er = energía útil requerida, en Kcal

VW = volumen de agua acumulado, (L)

Tabla 4-13:energía requerida

Energía requerida		
Er	9232,69	kcal

Fuente: propia

$$Pot_{ca} = \frac{E_r}{0.9 t_{pro}}$$

Pot ca = potencia calorífica, en Kcal / hora

0.9 = factor por rendimiento de la potencia de la resistencia

tpro = tiempo necesario para calentar el agua (VW), en horas

Tabla 4-14:potencia calórica

Potencia calórica		
Pot	13678,05	kcal/hora
Pot	54278,89	BTU/hora
Pot	15,91	KW/hora

Fuente:propia

En este caso no es necesario colocar una bomba, ya que los artefactos sanitarios más cercanos a la bomba cumplen con la presión mínima permisible, como es el caso del lavabo e inodoro, con presión de 4.75 m.c.a y 5.15 m.c.a respectivamente.

Tabla 4-15:presión mínima

Aparato sanitario		Presión

	Caudal instantáneo mínimo	recomendada (m.c.a)	mínima (m.c.a)
Inodoro con depósito	0,1	7	3
Lavabo	0,1	5	2

Fuente: NEC-11

4.2.5 Dimensionamiento de Cisterna

El volumen que requiere la cisterna es la sumatoria del volumen calculado para agua potable y el de sistema contra incendios, el primero, se dimensiona con el caudal medio diario en un día de consumo. En el proyecto, se ha considerado la altura del subsuelo para definir como altura para la cisterna, con ese criterio se obtienen las siguientes dimensiones.

Tabla 4-16: volumen de cisterna

Volumen cisterna		
QMD TOTAL	0,27	lt/s
QMD TOTAL	0,0003	m3/s
t ap	86400	s
V ap	23,45	m3
V Total	48,30	m3
DIMENSIONES		
Área	24,15	m2
Altura Vap	0,97	m
Altura Vsci	1,03	m
Altura total	2	m
11	4,47	m
12	5,40	m

Fuente: propia

4.2.6 Sistemas de respaldo

4.2.6.1 Bomba

Para calcular la potencia de la bomba, se necesita conocer el caudal máximo probable y las pérdidas de las redes de distribución de agua potable. Sin embargo, se tomará solo un 10% de las pérdidas, ya que se colocarán válvulas de retención por planta antes de cada montante.

Para el caso de la altura dinámica, se tomará en cuenta la altura del edificio, tomando en cuenta si posee subsuelo, la altura de succión de la bomba. En este caso la altura de succión

restará a la altura dinámica, ya que la altura de la cisterna para abastecimiento de agua potable coincide con la altura del subsuelo.

Tabla 4-17: diseño de bomba

BOMBA		
Sumatorias pérdidas	239,309	mca
10% pérdidas	23,93	m
Altura edificio	19,05	m
Altura subsuelos	2	m
altura succión	-0,97	m
Altura dinámica total (HDT)	54,01	m
Qmax	1,19	lt/s
Eficiencia	75	%
Potencia	2,00	HP

Fuente: propia

4.2.6.2 Tanque hidroneumático

Para el dimensionamiento del tanque hidroneumático, se necesita el caudal, la altura dinámica total, y la potencia calculada para la bomba. En función de la potencia, se escoge el tiempo de partida.

Tabla 4-18: tiempo de partida

Potencia (HP)	Tiempo mínimo (minutos)
1-3	1,2

Fuente: NEC-11

Para el cálculo de volumen de regulación del bleris, se emplea la siguiente expresión:

$$Vr = \left(\frac{Qm * t \text{ partida}}{4} \right)$$

Finalmente, el cálculo de volumen total para el tanque se usa la siguiente fórmula:

$$V = Q^{0.5} * 0.65 * (HDT - A \text{ succión})$$

Tabla 4-19: diseño de tanque hidroneumático

TANQUE HIDRONEUMATICO		
HDT	54,010	mca
Qa	1,186	lt/s
potencia bomba (Pb)	2,00	HP
Qb (2/3 Qa)	0,79	lt/s
Qm	0,99	lt/s
Pa (HDT)	54,01	Mca

Pb (Pa+1,14 atm)	65,79	Mca
Tiempo partida	1,2	Min
Volumen de regulación del bleris (Vr)	17,79	Lt
volumen del hidroneumático (V)	38,92	Lt
volumen del hidroneumático (V)	8,56	Gal

Fuente: propia

4.2.7 Anexos

Tabla 4-20: cálculos

Caudal medio diario					
Funcionalidad	(Centro comercial)				
variable	m2 util				
Dotacion	25	l/m2 util/dia			
factor	1,1				
m2	852,83				
QMD	0,27	lt/s			
			ACOMETIDA		
			Tiempo llenado cisterna	6	horas
			QMD TOTAL	0,27	lt/s
			QD	1,0858	lt/s
			QD	0,0011	m3/s
			Area	0,0007	m
			diámetro	0,030	m
			diámetro	1,19522	pulg
			diámetro comercial	1 1/4	pulg
			Diametro de acometida		
			diámetro comercial	1 1/4	pulg

Volumen cisterna-Agua potable		
QMD TOTAL	0,27	lt/s
QMD TOTAL	0,0003	m3/s
t ap	86400	s
V ap	23,45	m3
V Total	48,30	m3
DIMENSIONES CISTERNA		
Área	24,15	m2
Altura Vap	0,97	m
Altura Vsci	1,03	m
Altura total	2	m
l1	4,47	m
l2	5,40	m

BOMBA		
Sumatoria pérdidas	239,309	mca
10% pérdidas	23,93	m
Altura edificio	19,05	m
Altura subsuelos	2	m
altura succion	-0,03	m
Altura dinamica total (HDT)	54,95	m
Qmax	1,19	lt/s
Eficiencia	75	%
Potencia	2,00	HP

TANQUE HIDRONEUMATICO		
HDT	54,952	mca
Qa	1,186	lt/s
potencia bomba (Pb)	2,00	HP
Qb (2/3 Qa)	0,79	lt/s
Qm	0,99	lt/s
Pa (HDT)	54,95	mca
Pb (Pa+1,14 atm)	66,73	mca
Tiempo partida	1,2	min
Volumen de regulacion del bleris (Vr)	17,79	lt
volumen del hidroneumatico (V)	38,92	lt
volumen del hidroneumatico (V)	8,56	gal
Diametro	40	cm
altura	48	cm

Volumen agua caliente		
t	0,75	hora
Promedio de temperatura de aparatos (Ts)	38	C
Temperatura agua fria ingresa al calentador (Tin)	15	C
Temperatura de salida del calentador (Tout)	60	C
QMD	0,595	lt/s
Volumen de agua demandado (Vd)	401,42	lts
capacidad del termo (Vw)	205,17	lts
Energía requerida		
Er	9232,69	kcal
Potencia calórica		
Pot	13678,05	kcal/hora
Pot	54278,89	BTU/hora
Pot	15,91	KW/hora

Fuente: propia

4.3Diseño de red de saneamiento

4.3.1 Datos de entrada

En el diseño de una instalación de saneamiento de un edificio, es necesario evacuar el agua procedente de los aparatos de descarga hasta la instalación de saneamiento, considerando una pendiente de 1 o 2%. En el sistema se mantiene separadas las instalaciones de aguas pluviales y fecales hasta el exterior del edificio.

En el proyecto las redes mantienen una pendiente del 1%, con trazados a 45 grados.

4.3.2 Unidades de desagüe por aparato

Para el diseño de desagüe de aguas fecales, se toma en cuenta el aparato sanitario, el número de unidades de descarga y el diámetro mínimo.

Tabla 4-21:unidades de descarga

Aparato Sanitario	Unidades	Diámetro mínimo
Inodoro (tanque)	4	110
Lavabo	2	50
sumidero	2	50

Fuente: NEC-11

4.3.3 Tubos de Saneamiento

El material utilizado para las tuberías es de PVC, con coeficiente de Manning de 0.009.

Los diámetros internos de las tuberías que se usan en la red se detallan en la tabla:

Tabla 4-22: diámetros de tuberías

Referencias	Diámetro interno
Ø50	50
Ø110	110
Ø125	125
Ø160	160
Ø200	200

Fuente: NEC-11

4.3.4 Dimensionamiento de Ramales y colectores de descarga

El diámetro del ramal se elige en función del aparato sanitario que se encuentra en el edificio, siendo de 50mm y 110mm para el caso de lavabos, sumideros e inodoros, respectivamente.

Para el caso de los colectores, se determina las unidades de consumo acumuladas y se escoge el diámetro según la tabla, si el mismo resulta menor al anterior tramo, se continua con el mismo diámetro, ya que no es posible pasar de un diámetro mayor a uno menor.

Tabla 4-23: diámetro de ramales

Tubería (mm)	Tubería (pulg)	Diámetro comercial Tub. Hor (<3pisos)	Diámetro comercial bajante. Vert (<3pisos)	Diámetro comercial Tub. Hor (>3pisos)	Diámetro comercial bajante. Vert (>3pisos)
32	1 1/4	1	2	2	1
40	1 1/2	3	4	8	2
50	2	5	10	24	6
65	2 1/2	12	20	42	9
75	3	20	30	60	16
110	4	160	240	500	90
125	5	360	540	1100	200
160	6	620	960	1900	350
200	8	1400	2200	3600	600

250	10	2500	3800	5660	1000
300	12	3900	6000	8400	1500
375	15	7000			

Fuente: NEC-11

4.3.5 Bajantes

Para el caso de las bajantes se emplea el mismo criterio de los colectores, teniendo en cuenta el número de plantas por encima del tramo calculado, esta tubería deberá tener rejillas de revisión cada 4 o 5 plantas.

Sistema de ventilación

Además de colocar la bajante, se debe usar un sistema de ventilación general, el mismo consiste en una tubería de 50 mm de diámetro ubicada de forma paralela a la bajante, conectada con yee invertida cada dos o tres pisos.

La chimenea de ventilación se coloca en la cubierta a una altura de 1.2 para losas inaccesibles o de 2.20 para losas accesibles, además la tubería de ventilación se une al último piso de distribución de la bajante

4.3.6 Dimensionamiento de caja de sumidero

Generalmente la caja de sumidero donde se deposita las aguas fecales de la bajante, es de 80x80x20, por lo tanto, se ve la distancia que tiene esta caja a la que se encuentra en el exterior del edificio y se calculan las dimensiones:

Tabla 4-24: dimensionamiento de sumidero

Caja	Altura (m)	h total (m)	Dimensiones caja (m)	Dimensión Tubería (m)	Pendiente
1	0,8	0,8	0,8x0,8	6,88	1%
2	0,0688	0,9	0,9x0,9		

Fuente: propia

4.3.7 Anexos

Tabla 4-25: resultados

Planta	tramo		Aparato sanitario	Unidades de consumo	Unidades de consumo acumulado	Diametro comercial minimo (mm)
Planta 4	1	3	lavabo	2	2	50
	2	3	lavabo	2	2	50
	3	5	conexión	0	4	50
	4	5	inodoro (tanque)	4	4	110
	5	7	conexión	0	8	110
	6	7	inodoro (tanque)	4	4	110
	7	8	conexión	0	12	110
	9	8	lavabo	2	2	50
	8	11	conexión	0	14	110
	10	11	inodoro (tanque)	4	4	110
	11	15	conexión	0	18	110
	12	14	lavabo	2	2	50
	13	14	inodoro (tanque)	4	4	110
	14	15	conexión	0	6	110
	15	v1	conexión	0	24	110
Bajante			conexión		24	110
Planta 3	1	3	lavabo	2	2	50
	2	3	lavabo	2	2	50
	3	5	conexión	0	4	50
	4	5	inodoro (tanque)	4	4	110
	5	7	conexión	0	8	110
	6	7	inodoro (tanque)	4	4	110
	7	8	conexión	0	12	110
	9	8	lavabo	2	2	50
	8	11	conexión	0	14	110
	10	11	inodoro (tanque)	4	4	110
	11	15	conexión	0	18	110
	12	14	lavabo	2	2	50
	13	14	inodoro (tanque)	4	4	110
	14	15	conexión	0	6	110
	15	v1	conexión	0	24	110
Bajante			conexión		48	110
Planta 2	1	3	lavabo	2	2	50
	2	3	lavabo	2	2	50
	3	5	conexión	0	4	50
	4	5	inodoro (tanque)	4	4	110
	5	7	conexión	0	8	110
	6	7	inodoro (tanque)	4	4	110
	7	8	conexión	0	12	110
	9	8	lavabo	2	2	50
	8	11	conexión	0	14	110
	10	11	lavabo	2	2	50
	11	13	conexión	0	16	110
	12	13	inodoro (tanque)	4	4	110
	13	15	conexión	0	20	110
	14	15	inodoro (tanque)	4	4	110
	15	16	conexión	0	24	110
	17	16	lavabo	2	2	50
	16	18	conexión	0	26	110
	19	18	inodoro (tanque)	4	4	110
	18	23	conexión	0	30	110
	20	22	lavabo	2	2	50
	21	22	inodoro (tanque)	4	4	110
	22	23	conexión	0	6	110
	23	v1	conexión	0	36	110
Bajante			conexión		84	110
Planta 1	1	3	lavabo	2	2	50
	2	3	lavabo	2	2	50
	3	5	conexión	0	4	50
	4	5	inodoro (tanque)	4	4	110
	5	7	conexión	0	8	110
	6	7	inodoro (tanque)	4	4	110
	7	8	conexión	0	12	110
	9	8	lavabo	2	2	50
	8	11	conexión	0	14	110
	10	11	lavabo	2	2	50
	11	13	conexión	0	16	110
	12	13	inodoro (tanque)	4	4	110
	13	15	conexión	0	20	110
	14	15	inodoro (tanque)	4	4	110
	15	16	conexión	0	24	110
	17	16	lavabo	2	2	50
	16	18	conexión	0	26	110
	19	18	inodoro (tanque)	4	4	110
	18	23	conexión	0	30	110
	20	22	lavabo	2	2	50
	21	22	inodoro (tanque)	4	4	110
	22	23	conexión	0	6	110
	23	v1	conexión	0	36	110
Bajante			conexión		120	125
Planta baja	1	3	inodoro (tanque)	4	4	110
	2	3	lavabo	2	2	50
	3	5	conexión	0	6	110
	4	5	sumidero	2	2	50
	5	7	conexión	0	8	110
	6	7	lavabo	2	2	50
	7	8	conexión	0	10	110
	9	8	inodoro (tanque)	4	4	110
	8	11	conexión	0	14	110
	10	11	inodoro (tanque)	4	4	110
	11	13	conexión	0	18	110
	12	13	lavabo	2	2	50
	13	14	conexión	0	20	110
	v1	14	conexión	0	120	110
	15	16	sumidero	2	2	50
	14	16	conexión	0	140	110
16	caja	conexión	0	142	110	

Fuente: propia

4.4 Diseño de red Pluvial

En el diseño de la red de aguas pluviales de un edificio, es necesario evacuar el agua procedente de la lluvia hasta la instalación de saneamiento. En este caso se emplea el método de recuento de áreas.

4.4.1 Caudales de descarga por área

El cálculo del caudal se encuentra en función del coeficiente de fricción, el área de drenaje en proyección horizontal y la intensidad pluviométrica máxima en una hora. El último parámetro depende de la situación geográfica, el período de retorno y la duración de la lluvia.

Tabla 4-26: coeficiente de fricción

Tipo de zona	Valores de C	
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0,7	0,9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0,7	
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,55	0,65
Zonas residenciales con baja densidad	0,35	0,55
Parques, campos de deportes	0,1	0,2

Fuente: INAMHI

El predio está ubicado en el centro de la ciudad, por lo que se elige Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas.

Tabla 4-27: tiempo de concentración

Tiempo de concentración	
Áreas densamente desarrolladas	5
Áreas desarrolladas	15
Zonas residenciales	30

Fuente: INAMHI

Así mismo, para el tiempo de concentración se toma como área densamente desarrollada con un t_c de 5 min, y para el período de retorno, 15 años.

Tabla 4-28: tiempo de retorno

Tiempo de retorno	
Zona residencial	15

Zona comercial e industrial	50
Colectores principales	100

Fuente: INAMHI

4.4.2 Nudos de descarga de aguas pluviales

Al ser una cubierta de dos aguas se usan canales, los cuales conducirán el agua hacia las bajantes correspondientes, a partir de estas, se evacúa el agua hacia los vertederos, en este caso el agua llegará hasta el pozo de registro debido a que se trata de una edificación.

4.4.3 Cálculo de caudal

Una vez establecidos los parámetros, se determina las áreas necesarias para el dimensionamiento de la red pluvial. En este caso, se toma en cuenta la cubierta y el área verde, ya que se encuentra sobre el subsuelo.

Tabla 4-29: áreas

Área	435,8	m ²
Área	0,0004358	km ²
Área	0,04358	ha

Fuente: propia

Se necesita conocer la intensidad de lluvia, por lo que se elige la zona más cercana al proyecto y según el tiempo de concentración que se ha escogido, se aplica la fórmula para hallar la intensidad.

M0067	CUENCA AEROPUERTO	5 < 60	$i = 201.93 * T^{0.1845} * t^{-0.4926}$
		60 < 1440	$i = 1052.78 * T^{0.1767} * t^{-0.8921}$

Ilustración 4-2: intensidad de lluvia

Fuente: INAMHI

Tabla 4-30: intensidad de lluvia de cuenca

Nombre de estación	Cuenca Aeropuerto	
A	201,93	
B	0,1845	
C	-0,4926	
intensidad lluvia (i)	$i = A * T^B * t^C$	
intensidad lluvia (i)	150,62	mm/h

Fuente: propia

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es si el área es mayor o menor a 5km², según eso se escoge la fórmula para el cálculo del caudal.

Áreas inferiores a 5km²

$$Q = 0,00278 CIA$$

En donde:

Q = caudal de escurrimiento en m³/s;

C = coeficiente de escurrimiento (adimensional);

I = intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, en mm/h;

A = Área de la cuenca, en ha.

Tabla 4-31:caudal

Q	16,42	lt/s
Pendiente	1	%
n (PVC)	0,009	

Fuente: propia

4.4.4 Anexos

Tabla 4-32:resultados de pluvial

Superficie/zona (C)	Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	
Tipo de area (tc)	Areas densamente desarrolladas	
zona (Tr)	Zona residencial	
C	0,9	
Tiempo de concentracion (t)	5	min
Periodo de retorno (T)	15	años
Área	435,8	m ²
Área	0,0004358	km ²
Área	0,04358	ha
Nombre de estación	Cuenca Aeropuerto	
A	201,93	
B	0,1845	
C	-0,4926	
intensidad lluvia (i)	$i=A*T^B*t^C$	
intensidad lluvia (i)	150,62	mm/h
A<5KM2	$Q=0,00278*C*i*A$	
Q	0,016	m ³ /s
Q	16,42	lt/s
Pendiente	1	%
n (PVC)	0,009	

Fuente: propia

5 Sistema contra incendios

5.1 Diseño de sistema de boca de incendios equipada o gabinetes

5.1.1 Requisitos establecidos por la NFPA 14:

La NFPA establece que la ubicación de los gabinetes deberá ser en lugares que sean visibles para los ocupantes, cerca de salidas de emergencias o de gradas.

Tabla 5-1: clase de gabinete

Clase de gabinete			
Requerimientos	I	II	III (unión de I y II)
Diámetro de la manguera (pulg)	2,50	1 1/2	2 1/2 1 1/2
Presión mínima (Psi)	100,00	65	100
Presión máxima (Psi)	175,00	100	175
Presión máxima cualquier punto (Psi)	400		
Caudal (gpm)	250,00	100	250
Cálculo hidráulico (N gabinete a la vez)	2,00	1	2
Longitud manguera (m)	15-30		
MONTANTES			
Gabinetes (pulg)	4	Hidráulicamente	4
Mixtos (pulg)	6		6

Fuente: NEC-11

Se admite como máximo espacios que no cubran los gabinetes de 3m², en zonas sin ocupación de habitantes.

El material de las tuberías montantes debe ser de acero o hierro galvanizado.

Las dimensiones de los gabinetes serán de 80x80x20 cm y se colocan a una altura de 1.2m

Tabla 5-2: dimensiones de gabinete

dimensiones (cm)	80	80	20
h desde el suelo (m)	1,2		

Fuente: NFPA

Además, se debe identificar el tipo de riesgo que presenta la edificación en dependencia de su ocupación.

En este caso, el edificio será para uso comercial, por lo que presenta un riesgo ordinario.

El diseño se hará con un sistema mixto, es decir, uso de gabinetes y rociadores, por lo que se tomará ciertas consideraciones como si fuera de riesgo ligero.

5.1.2 Abastecimiento

El abastecimiento será indirecto, ya que se da por medio de una cisterna y se refuerza el caudal con la conexión a entrada siamesa de 4" por parte de los bomberos.

5.1.3 Dimensionamiento de redes internas

Se diseña con el punto hidráulicamente más desfavorable, ya sea aplicando 1 o 2 gabinetes a la vez en dependencia de su clase.

Las tuberías se dimensionan en dependencia del caudal requerido según la clase de gabinete que se use, se compara con el caudal establecido en la tabla y se ve el diámetro que requiere, una vez encontrado el diámetro, se establece el material que se empleará.

Tabla 5-3:caudal requerido según el diámetro

Diam (pulg)	Material	Diámetro interno (mm)	Diámetro interno (m)	A (m ²)	Q (l/s)	Q (m ³ /s)
3/4	Hierro Galv	19,94	0,01994	0,000312277	0,936831412	0,000936831
1	Hierro Galv	26,04	0,02604	0,000532564	1,59769213	0,001597692
1 1/2	Hierro Galv	38,24	0,03824	0,001148486	3,445457548	0,003445458
2	Hierro Galv	50,42	0,05042	0,001996621	5,989862027	0,005989862
2 1/2	Acero	62,62	0,06262	0,003079754	9,239261574	0,009239262
3	Acero	74,8	0,0748	0,004394334	13,18300242	0,013183002
4	Acero	99,2	0,0992	0,007728821	23,18646175	0,023186462
6	Acero	148,46	0,14846	0,017310467	51,93140213	0,051931402

Fuente: propia

En este caso se usa la clase II, por lo que el caudal requerido es de 100 gpm, lo que equivale a 6.3l/s, empleando una tubería de acero de diámetro de 2 ½ pulgadas. El caudal acumulado, será el que se use en el cálculo del volumen de la cisterna y de los sistemas de respaldo.

5.1.3.1 Elementos

Los materiales utilizados para las tuberías son de acero, con rugosidad absoluta de 0.0450. Los diámetros internos de las tuberías que se utilizan en la red se detallan en la tabla 2:

Tabla 5-4:diámetro de tuberías

Serie: acero

Descripción:	
Rugosidad absoluta: 0.0450 mm	
Referencias	Diámetro interno
Ø2 1/2	62.7

Fuente: CYPECAD

5.1.3.2 Presiones

Los requerimientos de presión se detallan en dependencia de la clase de gabinete que se use, en este caso será clase II, por lo tanto, deberán cumplirse en las redes internas de distribución:

-Presión mínima: 65 psi.

-Presión máxima: 100 psi.

5.1.3.3 Velocidades

Las tuberías deben tener una velocidad entre 2 m/s y 4 m/s. Se considera una velocidad de diseño de 3m/s.

5.1.3.4 Cálculo de pérdidas de carga

Para el cálculo de pérdidas por longitud (en m c.a.) se aplica distinto criterio, en dependencia del diametro calculado con anterioridad.

Tabla 5-5: pérdidas de fricción

Diámetro (pulg)	Formulación Perdidas fricción	Coeficientes (C)		
		AC	HG	CPVC
< 2	Flamant	0,00018	0,00031	0,0001
>= 2"	Hazen Williams	120	100	140

Fuente: NEC-11

5.1.3.4.1 Hazen Williams

$$j = \left(\frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

J: (m/m)

C: coef Hazen Williams

Q: (m³/s)

D: m

F. FLAMANT

$$j = \left(\frac{6.1 * C * Q^{1.75}}{D^{4.74}} \right)$$

J: (m/m)

C: Coef Flamant

Q: (m³/s)

D: m

Para el cálculo de pérdidas de carga por accesorios se considera la siguiente fórmula:

$$Le = (k1 * D + k2) * \left(\frac{120}{C}\right)^{1.85}$$

Le = longitud equivalente, en metros

K1, k2 = factores que dependen del tipo de accesorio.

d = pulgadas

C = coeficiente según material de tubería (acero: 120, ... plástico: 150, etc.)

Tabla 5-6:accesorios

Accesorio	k1	k2
Codo 90	0,52	0,04
tee	0,53	0,04
Reducción	0,15	0,01
Válvula compuerta	0,17	0,03

Fuente:NEC-11

Una vez halladas las pérdidas totales tanto por longitud como por accesorios, se dimensionan los sistemas de respaldo como bomba y tanque hidroneumático.

Tabla 5-7:pérdidas

Pérdidas totales	30.49	m
-------------------------	--------------	----------

Fuente:propia

5.1.4 Anexos

Tabla 5-8: resultados

Q gabinete (gpm)	Q gabinete (l/s)	Q gabinete (m3/s)	Diametro	Diametro int (m)	Q real (l/s)	Material	Hf
100,00	6,3	0,0063	2 1/2	0,06262	9,239261574	Acero	Hazen Williams

PUNTO	TRAMO	CAUDAL		Diámetro		material	Fórmula	Pérdidas por fricción		
		GPM	m3/s	pulg (com.)	m			longitu (m)	hf (m/m)	hf1(m/m)
1	1-2	100,00	0,0063	2 1/2	0,064	Acero	Hazen Williams	7,02	0,085144538	0,597714656
2	2-3	100,00	0,0063	2 1/2	0,064	Acero	Hazen Williams	22,65	0,085144538	1,928523784
3	3-4	100,00	0,0063	2 1/2	0,064	Acero	Hazen Williams	2,12	0,085144538	0,18050642
4										
		Q (l/s)	6,3							

Longitud equivalente										Hf2 (m)	Hft (m)	Presión	
codo		Tee		Reducción		Válvula Comp		Válvula de Retencion				psi	mca
long	cant	long	cant	long	cant	long	cant	long	cant				
1,34	4	1,37	0	0,39	1	0,46	0	8,03	0	5,75	6,34	65,00	45,50
												74,06	51,84
1,34	4	1,37	5	0,39	0	0,46	0	8,03	1	20,22	22,14	135,55	94,89
1,34	0	1,37	1	0,39	0	0,46	1	8,03	0	1,82	2,00	138,41	96,89
										Perdidas totales	30,49	m	

Fuente:propia

5.2 Diseño de sistema de rociadores

5.2.1 Requisitos establecidos por la NFPA 13:

La NFPA 13, establece que deben funcionar 5 rociadores simultáneos, ya que es el caso más desfavorable porque se aumentan los diámetros de tuberías y las pérdidas, además al tener instalados los rociadores la probabilidad de que un incendio se de en un área mayor a 60m² es mínima, teniendo en cuenta rociadores de radio de 2m.

La separación entre rociadores debe cumplir los siguientes requisitos:

Tabla 5-9: separación

Separación			
Entre rociadores	Smin	2,4	m
	Smax	4,6	m
A paredes (cobertura del agua a la pared)	Smin	102	mm
	Smax	1/2*S. rociadores	m

Fuente:propia

También establece los requisitos de caudales para los rociadores:

Tabla 5-10: caudal mínimo y máximo

Qmin	14,82	gpm
Qmax	74,08	gpm

Fuente:NFPA 13

El color del bulbo del rociador, se escogerá en relación con el rango de temperatura que presente cada área. Cada área se secciona por cuartos o paredes.

Tabla 7.2.4.1 Rangos, clasificaciones y códigos de color de temperatura

Temperatura máxima del cielorraso		Rango de temperatura		Clasificación de temperatura	Código de color	Colores del bulbo de vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	135-170	57-77	Ordinaria	Sin color o de color negro	Naranja o rojo
150	66	175-225	79-107	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
225	107	250-300	121-149	Alta	Azul	Azul
300	149	325-375	163-191	Extra alta	Rojo	Morado
375	191	400-475	204-246	Muy extra alta	Verde	Negro
475	246	500-575	260-302	Ultra alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra alta	Naranja	Negro

Ilustración 5-0-1:rociadores

Fuente:NFPA 13

Además, se escogerá el tipo de rociador que se usará en la edificación, de acuerdo con un catálogo:

Tabla 5-11: rociador cobertura estándar

Rociadores cobertura estándar (1/2")		
Pmin	7,00	psi
P max	175	psi
k	5,60	(gpm/psi ^{1/2})
Tamaño orificio	1/2	pulg

Fuente: NFPA 13

5.2.2 Abastecimiento

El abastecimiento será indirecto, ya que se da por medio de una cisterna y se refuerza el caudal con la conexión a entrada siamesa de 4" por parte de los bomberos.

5.2.3 Cálculo de caudal de rociadores

Método curva densidad-área

En primer lugar, se mide el área donde se ubicarán los rociadores, y en dependencia del riesgo que presente la edificación, se escoge el valor de la densidad y se calcula el caudal requerido para la zona.

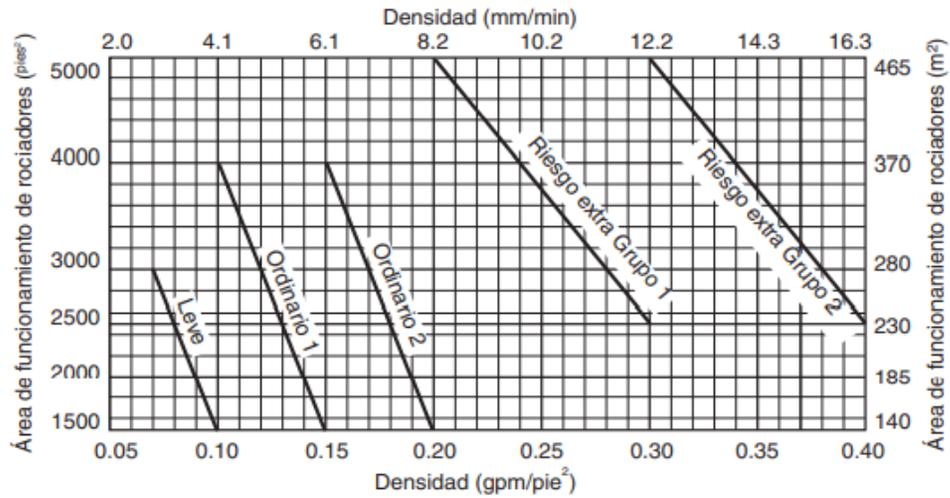


Figura 19.3.3.1.1 Curvas de densidad/área.

Ilustración 5-2: curva densidad-área

Fuente: NFPA

Tabla 5-12: caudal total

Área cuarta	235,72	m2
	2536,35	ft2
riesgo	ordinario 1	
Densidad	0,15	gpm/ft2
Q total	380,45	gpm

Fuente: propia

Para determinar el caudal que requiere un rociador, depende de la presión de trabajo que se establece para el diseño y el factor k según el rociador escogido en el catálogo. Así mismo, se calcula el Caudal de diseño, tomando en cuenta que funcionarán 5 rociadores a la vez, este valor será el que se acumule en último tramo de las redes internas.

$$QD = \#rociadores\ simult.* K * (P)^{1/2}$$

Tabla 5-13: caudal de diseño

P trabajo (15-20)	18,00	psi
Q rociador	23,76	gpm
N rociadores mínimos	17,00	rociadores
N rociadores simultáneos	5	rociadores
QD	118,79	gpm

Fuente: propia

5.2.4 Dimensionamiento de redes internas

Las tuberías se dimensionan en dependencia del caudal de un rociador, se compara con el caudal establecido en la tabla y se ve el diámetro que requiere, una vez encontrado el diámetro, se establece el material que se empleará. El material de las tuberías montantes debe ser de acero.

Tabla 5-14: caudales

Diam (pulg)	Material	Diámetro interno (mm)	Diámetro interno (m)	A (m ²)	Q (l/s)	Q (m ³ /s)
3/4	Hierro Galv	19,94	0,01994	0,000312277	0,936831412	0,000936831
1	Hierro Galv	26,04	0,02604	0,000532564	1,59769213	0,001597692
1 1/2	Hierro Galv	38,24	0,03824	0,001148486	3,445457548	0,003445458
2	Hierro Galv	50,42	0,05042	0,001996621	5,989862027	0,005989862
2 1/2	Acero	62,62	0,06262	0,003079754	9,239261574	0,009239262
3	Acero	74,8	0,0748	0,004394334	13,18300242	0,013183002
4	Acero	99,2	0,0992	0,007728821	23,18646175	0,023186462
6	Acero	148,46	0,14846	0,017310467	51,93140213	0,051931402

Fuente: propia

5.2.4.1 Elementos

Los materiales utilizados para las tuberías son de acero, con rugosidad absoluta de 0.0450.

Los diámetros internos de las tuberías que se utilizan en la red se detallan en la tabla 2:

Tabla 5-15

Tubos de abastecimiento	
Referencias	Longitud (m)
acero-Ø2 1/2	172.97
acero-Ø4	26.72
COBRE-Ø12	28.05
acero-Ø2	47.50
acero-Ø1 1/2	25.65
acero-Ø1	33.30

Fuente:CYPECAD

5.2.4.2 Presiones

Los requerimientos de presión se detallan en dependencia de la clase de rociador que se use, en este caso será rociadores cobertura estándar ½” K80, deberán cumplirse en las redes internas de distribución:

- Presión mínima: 7 psi.
- Presión máxima: 175 psi.

Sin embargo, se toma una presión de trabajo entre 15 y 20 psi, en el presente proyecto se establece una presión de 18 psi, debido a que la ubicación de los rociadores más desfavorables no se encuentra en el último piso.

5.2.4.3 Radio de cobertura del rociador

De acuerdo con el tipo de rociador que se esté trabajando, se busca en el catálogo el radio de cobertura adecuado para el diseño. En este caso se tomará un radio de 3m.

■ RD022, RD023, RD031
Rociador colgante para instalar solo en la posición pendiente, dando una descarga semiesférica debajo del deflector con poca o ninguna descarga de agua hacia arriba.

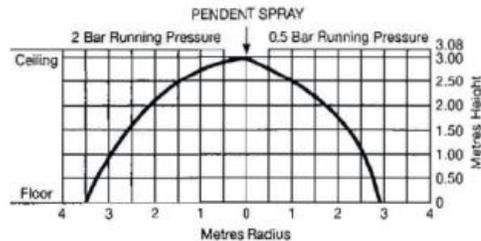


Ilustración 5-3

Fuente:NFPA

5.2.4.4 Cálculo de pérdidas de carga

Para el cálculo de pérdidas por longitud (en m c.a.) se aplica distinto criterio, en dependencia del diámetro calculado con anterioridad.

Tabla 5-16: pérdidas de carga

Diámetro (pulg)	Formulación Perdidas fricción	Coeficientes (C)		
		AC	HG	CPVC
< 2	Flamant	0,00018	0,00031	0,0001
>= 2"	Hazen Williams	120	100	140

Fuente: NFPA

Hazen Williams: Diámetros >= 2 pulgadas

$$j = \left(\frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

J: (m/m)

C: coef Hazen Williams

Q: (m³/s)

D: m

F. Flamant: Diámetros < 2 pulgadas

$$j = \left(\frac{6.1 * C * Q^{1.75}}{D^{4.74}} \right)$$

J: (m/m)

C: Coef Flamant

Q: (m³/s)

D: m

Para el cálculo de pérdidas de carga por accesorios se considera la siguiente fórmula:

$$Le = (k1 * D + k2) * \left(\frac{120}{C} \right)^{1.85}$$

Le = longitud equivalente, en metros

K1, k2 = factores que dependen del tipo de accesorio.

d = pulgadas

C = coeficiente según material de tubería (acero: 120, ... plástico: 150, etc.)

5.2.5 Dimensionamiento de cisterna

Para el dimensionamiento de la cisterna es necesario determinar el tiempo de reacción de los bomberos en dependencia del riesgo que presente la edificación. En este caso, al ser un edificio destinado a uso comercial, se clasifica en riesgo ordinario, sin embargo, se

tomará las características de riesgo ligero, ya que el sistema será mixto y los cuerpos de bomberos se encuentran cerca del predio.

Tabla 5-17: tiempo de reacción

riesgo	t reacción (min)	
RL	30	
RO	60	90
RE	90	120

Fuente:NFPA

Una vez calculados los caudales necesarios para el sistema de protección contra incendios: boca de incendios equipada y rociadores, se obtiene el caudal total y se determina el volumen necesario para la cisterna.

Tabla 5-18:volumen de cisterna mixto

Volumen cisterna mixto		
Q gabinetes	100,00	gpm
QD rociadores	118,79	gpm
Q total pci	218,79	gpm
t reacción bomberos	30,00	min
Vol. sd	6563,82	gal
Vol. sd	24,85	m3

Fuente:propia

5.2.6 Dimensionamiento de sistemas de respaldo

5.2.6.1 Bomba

Para calcular la potencia de la bomba, se necesita conocer las pérdidas de las redes de distribución, el caudal total, y la altura dinámica total.

En el presente proyecto se ha empleado un sistema mixto, por lo que se sumará las pérdidas tanto de gabinetes como de rociadores, de igual manera, se hará para el caudal total.

Para el caso de la altura dinámica, se tomará en cuenta la altura del edificio, tomando en cuenta si posee subsuelo, la altura de succión de la bomba y las presiones mínimas en los puntos más desfavorables tanto para gabinetes como para los rociadores.

En este caso la altura de succión restará a la altura dinámica, ya que la altura de la cisterna para abastecimiento de agua potable coincide con la altura del subsuelo.

Tabla 5-19: diseño de bomba

BOMBA		
Sumatorias pérdidas	83,803	mca
10% pérdidas	8,38	m
Altura edificio	18,9	m
Altura subsuelos	2	m
altura succion	-0,97	m
P ultimo punto	58,10	mca
Altura dinamica total (HDT)	86,41	m
Qmax	13,78	lt/s
Eficiencia	75	%
Potencia	21,00	HP

Fuente:propia

5.2.6.2 Tanque hidroneumático

Para el dimensionamiento del tanque hidroneumático, se necesita el caudal, la altura dinámica total, y la potencia calculada para la bomba. En función de la potencia, se escoge el tiempo de partida.

Tabla 5-20: tiempo mínimo

Potencia (HP)	Tiempo mínimo (minutos)
1-3	1,2
3-5	1,5
7-7,5	2
7,5-15	3
15-30	4
>30	6

Fuente:NEC-11

Para el cálculo de volumen de regulación del bleris, se emplea la siguiente expresión:

$$Vr = \left(\frac{Qm * t partida}{4} \right)$$

Finalmente, el cálculo de volumen total para el tanque se emplea la siguiente expresión:

$$V = Q^{0.5} * 0.65 * (HDT - A succión)$$

Tabla 5-21: diseño de tanque hidroneumático

TANQUE HIDRONEUMATICO		
HDT	86,409	mca
Qa	13,784	lt/s
potencia bomba (Pb)	21,00	HP
Qb (2/3 Qa)	9,19	lt/s
Qm	11,49	lt/s
Pa (HDT)	86,41	mca
Pb =(Pa+1,14 atm)	98,19	mca
Tiempo partida	4	min
Volumen de regulación del bleris (Vr)	689,20	lt
volumen del hidroneumático (V)	210,87	lt
volumen del hidroneumático (V)	46,39	gal

Fuente:propia

5.2.7 Anexos

Qmin	14,82	gpm
Qmax	74,08	gpm
Area cuarto	235,72	m2
	2536,35	ft2
riesgo	ordinario 1	
Densidad	0,15	gpm/ft2
Q total	380,45	gpm
P trabajo (15-20)	18,00	psi
Q rociador	23,76	gpm
radio de cobertura	3,00	m
N rociadores mínimos	17,00	rociadores
QD	118,79	gpm
Volumen cisterna mixto		
Q gabinetes	100,00	gpm
QD rociadores	118,79	gpm
Q total pci	218,79	gpm
t reaccion bomberos	30,00	min
Vol sd	6563,82	gal
Vol sd	24,85	m3
Altura de succion	2,00	m

PUNTO	TRAMO	CAUDAL		Diámetro		material	Fórmula	Pérdidas por fricción			
		GPM	m3/s	pulg (com.)	m			longitu (m)	hf (m/m)	hf1(m/m)	
1											
	1-2	23,76	0,001496804	1	0,025	Acero	Flamant	3	0,455228008	1,365684023	
2											
	2-3	47,52	0,002993607	1 1/2	0,038	Acero	Flamant	1,74	0,224057197	0,389859523	
3											
	3-4	71,28	0,004490411	2	0,051	Acero	Hazen Williams	2,27	0,134778835	0,305947957	
4											
	4-5	95,04	0,005987215	2	0,051	Acero	Hazen Williams	3	0,229487145	0,688461434	
5											
	5-6	118,79	0,007484018	2 1/2	0,064	Acero	Hazen Williams	19,14	0,117091729	2,241135689	
6											
	6-7	118,79	0,007484018	2 1/2	0,064	Acero	Hazen Williams	17,9	0,117091729	2,095941945	
7											
	7-B	118,79	0,007484018	2 1/2	0,064	Acero	Hazen Williams	10,41	0,117091729	1,218924897	
B											
		Q (l/s)		7,48							

Longitud equivalente										Hft (m)	Presión		
codo		Tee		Reducción		Válvula Comp		Válvula Retencion			Hf2 (m)	psi	mca
long	cant	long	cant	long	cant	long	cant	long	cant				
0,56	1	0,57	1	0,16	1	0,20	0	3,23	0	1,29	4,596	18,00	12,6
0,82	0	0,84	1	0,24	1	0,29	0	4,83	0	1,07	5,220	24,565	17,196
1,08	0	1,10	1	0,31	1	0,37	0	6,43	0	1,41	6,736	32,022	22,416
1,08	0	1,10	1	0,31	1	0,37	0	6,43	0	1,41	7,118	41,645	29,151
1,34	3	1,37	5	0,39	1	0,46	0	8,03	0	11,23	10,271	51,814	36,270
1,34	1	1,37	0	0,39	0	0,46	0	8,03	1	9,37	10,126	66,487	46,541
1,34	1	1,37	1	0,39	0	0,46	0	8,03	0	2,705	9,249	80,953	56,667
												94,166	65,916
										Perdidas totales	53,32	m	

BOMBA		
Sumatoria pérdidas	83,803	mca
10% pérdidas	8,38	m
Altura edificio	18,9	m
Altura subsuelos	2	m
altura succion	-0,97	m
P ultimo punto	58,10	mca
Altura dinamica total (HDT)	86,41	m
Qmax	13,78	lt/s
Eficiencia	75	%
Potencia	21,00	HP

TANQUE HIDRONEUMATICO		
HDT	86,409	mca
Qa	13,784	lt/s
potencia bomba (Pb)	21,00	HP
Qb (2/3 Qa)	9,19	lt/s
Qm	11,49	lt/s
Pa (HDT)	86,41	mca
Pb =(Pa+1,14 atm)	98,19	mca
Tiempo partida	4	min
Volumen de regulacion del bleris (Vr)	689,20	lt
volumen del hidroneumatico (V)	210,87	lt
volumen del hidroneumatico (V)	46,39	gal

Ilustración 5-4: resultados

Fuente: propia

6 EDIFICIO COSTOS

6.1 Presupuesto

Tabla 6-1: presupuesto

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CIMENTACIÓN					
	Desbroce y limpieza	m2	364.48	2.75	1,002.31
	Replanteo y nivelación	m2	364.48	2.62	954.93
	Excavación de material sin clasificar a máquina	m3	173.10	5.52	955.51
	Excavación de material sin clasificar manual	m3	17.31	8.25	142.81
	Sobrecarreo de Material mayor a 6km	m3-km	247.53	0.39	96.54
	Transporte de material hasta 6 km	m3-km	1,485.20	0.36	534.67
	Relleno con Material de Mejoramiento Compactado	m3	62.68	20.31	1,272.99
	Replanteo con Hormigón f'c=140kg/cm2	m3	15.67	203.95	3,195.79
	Encofrado recto de madera	m2	32.22	14.72	474.28
	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	8,168.56	2.05	16,745.54
	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	121.48	268.05	32,562.90
COLUMNAS					
	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	12,458.64	2.05	25,540.20
	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	121.40	268.05	32,541.54
VIGAS					
	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	9,406.40	2.05	19,283.11
	Encofrado recto de madera	m2	21,288.02	19.50	415,116.39
	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	111.44	268.05	29,871.76
LOSA					
	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	1,366.42	2.05	2,801.16
	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	291.04	268.05	78,014.44
	Malla Electrosoldada	m2	1,694.25	4.01	6,793.94
	Casetones de espuma flex	u	4,253.00	12.32	52,396.96
	Encofrado recto de madera	m2	32.11	20.65	663.10
PLANTA BAJA					
	Excavación de material sin clasificar a máquina	m3	255.13	12.36	3,153.46
	Excavación de material sin clasificar manual	m3	25.51	8.25	210.49
	Sobrecarreo de Material mayor a 6km	m3-km	364.84	0.39	142.29
	Transporte de material hasta 6 km	m3-km	2,189.05	0.36	788.06
	Relleno con Material de Mejoramiento Compactado	m3	145.79	20.31	2,961.02
	Encofrado recto de madera	m2	22.50	14.72	331.20
	Malla Electrosoldada	m2	364.48	4.01	1,461.55
	Piso Hormigón f'c=240kg/cm2	m3	78.40	268.05	21,014.85
MAMPOSTERIA					
	Colocación de bloque de arcilla de 40x20x9.5cm con mortero prefabricado.	m2	2,333.28	20.92	48,812.11
CUBIERTA					
	Cubierta teja artesanal	m2	274.19	51.02	13,988.94
	Cubierta de vidrio	m2	91.38	40.14	3,667.87
	cumbrero	m	21.52	12.90	277.61
GRADAS					
	Suministro y colocación de Pasamano de tubo metálico rectangular según diseño.	m	21.04	41.12	865.16
	Encofrado recto de madera	m2	41.95	20.65	866.31
	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	6.38	268.05	1,711.49
	Malla Electrosoldada	m2	34.32	4.01	137.62
	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	221.31	2.05	453.68
AGUA POTABLE					
	Instalación de inodoro	u	23.00	184.36	4,240.28
	Instalación de grifería	u	23.00	66.76	1,535.48
	Tubería d=1/2 pulg	m	753.89	4.66	3,513.13
	Tubería d=3/4 pulg	m	27.23	6.31	171.82
	Tubería d=1 pulg	m	22.72	8.25	187.44
	Tubería d=1 1/4 pulg	m	21.21	8.25	174.98
	Valvula de retencion d=3/4pulg	u	5.00	11.08	55.40
	Valvula de retencion d= 1 1/4pulg	u	1.00	35.74	35.74
	Llave de paso d=1/2pulg	u	59.00	9.68	571.12
	Llave de paso d=1 1/4pulg	u	2.00	45.30	90.60
	Contador d=1/2pulg	u	22.00	6.11	134.42
	Contador d=1pulg	u	1.00	6.11	6.11
	Codo radio largo 90 d=1/2pulg	u	263.00	1.34	352.42
	Codo radio largo 90 d=3/4pulg	u	2.00	1.86	3.72
	Codo radio largo 90 d=1pulg	u	1.00	3.40	3.40
	Codo radio largo 90 d=1 1/4pulg	u	12.00	6.45	77.40
	Tee paso directo d=1/2pulg	u	41.00	0.89	36.49
	Tee paso directo d=3/4 pulg	u	10.00	1.60	16.00
	Tee paso directo d=1 pulg	u	5.00	2.84	14.20
	Tee paso directo d=1 1/4 pulg	u	3.00	0.45	1.35
	Valvula de globo abierta d=1/2pulg	u	22.00	9.68	212.96
	Reduccion d=1/2pulg	u	12.00	0.45	5.40
	Bomba de calor	u	1.00	571.11	571.11

SANITARIO Y PLUVIAL				
Suministro e instalación Codo 90° PVC; D=110 mm.	u	4.00	10.31	41.24
Suministro e instalación Yee PVC tipo B E/C; D=110 mm.	u	8.00	6.55	52.40
Suministro e instalación Codo 45° PVC; D=50 mm.	u	24.00	4.60	110.40
Suministro e instalación Codo 45° PVC; D=110 mm.	u	57.00	9.78	557.46
Suministro e instalación Codo 45° PVC; D=160 mm.	u	10.00	16.15	161.50
Pozo de revisión 80x80cm; H=variable, incluye tapa	u	2.00	202.78	405.56
Suministro e instalación Sifón PVC	u	46.00	6.52	299.92
Suministro e instalación Trampilla de piso metálica cromada; D= 4"	u	2.00	7.00	14.00
Suministro e instalación de tubería desagüe PVC E/C; D=50 mm.	m	138.07	1.88	259.57
Suministro e instalación de tubería desagüe PVC E/C; D=110 mm.	m	366.16	3.31	1,211.99
Suministro e instalación de tubería desagüe PVC E/C; D=160 mm.	m	63.23	3.09	195.38
Suministro e instalación de rejilla de revision	u	1.00	35.54	35.54
SISTEMA CONTRA INCENDIOS				
Suministro e instalación Codo 90° acero; D=1 pulg	u	1.00	4.59	4.59
Suministro e instalación Codo 90° acero; D=2 1/2 pulg	u	13.00	20.35	264.55
Suministro e instalación tee acero; D=1 pulg	u	1.00	3.52	3.52
Suministro e instalación tee acero; D=1 1/2 pulg	u	1.00	7.69	7.69
Suministro e instalación tee acero; D=2 pulg	u	2.00	11.73	23.46
Suministro e instalación tee acero; D=2 1/2 pulg	u	12.00	23.42	281.04
Suministro e instalación reduccion acero; D=1 pulg	u	1.00	5.78	5.78
Suministro e instalación reduccion acero; D=1 1/2 pulg	u	1.00	2.21	2.21
Suministro e instalación reduccion acero; D=2 pulg	u	2.00	4.31	8.62
Suministro e instalación reduccion acero; D=2 1/2 pulg	u	2.00	2.64	5.28
Suministro e instalación válvula de compuerta acero; D=2 1/2 pulg	u	1.00	98.86	98.86
Suministro e instalación válvula de retención acero; D=2 1/2 pulg	u	2.00	108.34	216.68
Suministro e instalación de tubería acero; D=1 pulg	m	3.00	128.31	384.93
Suministro e instalación de tubería acero; D=1 1/2 pulg	m	1.74	128.31	223.26
Suministro e instalación de tubería acero; D=2 pulg	m	5.27	128.31	676.19
Suministro e instalación de tubería acero; D=2 1/2 pulg	m	79.24	128.31	10,167.28
Suministro e instalación de gabinetes	u	7.00	532.21	3,725.47
Suministro e instalación de rociadores cobertura estandar (1/2")	u	331.00	29.12	9,638.72
RUBROS VARIOS				
Excavación de material sin clasificar a máquina	m3	48.28	12.36	596.69
Excavación de material sin clasificar a mano	m3	4.83	8.25	39.83
Sobreacarreo de Material mayor a 6km	km-m3	53.10	0.39	20.71
Encofrado recto de madera	m2	39.48	14.72	581.15
Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	5.92	268.05	1,587.39
tanque hidroneumatico galvanizado 60galones	u	1.00	198.32	198.32
bomba 21HP	u	1.00	3,954.50	3,954.50
Malla Electrosoldada	m2	39.48	4.01	158.31
TOTAL				870,035.54

Fuente:propia

6.2 Cronograma de ejecución

Tabla 6-2: cronograma de ejecución

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Escala 100%	Escala 80%
1		CIMENTACIÓN			0.00	57,938.27	57,938.27							
1.1	500004	Desbroce y limpieza	m2	364.48	2.75	1,002.31	1,002.31						100%	100%
							364.48							
							100.00							
1.2	500001	Replanteo y nivelación	m2	364.48	2.62	954.93	954.93							
							364.48							
							100.00							
1.3	500049	Excavación de material sin clasificar a máquina	m3	173.10	5.52	955.51	955.51							
							173.10							
							100.00							
1.4	504357	Excavación de material sin clasificar manual	m3	17.31	8.25	142.81	142.81							
							17.31							
							100.00							
1.5	500103	Sobrecarreo de Material mayor a 6km	m3-km	247.53	0.39	96.54	96.54						95.64%	
							247.53							
							100.00							
1.6	515232	Transporte de material hasta 6 km	m3-km	1,485.20	0.36	534.67	534.67							
							1,485.20							
							100.00							
1.7	515533	Relleno con Material de Mejoramiento Compactado	m3	62.68	20.31	1,272.99	1,272.99							
							62.68							
							100.00							
1.8	500247	Replantillo con Hormigón f'c=140kg/cm2	m3	15.67	203.95	3,195.79	3,195.79						93.12%	
							15.67							
							100.00							
1.9	500190	Encofrado recto de madera	m2	32.22	14.72	474.28	474.28							
							32.22							
							100.00							
1.1	515469	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	8,168.56	2.05	16,745.54	16,745.54							
							8,168.56							
							100.00							
1.11	514936	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	121.48	268.05	32,562.90	32,562.90							
							121.48							
							100.00							

2		COLUMNAS			0.00	58,081.74		20,328.61	20,328.61	17,424.52		
2.1	515469	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	12,458.64	2.05	25,540.20		8,939.07	8,939.07	7,662.06		
								4,360.52	4,360.52	3,737.59		
								35.00	35.00	30.00		
2.2	514936	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	121.40	268.05	32,541.54		11,389.54	11,389.54	9,762.46		
								42.49	42.49	36.42		
								35.00	35.00	30.00		
3		VIGAS			0.00	464,271.26		162,494.94	162,494.94	139,281.38		
3.1	515469	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	9,406.40	2.05	19,283.11		6,749.09	6,749.09	5,784.93		
								3,292.24	3,292.24	2,821.92		
								35.00	35.00	30.00		
3.2	500200	Encofrado recto de madera	m2	21,288.02	19.50	415,116.39		145,290.74	145,290.74	124,534.92		
								7,450.81	7,450.81	6,386.41		
								35.00	35.00	30.00		
3.3	514936	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	111.44	268.05	29,871.76		10,455.12	10,455.12	8,961.53		
								39.00	39.00	33.43		
								35.00	35.00	30.00		
4		LOSA			0.00	140,669.60		49,234.36	49,234.36	42,200.88		
4.1	515469	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	1,366.42	2.05	2,801.16		980.41	980.41	840.35		
								478.25	478.25	409.93		
								35.00	35.00	30.00		
4.2	514936	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	291.04	268.05	78,014.44		27,305.05	27,305.05	23,404.33		
								101.87	101.87	87.31		
								35.00	35.00	30.00		
4.3	514981	Malla Electrosoldada	m2	1,694.25	4.01	6,793.94		2,377.88	2,377.88	2,088.18		
								592.99	592.99	508.28		
								35.00	35.00	30.00		
4.4	515695	Casetones de espuma flex	u	4,253.00	12.32	52,396.96		18,338.94	18,338.94	15,719.09		
								1,488.55	1,488.55	1,275.90		
								35.00	35.00	30.00		
4.5	500201	Encofrado recto de madera	m2	32.11	20.65	663.10		232.09	232.09	198.93		
								11.24	11.24	9.63		
								35.00	35.00	30.00		
5		PLANTA BAJA			0.00	30,062.92	7,586.52	22,476.40				
5.1	500029	Excavación de material sin clasificar a máquina	m3	255.13	12.36	3,153.46	3,153.46					
							255.13					
							100.00					
5.2	504357	Excavación de material sin clasificar manual	m3	25.51	8.25	210.49	210.49					
							25.51					

8.3	514936	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	6.38	268.05	1,711.49		599.02	599.02	\$13.45		
								2.23	2.23	1.92		
								35.00	35.00	30.00		
8.4	514981	Malla Electro soldada	m2	34.32	4.01	137.62		48.17	48.17	41.29		
								12.01	12.01	10.30		
								35.00	35.00	30.00		
8.5	515469	Acero de refuerzo en barras (f'y=4200 kg/cm2)	kg	221.31	2.05	453.68		158.79	158.79	136.10		
								77.46	77.46	66.39		
								35.00	35.00	30.00		
9		AGUA POTABLE			0.00	12,010.97					6,235.21	5,775.76
9.1	502983	Instalación de inodoro	u	23.00	184.36	4,240.28						4,240.28
												23.00
												100.00
9.2	503010	Instalación de grifería	u	23.00	66.76	1,535.48						1,535.48
												23.00
												100.00
9.3	502924	Tubería d=1/2 pulg	m	753.89	4.66	3,513.13					3,513.13	
											753.89	
											100.00	
9.4	502925	Tubería d=3/4 pulg	m	27.23	6.31	171.82					171.82	
											27.23	
											100.00	
9.5	502926	Tubería d=1 pulg	m	22.72	8.25	187.44					187.44	
											22.72	
											100.00	
9.6	515697	Tubería d=1 1/4 pulg	m	21.21	8.25	174.98					174.98	
											21.21	
											100.00	
9.7	506621	Valvula de retencion d=3/4pulg	u	5.00	11.08	55.40					55.40	
											5.00	
											100.00	
9.8	506616	Valvula de retencion d= 1 1/4pulg	u	1.00	35.74	35.74					35.74	
											1.00	
											100.00	
9.9	502894	Llave de paso d=1/2pulg	u	59.00	9.68	571.12					571.12	
											59.00	
											100.00	
9.1	515698	Llave de paso d=1 1/4pulg	u	2.00	45.30	90.60					90.60	
											2.00	
											100.00	

51.63%

11.16	515707	Suministro e instalación de tubería acero; D=2 1/2 pulg	m	79.24	128.31	10,167.28						10,167.28		
												79.24		
												100.00		
11.17	503440	Suministro e instalación de gabinetes	u	7.00	532.21	3,725.47							3,725.47	
												7.00		
												100.00		
11.18	515708	Suministro e instalación de rociadores cobertura estandar (1/2")	u	331.00	29.12	9,638.72							9,638.72	
												331.00		
												100.00		
12		RUBROS VARIOS			0.00	7,136.90	7,136.90							
12.1	500029	Excavación de material sin clasificar a máquina	m3	48.28	12.36	596.69	596.69							
							48.28							
							100.00							
12.2	504357	Excavación de material sin clasificar a mano	m3	4.83	8.25	39.83	39.83							
							4.83							
							100.00							
12.3	500103	Sobreacarreo de Material mayor a 6km	km-m3	53.10	0.39	20.71	20.71							
							53.10							
							100.00							
12.4	500190	Encofrado recto de madera	m2	39.48	14.72	581.15	581.15							
							39.48							
							100.00							
12.5	514936	Hormigón, f'c=240kg/cm2	m3	5.92	268.05	1,587.39	1,587.39							
							5.92							
							100.00							
12.7	515709	tanque hidroneumatico galvanizado 60galones	u	1.00	198.32	198.32	198.32							
							1.00							
							100.00							
12.8	502187	bomba 21HP	u	1.00	3,954.50	3,954.50	3,954.50							
							1.00							
							100.00							
12.9	514981	Malla Electrosoldada	m2	39.48	4.01	158.31	158.31							
							39.48							
							100.00							

8.35%

6.68%

0.00%

0.00%

MONTO PARCIAL						870,035.54	72,661.69	255,643.50	233,167.10	248,669.62	21,954.11	37,939.53
PORCENTAJE PARCIAL							8.35	29.38	26.80	28.58	2.52	4.36
MONTO ACUMULADO						72,661.69	328,305.19	561,472.28	810,141.90	832,096.01	870,035.54	
PORCENTAJE ACUMULADO							8.35	37.73	64.53	93.12	95.64	100.00
PORCENTAJE ACUMULADO 80%							6.68	30.19	51.63	74.49	76.51	100.00

Fuente:propia

6.3 Fórmula de reajuste de precios y de la cuadrilla tipo

Tabla 6-3: fórmula polinómica

$$Pr=Po(0.227 B1/Bo + 0.362 C1/Co + 0.126 D1/Do + 0.014 E1/Eo + 0.122 F1/Fo + 0.052 G1/Go + 0.022 H1/Ho$$

Coefficientes y símbolos de esta fórmula

PR = Valor reajustado del anticipo o de la planilla

Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con cantidades de obra ejecutadas a los precios

TERMINOS		
B	Mano de Obra	0.227
C	Madera aserrada. cepillada y/o escuadrada (preparada)	0.362
D	Cemento Portland Tipo I Sacos	0.126
E	Equipo y maquinaria de Construc. vial	0.014
F	Acero en barras	0.122
G	Bloques de hormigón	0.052
H	Ladrillos comunes de arcilla	0.022
I	Materiales pétreos	0.021
J	Tubos y Acc. de hierro o acero (l)	0.013
K	Instalaciones sanitarias (vivienda)	0.010
X	Componentes No Principales	0.031
		1.000

CUADRILLA TIPO

ESTR. OC. B3		0.030
ESTR. OC. C1		0.022
ESTR. OC. C1 CHOFER		0.001
ESTR. OC. D2		0.402
ESTR. OC. E2		0.545
		1.000

OBREROS			
Descripcion	Categoría	Salario Real Horario	Costo Total
Ayudante operador de equipo liviano	ESTR. OC. D2	3.66	259.91
Cablista/instalador (estr.oc d2)	ESTR. OC. D2	3.66	12.92
Cadenero (Est. Ocu. D2)	ESTR. OC. D2	3.66	188.36
Carpintero (Est. Ocu. D2)	ESTR. OC. D2	3.66	38,538.06
Chofer (estr.oc. c1)	ESTR. OC. C1	5.31	219.50
Fierrero (estr.oc d2)	ESTR. OC. D2	3.66	3,510.52
Inspector (estr.oc b3)	ESTR. OC. B3	4.07	5,889.74
Instalador de revestimiento en general (Est. Ocu. D2)	ESTR. OC. D2	3.66	393.68
Jefe de grupo/superv (estr. oc b3)	ESTR. OC. B3	4.07	7.18
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Est. Ocu. C1)	ESTR. OC. C1	4.06	4,008.50
Mecanico equipo pesado (estr.oc c1)	ESTR. OC. C1	4.06	39.63
Operador equipo pesado 1 (estr.oc c1)	ESTR. OC. C1	4.06	84.33
Peón de albañil (estr.oc e2)	ESTR. OC. E2	3.62	30,300.98
Peón de cablista (estr.oc e2)	ESTR. OC. E2	3.62	12.78
Peón de fierrero (estr.oc e2)	ESTR. OC. E2	3.62	6,906.23
Peón en general (estr.oc e2)	ESTR. OC. E2	3.62	57,105.42
Plomero (Est. Ocu. D2)	ESTR. OC. D2	3.66	10.98
Albañil (Est. Ocu. D2)	ESTR. OC. D2	3.66	26,161.83
Ayudante de maquinaria (estr.oc d2)	ESTR. OC. D2	3.72	77.27
Plomero (estr.oc d2)	ESTR. OC. D2	3.66	1,264.82
Topografo 2 (estr.oc c1)	ESTR. OC. C1	4.06	208.94
Mecanico equipo pesado (estr.oc c1)	ESTR. OC. C1	4.06	0.00

OBTENCION DE CUADRILLA TIPO				
Descripcion	Salario Real Horario	Costo Total	Numero Hombres	Coficiente
ESTR. OC. B3	4.07	5,896.92	1,448.88	0.030
ESTR. OC. C1	4.06	4,341.41	1,069.31	0.022
ESTR. OC. C1 CHOFER	5.31	219.50	41.34	0.001
ESTR. OC. D2	3.66	70,418.35	19,239.99	0.402
ESTR. OC. E2	3.62	94,325.41	26,056.74	0.545

Fuente:propia

6.4 Especificaciones técnicas edificio

6.4.1 DESBROCE Y LIMPEZA

CÓDIGO:

500004 desbroce y limpieza.

DEFINICIÓN:

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Materiales Mínimos: Ninguno

Equipo Mínimo: Herramienta menor.

Mano de Obra Calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón), Estructura Ocupacional D2 (albañil) y Estructura Ocupacional B3 (Inspector).

Procedimientos de ejecución

Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción los árboles, incluidas sus raíces, arbustos, hierbas, etc., y cualquier vegetación en las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento y proceder a la disposición final en forma satisfactoria para el fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción, en los sitios donde señale el ingeniero fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante y deberá ser estibado en los sitios que se indique, no pudiendo ser utilizado por el constructor sin previo consentimiento de aquél.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

Cuando se presenten en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción, éstos deben ser retirados desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado, el precio unitario del contrato, dicho pago, constituirá compensación total por la mano de obra, equipo, herramienta y cualquier otro insumo que se requiera para ejecutar totalmente.

6.4.2 REPLANTEO Y NIVELACIÓN.

CÓDIGO:

500001 replanteo y nivelación para edificaciones.

DEFINICIÓN:

Se entenderá por replanteo el proceso de trazado y marcado de puntos importantes, trasladando los datos de los planos al terreno y marcarlos adecuadamente, tomando en consideración la base para las medidas (B.M.) y (B.R.) como paso previo a la construcción del proyecto. Se realizará en el terreno el replanteo de todas las obras de movimientos de tierras, estructura y albañilería señaladas en los planos, así como su nivelación, los que deberán realizarse con aparatos de precisión como estación total, niveles, cintas métricas. Se colocará los hitos de ejes, los mismos que no serán removidos durante el proceso de construcción, y serán comprobados por Fiscalización.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Materiales Mínimos: Tiras de eucalipto 2.5x2cm, clavos y estacas.

Equipo Mínimo: Equipo de topografía, Herramientas varias.

Mano de Obra Calificada: Estructura Ocupacional C1 (topógrafo 2), Estructura Ocupacional D2 (cadenero).

Procedimientos de ejecución

Se debe colocar en la obra referencias con hitos de hormigón, fuera de la zona que será afectada por el movimiento de tierras. Luego de verificada la exactitud de los datos del levantamiento topográfico y solucionada cualquier divergencia, se inicia con la ubicación de un punto de referencia externo a la construcción, para luego localizar ejes, centros de columnas y puntos que definan la cimentación de la construcción. A la vez se replanteará plataformas y otros elementos pavimentados que puedan definir y delimitar la construcción. Al ubicar ejes de columnas se colocarán estacas, las mismas que se ubicarán de manera que no sean afectadas con el movimiento de tierras. Por medio de puntos

referenciales exteriores se hará una continua comprobación de replanteo y niveles. Las cotas para mamposterías y similares se podrá determinar por medio de los equipos expeditos para este fin. Para la estructura, se utilizarán aparatos de precisión y cinta metálica. Este rubro exige que el Contratista disponga, cuando lo solicite el Fiscalizador, de un equipo de topografía y personal calificado, para verificar a satisfacción del Fiscalizador que el proyecto cumpla con la ubicación, niveles, medidas, etc.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

La unidad de medida será el área en m² determinada en los planos o autorizadas por el fiscalizador. Se pagará de acuerdo a los valores estipulados en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos, para cada rubro, en forma independiente.

6.4.3 EXCAVACIONES

CÓDIGO:

500049 excavación de material sin clasificar a máquina. (cimientos, planta baja, cisterna)

504357 excavación de material sin clasificar a mano. (cimientos, planta baja, cisterna)

DEFINICION:

Este rubro se refiere a la excavación para estructuras, entendido como el conjunto de actividades necesarias, que luego de la remoción del suelo, permita el emplazamiento de las estructuras, debe llegar hasta las cotas y niveles, sin tener que efectuar rellenos, soportes o apoyos adicionales.

Excavación mecánica: Es la remoción de suelo sin clasificar mediante la utilización de maquinaria.

Excavación manual: Actividades de excavación que se realizará en suelos sin clasificar mediante trabajadores y con equipos manuales. Se realizará principalmente para llegar a las rasantes de las cimentaciones de las estructuras.

ESPECIFICACIONES:

Excavación de material sin clasificar a máquina.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales Mínimos:

Equipo Mínimo: Equipo mecánico de excavación. Bomba de achique.

Mano de Obra Calificada: Estructura Ocupacional C1 (operador de retroexcavadora), estructura Ocupacional E2 (peón), estructura Ocupacional D2 (ayudante de maquinaria) y estructura Ocupacional B3 (inspector).

Excavación manual en material sin clasificar:

Unidad: Metro cúbico (m³)

Materiales Mínimos:

Equipo Mínimo: Herramienta menor.

Mano de Obra Calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón) y estructura Ocupacional B3 (inspector).

Procedimiento de ejecución:

El replanteo del terreno determinará la zona a excavar y se iniciará con la ubicación de los sitios de control de niveles y cotas.

La excavación para plataformas se efectuará en general, en capas de 400 mm de profundidad si las condiciones de la plataforma permiten. La altura entre dos excavaciones sucesivas no excederá en general de 1800 mm.

En la medida que avance y/o profundice la excavación, se ubicarán los sistemas de evacuación de aguas lluvias, previamente se realizará una fosa de al menos 1 m³ de capacidad.

Luego de haber realizado la excavación mecánica del terreno con la maquinaria adecuada, se procederá a las excavaciones menores.

En la excavación para estructuras, cuando el lecho para la cimentación de obras

de arte resulte ser de material inadecuado, según el criterio del Fiscalizador, él establecerá la profundidad de la excavación, hasta conseguir una base de cimentación aceptable. Esta excavación adicional se rellenará con material de relleno para estructuras, compactando por capas de 25 cm, de espesor o con hormigón simple clase D, conforme indique el Fiscalizador.

De ser necesario se creará un drenaje para mantener seca la excavación en todo momento.

Después de terminar cada excavación, de acuerdo a las indicaciones de los planos y del Fiscalizador.

El material que se retira y si éste es de mejoramiento tendido en la plataforma, se lo colocará provisionalmente a los lados de la excavación para su reutilización. En el caso del material que se encuentra bajo el nivel de mejoramiento, éste será

desalojado inmediatamente de realizada la excavación a los lugares permitidos por el Municipio.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

De acuerdo con las dimensiones especificadas, las excavaciones se pagarán por metro cúbico “m³”, la medición se la realizará en obra y serán válidas únicamente

las establecidas por los planos de diseño y lo señalado en las especificaciones técnicas generales. En caso de requerirse excavaciones adicionales, estas deberán ser aprobadas por el fiscalizador y la autorización de la Entidad Contratante.

Se pagará acorde a los precios unitarios de cada uno de los rubros que consten en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación y toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

6.4.4 SOBRECARRERO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES. CÓDIGO:

500103 sobre acarreo de material producto de excavaciones (cimientos, planta baja, cisterna).

DEFINICION:

Se entenderá por sobre acarreo de materiales al transporte de materiales a distancias mayores a los 6 km, medidos a partir de esta distancia. No se incluyen en estos rubros los residuos de materiales, desperdicios y demás sobrantes generados en la obra, cuyo manejo, recogida, cargado, transporte, descarga y demás actividades relacionadas, son de responsabilidad del Contratista.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cúbico (m³-km)

Materiales Mínimos:

Equipo Mínimo: Volqueta 8m³

Mano de Obra Calificada: Chofer volquetas (Estr. Oc C1) y estructura Ocupacional B3 (inspector).

Procedimientos de construcción:

Previo al inicio de los trabajos de transporte y desalojo de materiales deberá notificarse a Fiscalización, para que ésta designe el sitio adecuado en donde depositarán estos materiales. Estas especificaciones serán complementadas con las que se detallan en “Transporte de materiales hasta 6km, incluye pago en escombrera”.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

El sobre acarreo se pagará con el rubro transporte de materiales a más de 6 kilómetros, se medirá en metros cúbicos-kilómetro, se lo calculará multiplicando el volumen transportado (calculado sobre el perfil excavado y mayorado con el porcentaje de esponjamiento que corresponda según el tipo de material) por el exceso de la distancia total de transporte sobre los 6 km.

6.4.5 TRANSPORTE DE MATERIAL.

CÓDIGO:

515232 transporte de materiales hasta 6 km. (cimientos, planta baja)

DEFINICIÓN:

En este rubro se considera el transporte del material a ser desalojado, desde el lugar de la construcción hasta una distancia menor o igual a 6 km y todas las operaciones relacionadas con su descarga. La consecución del permiso y el pago de las tasas correspondientes estarán a cargo del Contratista.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales Mínimos: ninguno

Equipo Mínimo: Volqueta 12 m³

Mano de Obra Calificada: Estructura Ocupacional C1 (chofer profesional con licencia D).

Procedimientos de ejecución

a. Requerimientos previos:

- Permisos y pago de tasa en la escombrera. El constructor deberá coordinar con la autoridad respectiva los horarios y rutas más convenientes para el transporte del material.
- Se presentará a la fiscalización el plan de desalojos de materiales, de acuerdo al cronograma de excavaciones y avance de obra presentado.
- Revisión del equipo encargado del transporte, así como del personal que efectuará dicho trabajo.

b. Durante la ejecución:

- Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte.
- Exigir al Constructor la limpieza de la superficie de las vías en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales.
- Exigir el cumplimiento de las normas ambientales para el transporte de materiales.

c. Posterior a la ejecución:

- En caso de existir contaminación atribuible a la circulación de los vehículos, el contratista deberá limpiar la calzada a su costo, sin que por ello tenga que reclamar ningún haber al contratante.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

Las cantidades que deberá pagarse por transporte de material serán medidas en metros cúbicos “m³” de material medido en banco, hasta el lugar señalado por la fiscalización. El pago se realizará a los precios estipulados en el contrato para este rubro. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte y la mano de obra, equipo, herramientas, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección y el pago de la tasa por la escombrera.

6.4.6 RELLENO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO.

CÓDIGO:

515533 relleno con material de mejoramiento compactado. (cimientos, planta baja)

DEFINICIÓN:

Es la compactación de la sobre excavación en los cimientos con material producto de la excavación, hasta llegar a los niveles y cotas determinadas y requeridas indicadas en los planos. Además, servirá para el relleno de plataformas y rampas de acceso.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Sub Base clase III y agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, compactador mecánico: Potencia: 5.5 hp.

Mano de obra mínima calificada: Estructura Ocupacional C1 (Maestro mayor en ejecución de obras civiles) y Estructura Ocupacional E2 (peón).

Procedimiento de ejecución:

El objetivo será el relleno de las áreas sobre plintos, vigas de cimentación, cadenas, plataformas y otros determinados en planos y/o requeridos en obra, hasta lograr las características del suelo existente o mejorar el mismo de requerirlo el proyecto, hasta los niveles señalados en el mismo, de acuerdo con las especificaciones indicadas en el estudio de suelos y/o la fiscalización.

Requerimientos previos:

- Se verificará que el material será exento de grumos o terrones.
- En general, el grado de compactación de los rellenos, mediante verificación con los ensayos de campo, deberán satisfacer al menos el 96% (PROCTOR ESTANDAR) de la densidad establecida.

Durante la ejecución:

- El material con el cual se realizará el relleno deberá tener la aprobación de fiscalización.
- Todo relleno se efectuará en terrenos firmes, que no contengan agua, materia orgánica, basura y otros desperdicios.
- El tendido y conformación de capas no deberán ser mayores de 20 cm de espesor.
- Compactación de cada capa de material, desde los bordes hacia el centro del relleno. El proceso de compactación será con traslapes en toda su longitud.
- Para dar inicio al relleno del sitio que se indique en planos del proyecto, se tendrá la autorización de fiscalización.

Posterior a la ejecución:

- En el caso de no cumplir con las especificaciones, los sitios no aceptados serán escarificados y rellenados por el constructor a su costo, así como las perforaciones que se realicen para la toma de muestras y verificaciones de espesores del relleno.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

Se cubicará el volumen del relleno realmente ejecutado según planos del proyecto o indicaciones de la Fiscalización. Su pago será por metro cubico (m³), con aproximación de dos decimales.

6.4.7 REPLANTILLO CON HORMIGÓN F´C=140KG/CM2

CÓDIGO:

500247 hormigón para replantillo f´c = 140 kg/cm², mezclado con concretetera.

DEFINICIÓN:

Es el hormigón simple, generalmente de baja resistencia, utilizado como la base de apoyo de elementos estructurales, tuberías y de elementos que no requiere el uso de encofrados.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Cemento portland Tipo I puesto en obra, Arena puesta en obra, ripio puesto en obra y agua.

Equipo mínimo: Herramientas menor y Concretetera de un saco.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional B3 (Inspector). Estructura Ocupacional E2 (peón). Estructura Ocupacional D2 (albañil).

Procedimiento de ejecución:

Las superficies donde se va a colocar el replantillo estarán totalmente limpias, compactas, niveladas y secas, para proceder a verter el hormigón, colocando una capa del espesor que determinen los planos del proyecto o Fiscalización.

No se permitirá verter el hormigón desde alturas superiores a 2000 mm por la disgregación de materiales. Se realizará una compactación mediante vibrador, en los sitios donde se ha llegado a cubrir el espesor determinado, y a la vez las pendientes y caídas indicadas en planos o por Fiscalización, se las realizará en esta etapa.

Fiscalización aprobará o rechazará la entrega del rubro concluido, que se sujetará a los resultados de las pruebas de campo y de laboratorio, así como las tolerancias y condiciones en las que se realiza dicha entrega.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “m³”, en base de una medición ejecutada en el sitio o con los detalles indicados en los planos del proyecto. El pago se realizará a los precios estipulados en el contrato para este rubro. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte y toda la mano de obra, equipo, herramientas, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

6.4.8 ENCOFRADO RECTO DE MADERA

CÓDIGO:

500190 encofrado recto de madera. (cimientos, columnas, planta baja, gradas y cisterna)

DEFINICIÓN:

Se entiende por encofrado de elementos estructurales, a las formas volumétricas que se confeccionan con piezas y tableros de madera, para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista, y conseguir una estructura final que cumpla con las formas, líneas y dimensiones que se especifican en planos y detalles del proyecto. Se considera que los tableros de madera tendrán al menos dos usos.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: tabla de monte 0.30m, rieles para encofrado, pingos, aceite quemado y clavos.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional B3 (Inspector). Estructura Ocupacional E2 (peón). Estructura Ocupacional D2 (albañil).

Procedimiento de ejecución:

De acuerdo con el diseño determinado por el constructor y aprobado por fiscalización, se inicia con el proceso de encofrado, verificada la base de apoyo. Se ubicarán niveles en múltiples sitios del área a encofrar, para proceder al tendido de guías, con las que se pueda mantener el nivel y facilitar el armado del encofrado. Establecido estos niveles y restando las alturas de los materiales que se utilizan, se procederá a ubicar los puntales de acuerdo a las dimensiones que se establece en obra. Dependiendo del diseño de encofrado que se haya aprobado, los puntales soportarán los tableros a través de una viga. El encuentro y sujeción del puntal, viga y tablero se lo efectuará de tal forma que permita una distribución adecuada de las cargas, una fácil instalación y anclaje de éstos, así como su ágil desarmado. Estos puntales dispondrán de una base de apoyo que tendrá la característica de soportar y repartir la carga que ejerce sobre ésta, el momento del hormigonado.

Antes de iniciar el proceso de tendido del acero de refuerzo o del vertido del hormigón se realizará una comprobación final de niveles y cotas, así como de todo el sistema de encofrado y apuntalamientos. Además, se ejecutarán y verificarán todas las tuberías y conductos que quedarán embebidas en losa y vigas, para finalmente comprobar que se encuentran totalmente selladas todas las uniones, para evitar que la lechada del hormigón pueda filtrarse. Para proceder con el desencofrado, se solicitará la autorización de fiscalización y en todo caso se respetará la siguiente indicación: retiro de costados de losas 3 días, retiro de fondos cuando el hormigón haya adquirido un mínimo del 70% de su resistencia de diseño, verificando los resultados que se indiquen en las pruebas correspondientes. Los puntales que soportan las vigas no serán retirados en su totalidad y se conservarán los que se hallan ubicados a $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de la luz hasta cuando el hormigón alcance el 100% de su resistencia de diseño. Se tendrá especial cuidado en el desencofrado de los laterales, ya que son susceptibles de daños o desprendimientos de hormigón.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

Se medirá el área efectiva de encofrado y su pago se lo efectuará por metro cuadrado “m²”. El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento, costados y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro y colocación de los encofrados y su posterior desencofrado, incluyendo transporte, mano de obra, equipo,

herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

6.4.9 ACERO DE REFUERZO (F'Y=4200 KG/CM2)

CÓDIGO:

515469 acero de refuerzo en barras ($f_y=4200$ kg/cm²). (cimientos, vigas, columnas, losa, gradas)

514981 malla electro-soldada U-44 3.75mm c/25cm. (losa, planta baja, gradas)

DEFINICIÓN:

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las barras de acero o malla electro-soldada dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del fiscalizador. Este ítem norma el suministro y colocación de varillas de acero corrugado y/o malla electro-soldada, en lo referente a secciones y detalles que deberán constar en los planos.

ESPECIFICACIONES:

Acero de refuerzo en barras ($f_y=4200$ kg/cm²).

Unidad: kilogramo (kg).

Materiales Mínimos: Alambre de amarre y acero de refuerzo $f_c=4200$ kg/cm².

Equipo Mínimo: Herramienta menor.

Mano de Obra Calificada: Estructura Ocupacional C1 (maestro mayor en ejecución de obras civiles). Estructura Ocupacional E2 (peón de fierro). Estructura Ocupacional D2 (fierro).

Malla electrosoldada U-44 3.75mm c/25cm.

Unidad: Metros cuadrados (m²).

Materiales Mínimos: Malla electro soldada.

Equipo Mínimo: Soldadora eléctrica 300a

Mano de Obra Calificada: Estructura Ocupacional D2 (Instalador de revestimiento en general). Estructura Ocupacional E2 (peón en general). Ayudante de operador de equipo liviano.

Procedimiento de ejecución:

El Contratistas deberá revisar las planillas que contienen los planos estructurales, antes del pedido corte y doblado del material.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en plataformas u otros soportes adecuados, de tal forma que no esté en contacto con la superficie del terreno.

Las barras se doblarán en la forma indicada en los planos. Todas las barras se doblarán en frío, a menos que permita el Fiscalizador otra cosa.

Los radios para el doblado se lo harán como se especifica en la siguiente tabla:

Diámetro (mm): 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, y 25 28 y 32

Radio mínimo: 3 diámetros, 4 diámetros

Las barras de acero se colocarán en las posiciones indicadas en los planos, se las amarrará con alambre u otros dispositivos metálicos en todos sus cruces y deberán quedar sujetas firmemente durante el vaciado del hormigón. El recubrimiento mínimo de las barras se indicará en los planos. La colocación de la armadura será aprobada por el Fiscalizador antes de colocar el hormigón. Las barras deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocadas en una fila, no sea menor que el diámetro nominal de la barra, ni menor de veinticinco milímetros (25 mm), ni menor de una y un tercio ($1 \frac{1}{3}$) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Cuando se coloquen dos o más filas de barras, las de las filas superiores deberán colocarse directamente encima de las barras de la fila inferior y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm). Estos requisitos se deberán cumplir también en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras. Las barras serán empalmadas como se indica en los planos o de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador.

El Constructor podrá remplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

Las cantidades a pagarse por suministros y colocación del acero de refuerzo, de acuerdo a lo descrito en esta sección, serán los pesos en kilogramos de barras de acero. Los pesos que se miden para el pago incluirán los traslapes indicados en los planos o aprobados por el Fiscalizador. Las mallas de acero electro-soldada se pagarán en m² efectivamente colocados. Las cantidades se pagarán a los precios del contrato para estos rubros. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro y colocación del acero de refuerzo o malla electro-soldada, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

6.4.10 HORMIGÓN, F'C=240KG/CM2

CÓDIGO:

514936 hormigón estructural $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ premezclado, incluye bombeado y vibración. (cimientos, columnas, vigas, losa, Piso de hormigón parqueadero, gradas y cisterna)

DESCRIPCIÓN:

Consiste en la provisión y colocación en obra de hormigón premezclado de resistencia igual a 240 kg/cm^2 , que conformará losas, zapatas, columnetas y vigas de cimentación. Para lo cual se requiere el uso de encofrados y acero de refuerzo. El objetivo es la construcción de losas de hormigón, columnas y gradas especificadas en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: Hormigón premezclado (cemento, arena, ripio y agua)

Equipo mínimo: Vibrador. Hormigonera de un saco.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional C1 (maestro mayor de construcción en obras civiles). Estructura Ocupacional E2 (peón). Estructura Ocupacional D2 (albañil).

Procedimiento de ejecución:

Requerimientos previos:

- Revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos estructurales, de instalaciones y otros complementarios del proyecto.
- Elementos estructurales o soportantes que van a cargar la losa, terminados.
- Encofrados nivelados, estables.
- Contra flechas, cuando se indique en los planos estructurales, en los elementos de luces considerables o en voladizos.
- Colocación del acero de refuerzo y separadores aprobado por fiscalización. Colocación del acero de temperatura y el sistema para mantenerlo en el nivel especificado, durante el vertido y compactación del hormigón.
- Trazado de niveles y colocación de guías que permitan un fácil y adecuado control del espesor de losa y vigas.
- Definición del orden de vertido del hormigón, de las áreas y volúmenes que puedan cumplirse en una jornada de trabajo, conforme los recursos disponibles, y de juntas de construcción, de requerirse las mismas.
- Tipo, dosificación, instrucciones y recomendaciones al utilizar aditivos.

De acuerdo con el espesor de las losas, el vertido se realizará por capas uniformes y completando tramos totales de losa, lo que va a permitir obtener un homogéneo vibrado y terminado del elemento.

En los sitios donde se posea acumulación de acero de refuerzo como: macizados, $\frac{1}{4}$ de luz de las vigas y otros, se verterá hormigón con máximo cuidado y control. La colocación del hormigón se iniciará por las vigas, desde el centro a sus costados, continuando con el llenado de nervaduras y terminando con la capa de compresión. Una vez que se llegue al

espesor determinado y verificado su adecuado vibrado, se procederá a compactar por medios manuales o mecánicos, y cuidando en dar las inclinaciones o pendientes indicadas en planos o por fiscalización. Continuamente se realizarán inspecciones a los encofrados, verificando y corrigiendo las deformaciones que sufran durante el proceso. El retiro de éstos, respetará un tiempo mínimo de fraguado, se lo efectuará cuidando de no provocar daños en las aristas de las losas, y si es del caso se realzarán los correctivos en forma inmediata.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “m³”. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; descontando todos los vacíos que por alivianamientos pueda tener; es decir el volumen efectivo del rubro realizado, que cumpla con las especificaciones técnicas y la resistencia de diseño, de acuerdo a las pruebas de laboratorio que deberá adjuntarse en la planilla correspondiente. El pago se realizará a los precios estipulados en el contrato para este rubro. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte, bombeo y toda la mano de obra, equipo, herramientas, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

6.4.11 COLOCACIÓN DE BLOQUES DE ALIVIANAMIENTO EN LOSAS.

CÓDIGO:

515695 casetones de espuma flex.

DEFINICIÓN:

Los casetones sirven como alivianamiento del forjado, cumpliendo la función de encofrado perdido (no cumplen ninguna función estructural dentro del sistema). Las diferentes alturas de los bloques determinan el brazo elástico resistente entre las fuerzas de compresión y tracción del forjado. Presentan como ventaja la disminución de las solicitaciones sobre las estructuras en que se apoyan, y como consecuencia, un ahorro de materiales relativo a las losas macizas.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: unidad (u).

Materiales mínimos: Bloque alivianado 40x40x20.

Equipo mínimo: Herramientas menor.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón). Estructura Ocupacional B3 (inspector).

Procedimiento de ejecución:

Es necesario, antes de colocar los bloques, disponer un apuntalamiento de las viguetas. Una vez colocadas las viguetas, correctamente apuntaladas y dada la contra flecha necesaria, se montan los bloques entre ellas colocándolos de manera que no queden espacios libres. Para reducir el consumo de materiales es conveniente obturar los extremos de los bloques de alivianamiento de las puntas a fin de evitar que ingrese en ellos el hormigón durante el colado de la capa de compresión.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

las cantidades a pagarse por colocación de bloques de alivianamiento en losas, de acuerdo a lo descrito en esta sección, serán las unidades de casetones de espuma flex. Las cantidades se pagarán a los precios del contrato para este rubro. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por colocación de bloques de alivianamiento en losas incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

6.4.12 COLOCACIÓN DE COLOCACIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA DE 40X20X9.5CM CON MORTERO PREFABRICADO

CÓDIGO:

500316 colocación de bloque de arcilla de 40x20x9.5cm con mortero prefabricado.

DEFINICION:

El ladrillo se considera como una pieza de arcilla o tierra arcillosa moldeada mecánicamente y cocida. No podrán contener material que produzca eflorescencias destructivas o manchas permanentes en el acabado. Serán fabricados por cocción al rojo,

a una temperatura mínima de 800°C. Una vez cocidos, serán de masa homogénea y resistencia uniforme. Serán de color rojizo uniforme y sonido metálico al golpe con un material duro. Los ladrillos serán de 40X20X9.5cm, con las caras rayadas los mismos que serán proporcionados cantidad y calidad suficiente por la Contratante para la ejecución correcta de los trabajos.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo mínimo: Herramienta menor, andamio metálico.

Materiales: Mortero prefabricado para arcilla, agua y ladrillo jaboncillo común.

Mano de obra: Estructura Ocupacional E2 (peón). Estructura Ocupacional B3 (inspector). Estructura Ocupacional D2 (albañil).

Procedimiento de ejecución:

En el momento de la colocación de cada pieza se debe tener en cuenta la limpieza de las caras, y que estas queden listas para facilitar posteriormente su limpieza y protección. Para proceder con el muestreo de los ladrillos que se ingresan a la obra, se cumplirá con las especificaciones de la norma INEN 297. Ladrillos cerámicos.

Se tomarán las medidas necesarias para que, durante el manipuleo de carga y descarga, el ladrillo no sea roto o maltratado. Se recomienda ubicarlos en sitios donde se los pueda proteger del clima e intemperie, evitando la impregnación de polvos o residuos que perjudiquen las características de los ladrillos. El apilado será en hileras que no sobrepasen la altura de manipuleo directo del obrero y siempre verificando que la carga implementada no sea superior a la resistencia del piso utilizado. Posterior a la entrega de las piezas de arcilla realizada por el Contratante, el bodegaje, conservación y manipulación de los mismos será de absoluta responsabilidad del Contratista.

Fiscalización controlará la perfecta colocación y traba de los ladrillos que tienen que estar nivelados y aplomados. El mortero utilizado para la colocación de ladrillo será cementicio con aditivos de alta calidad para de compresión moderada, que cumpla las normas NTE

INEN 2518, contendrá arenas limpias y libres de sales de cloruro. Las juntas horizontales y verticales serán de 1 centímetro.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

Se pagará por metro cuadrado de mampostería debidamente colocado, terminado como se especifica, y medido y aprobado por fiscalización, al precio unitario establecido en el contrato.

6.4.13 CUBIERTA TEJA ARTESANAL

CÓDIGO:

504396 suministro e instalación de teja artesanal.

DEFINICIÓN:

Este ítem se refiere al suministro e instalación de teja artesanal para la cubierta, Las tejas se fijarán con pernos autoperforantes (cuatro por unidad), dispuestos en las cimas de las ondulaciones de la teja, y deberán descansar sobre las correas metálicas de la estructura, estas instalaciones deben ejecutarse con las normas de seguridad en alturas, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas, y daños a las obras que se construyen en propiedades vecinas.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo mínimo: Herramienta menor

Materiales: Teja artesanal, tira de madera de 4x4cm y clavos.

Mano de obra: Estructura Ocupacional E2 (peón). Estructura Ocupacional B3 (inspector). Estructura Ocupacional D2 (albañil).

Procedimiento de ejecución:

Asegurarse que se tenga acceso por medio de andamios a la altura determinada donde debe ser instalada la teja. Revisar los planos de la estructura y colocación del tejado.

Armar el andamio teniendo en cuenta las precauciones necesarias para el trabajo en alturas. (El personal que se suba al andamio debe usar arnés, casco, botas y gafas para su seguridad, así mismo debe tener un control y manejo de trabajo en alturas).

Luego de estar en el sitio de trabajo se procede a verificar que la estructura para el tejado se encuentre en óptimas condiciones y totalmente terminada.

Sobreponer la primera teja de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba en dirección de la cumbrera del techo. La primera teja debe estar a escuadra lineada longitudinal y transversalmente con el diseño del techo.

Colocación de tornillos: Realizar la perforación con taladro para colocar los tornillos en la segunda y quinta honda. Introducir el tornillo en el orificio, colocando la arandela asfáltica, luego la arandela metálica y por última la tuerca. Apretar la tuerca hasta hacer contacto con la arandela metálica.

Colocación de amarres: Se procede hacer los orificios sobre la teja para la introducción de los alambres del amarre a esta, teniendo los alambres del amarre ya introducidos y bajo la teja, se procede a amarrar estos al tornillo.

Introducir los alambres del amarre en orificio (La tapa metálica del amarre debe quedar por la cara exterior de la teja).

Colocar la segunda lamina traslapada transversalmente con la primera teja. (Él traslape transversal mínimo es de 14 cm). Colocar el tramo a 7 cm de cada extremo de ambas tejas para poder sujetarse correctamente.

Durante la colocación de cada teja se debe tener en cuenta el orden de ubicación de estas y el funcionamiento del desagüe del tejado. Arrojar un baldado de agua sobre la teja para verificar que no hallan filtraciones de agua.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

La unidad de medida de pago será el número de metros cuadrados (M2) de tejas artesanales instaladas, debidamente ejecutado y aprobado. Su forma de pago se hará según los precios establecidos en el contrato. En este valor se incluye el costo de equipo, materiales, herramienta, mano de obra y transporte.

6.4.14 CUBIERTA DE VIDRIO

CÓDIGO:

515523 cubierta de vidrio

DEFINICIÓN:

Es el conjunto de actividades para colocar el techo de cubierta, formada por láminas o paneles de vidrio.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales mínimos: Policarbonato alveolar.

Mano de obra mínima calificada: Peón (Estr. Oc. E2), Instalador Revestimiento en General (Estr. Oc. D2).

Procedimiento de ejecución:

Instalación de la cubierta en los sitios que se indique en planos del proyecto, detalles constructivos y pendientes, o los determinados por el Fiscalizador.

Requerimientos previos:

Revisión de los planos del proyecto, donde se especifique el tamaño de los paneles, distancia entre ejes de correas, detalles de colocación, los elementos y accesorios de cubierta.

Verificación de niveles, cotas y pendientes que estén determinadas en el proyecto.

Estructura metálica de cubierta debe estar concluida.

No se permitirá el apilamiento de las láminas sobre la estructura de cubierta.

Durante la ejecución:

Control de los cortes de colocación en sus dimensiones requeridas, conforme los cortes uniformes y exactos.

Verificación del equipo adecuado para instalar, perforar y cortar las planchas. Las uniones se las realizará según especificaciones determinadas por el fabricante. Se tenderán guías de piola para alineamientos y nivelaciones.

Verificación del tipo de anclajes (pernos autoroscantes).

Posterior a ejecución:

Puesta a prueba y verificación de la impermeabilidad de la cubierta: Fiscalización exigirá las pruebas necesarias para la aceptación del rubro concluido.

Verificación de niveles, alineamientos, pendientes y otros.

Limpieza y retiro de cualquier desperdicio en la cubierta.

Colocación de canales y bajantes de agua lluvia perimetrales (posterior a este rubro).

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

La medición de los vidrios se efectuará en metros cuadrados tomando en cuenta el área. El precio unitario deberá incluir el suministro del vidrio y todo lo necesario para su instalación, la instalación propiamente dicha y la limpieza final.

6.4.15 CUMBRERO

CÓDIGO:

503082 suministro y colocación de cumbrero de fibrocemento prepintado Tipo caballete P-7, incluye ganchos "J".

DEFINICIÓN:

Accesorio de cubierta de teja toledo que evita la filtración de agua en la línea de cumbrero. Es la línea divisoria de las aguas pluviales. Se usa para proteger la cresta del techado, evitando que se genere humedad o goteras.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro lineal (m)

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales: Cumbretero tipo estilpanel.

Mano de obra: Estructura Ocupacional E2 (peón). Estructura Ocupacional B3 (inspector). Estructura Ocupacional D2 (albañil).

Procedimiento de ejecución:

El rubro contempla la colocación de cumbretero tipo estilpanel en el vértice que forman las tejas. Se asegurará la impermeabilización del cumbretero a través de la colocación de lámina asfáltica de 20cm de ancho.

Se procederá a colocar el imprimante y posteriormente se adherirá la lámina asfáltica que mediante un proceso térmico que permita la impermeabilización adecuada del cumbretero. Podrán ser nivelados los cumbreteros con mortero prefabricado para pegar bloques de arcilla.

La sujeción de los caballetes de fibrocemento se dará mediante ganchos “J” de 4” y capuchón. Los caballetes deberán ser prepintados en fábrica en color tipo “teja colonial”, el mismo que deberá contar con la aprobación de fiscalización previa a la colocación de las planchas.

Previa autorización de fiscalización y de la Entidad Contratante será posible aplicar color a los caballetes de fibrocemento mediante pintura para exterior, de tal manera que no se altere la uniformidad y estética de la cubierta.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

Se pagará por metro lineal debidamente colocado, terminado como se especifica, y medido y aprobado por fiscalización, al precio unitario establecido en el contrato.

6.4.16 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PASAMANO DE TUBO METÁLICO RECTANGULAR

CÓDIGO:

503951 suministro y colocación de Pasamano de tubo metálico rectangular

DEFINICIÓN:

Serán los elementos metálicos utilizados como protecciones en escaleras, muros, pasillos o en sitios donde se necesite protección, de acuerdo con los planos, detalles del proyecto y a las indicaciones del Fiscalizador.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro lineal (m).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Materiales mínimos: Pasamanos de metal.

Mano de obra mínima calificada: Inspector (Estr. Oc. B3), Fierro (Estr. Oc. D2), Peón de fierro (Estr. Oc. E2).

Procedimiento de ejecución:

Este trabajo consistirá en la construcción e instalación de pasamanos metálicos que estarán armados con tubo metálico de 70x30x2mm de acuerdo a los detalles y con las medidas indicadas en los planos, en la forma establecida en estas especificaciones y en las disposiciones especiales

Los tubos cumplirán la norma ASTM A-513 y el límite de fluencia para estos aceros será mayor o igual a 2520Kg. /cm², para lo cual el constructor presentará los reportes de pruebas del fabricante. Los tubos y platinas deberán llegar a obra en embalaje del fabricante y abrirse en la misma, controlando su estado, dimensiones y espesor: perfiles doblados, alabeados o con señales de óxido, así como los que no cumplan con las dimensiones especificadas, serán rechazados. Las pruebas que se requieran, serán conforme a lo estipulado en la norma y dispuestas por fiscalización.

La suelda a utilizar deberá cumplir con la NTE INEN 040:09 para Soldadura de estructura de acero.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

El pasamano se medirá por Unidad, se pagará al precio unitario establecido en el contrato. El pago de este rubro constituirá la compensación total por la fabricación, colocación y acabados en obra, a entera satisfacción de la Fiscalización, así como por toda la mano de

obra, equipo, herramientas y operaciones que se requieran para la correcta ejecución del rubro.

6.4.17 INSTALACIÓN DE INODORO.

CÓDIGO:

502983 INODORO.

DEFINICIÓN:

Comprende la provisión, suministro e instalación de la pieza sanitaria (Inodoro tanque bajo una pieza incluye accesorios) contemplado en el proyecto.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: unidad (u).

Equipo: Herramienta menor.

Mano de obra: peón (Estr. Oc. E2), plomero (Estr. Oc. D2), Inspector (Estr. Oc. B3).

Materiales: Inodoro tanque bajo blanco, tubo de abasto inodoro, teflón rollo=10m, agua, cemento y arena.

Procedimiento de ejecución:

Especificaciones: Este trabajo debe cumplir con las siguientes especificaciones:

El Inodoro tanque bajo una pieza incluye accesorios debe ser suministrado completo por el Contratista, con todos los accesorios y estarán sujetos a la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El abastecimiento de agua para el equipo será de tuberías y accesorios de ½” de diámetro.

Los Inodoros Sanitarios Clasificación. Cumplirá las NTE INEN 1568, 1569, 1570,1571:2011.

Componentes de los Inodoros Sanitarios, Herrajes para inodoros y Urinarios Requisitos. Cumplirá NTE INEN 2306, 2307, 2308:2002.

Componentes para los Inodoros Sanitarios, Herrajes para inodoros y Urinarios Requisitos Dimensionales. Cumplirá NTE INEN 2306:2002.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

La Fiscalización será la encargada de aprobar o rechazar el rubro una vez concluido el mismo, en función de la verificación de campo, su pago será por unidad, efectivamente instalado y probado.

6.4.18 INSTALACIÓN DE GRIFERIA.

CÓDIGO:

503010 bebedero acero inoxidable. inc. filtro 2 etapas y llave pulsadora.

DEFINICIÓN:

Un sistema hidro sanitario se complementa y puede entrar en uso, con la instalación de las llaves de salida de agua como las que se debe instalar en el lavamanos. El objetivo será la provisión e instalación de la grifería para su funcionamiento, tipo FV línea media, de acuerdo a los que se indiquen en los planos y detalles del proyecto y las instrucciones emitidas por el I/A Fiscalizado

ESPECIFICACIONES:

Unidad: unidad (u).

Equipo: Herramienta menor.

Mano de obra: - peón (Estr. Oc. E2), plomero (Estr. Oc. D2), Inspector (Estr. Oc. B3).

Materiales: grifería para lavamanos sin mezcladora.

Procedimiento de ejecución:

La grifería o el sistema de accionamiento debe estar situado entre 80 y 90 cm de altura en su disposición frontal y si está en el lateral entre 70 y 90 cm. Siempre se deben evitar posiciones forzadas en la inclinación y acercamiento al surtidor de agua, principalmente por usuarios en silla de ruedas y niños.

Deben permitir la aproximación que necesaria para los usuarios de sillas de ruedas, respetando una altura libre en su parte inferior de 70 cm, con una profundidad aproximada de 45 cm. El sistema de accionamiento debe ser sencillo, no requerirá una fuerza superior a 20-22 N.

En caso de uso de rejilla, deberá estar enrasada y limitar la distancia entre huecos a 2 cm, para evitar atrapamientos de bastones de apoyo, tacones, muletas o incluso los propios niños en sus juegos. La presión de salida del agua ha de ser de 60 psi aprox.

La instalación mínima requiere de una toma de agua y una salida de agua. Los materiales sean resistentes a la corrosión (acero inoxidable) y permitan mantener la higiene que precisa su utilidad.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

La medición será de acuerdo a la cantidad real de bebedero instalado en obra. Su pago será por unidad (u).

6.4.19 SUMINISTRO + INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN POLIETILENO DE DIÁMETROS DIFERENTES. (1/2, 3/4, 1, 1 1/4)

CÓDIGO:

502924 Tubería d=1/2 pulg

502925 Tubería d=3/4 pulg

502926 Tubería d=1 pulg

515697 Tubería d=1 1/4 pulg

506621 válvula de retención d=3/4pulg

506616 válvula de retención d= 1 1/4pulg

502894 llave de paso d=1/2pulg

515698 llave de paso d=1 1/4pulg

501870 contador d=1/2pulg

501872 contador d=1pulg
506980 codo radio largo 90 d=1/2pulg
506981 codo radio largo 90 d=3/4pulg
506982 codo radio largo 90 d=1pulg
506983 codo radio largo 90 d=1 1/4pulg
515711 Tee paso directo d=1/2pulg
515713 Tee paso directo d=3/4 pulg
515714 Tee paso directo d=1 pulg
515716 Tee paso directo d=1 1/4 pulg
502894 válvula de globo abierta d=1/2pulg
515716 reducción 3/4- 1/2 pulg

DEFINICIÓN:

Se entenderá por instalación de tuberías y accesorios para agua potable, el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes de Fiscalización de la obra, las tuberías y accesorios de Polipropileno RANDOM 3 de unión por Termofusión que se requieran en la construcción de las redes de Agua Potable.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro (m), para tuberías y Unidad (u) para accesorios.

Materiales mínimos: Tubos en polietileno de diámetro 1/2, 3/4, 1, 1 1/4. Accesorios (Válvula de retención, Llave de paso, Contador, Llave general, Codo radio largo 90, Tee paso directo, Válvula de globo abierta, Reducción), Teflón rollo =10m.

Equipo mínimo: Herramienta Menor.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón) Estructura Ocupacional D2 (albañil), Inspector (Estr. Oc. B3).

Procedimiento de ejecución:

La totalidad de las tuberías y accesorios utilizados en las instalaciones internas de agua potable serán de Polipropileno Random 3. No se aceptará materiales o sistemas que no cumplan con todas estas características. Tampoco se aceptará mezclar elementos (tuberías y/o accesorios).

El sitio para la instalación debe estar señalado por el constructor y autorizado por fiscalización.

El Fiscalizador de la obra, previa la instalación deberá inspeccionar las tuberías y accesorios para cerciorarse de que el material está en buenas condiciones, en caso contrario deberá rechazar todas aquellas piezas que encuentre defectuosas. Por cada lote de tubos y accesorios que ingresen a la obra el constructor deberá presentar los certificados de fábrica que cumplan la norma INEN.

Para la instalación de las tuberías y accesorios de Polipropileno RANDOM 3 de unión por Termofusión se observará los siguientes pasos:

- a. Cortar el tubo en ángulo recto, de preferencia utilizando la tijera cortatubo. Luego limpieza de las partes a unir.
- b. Calentar simultáneamente en el termofusor las partes a unir hasta que haya cumplido los tiempos de calentamiento indicados.
- c. Cuando se presenten interrupciones en el trabajo, o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc.

Una vez terminada la instalación de las tuberías y accesorios, se procederá a la prueba por medio de presión hidrostática, para lo cual el constructor proveerá de una bomba adecuada para pruebas de este tipo que será autorizada por fiscalización. La prueba de las tuberías será hecha por el Constructor por su cuenta como parte de las operaciones correspondientes a la instalación de la tubería, debiendo recibir la aceptación por parte de la Fiscalización, caso contrario, no procederá su pago.

Antes de iniciar el proceso, deberá comprobarse que todos los puntos de salida estén convenientemente taponados y que las tuberías no contengan aire. La prueba consistirá en inyectar agua en el tramo a verificarse, hasta alcanzar una presión mínima de 10.55 kg/cm² (150 psi), la cual se la mantendrá estable por el lapso de treinta (30) minutos mínimos, para inmediatamente proceder a inspeccionar la parte sometida al ensayo; cualquier descenso de la presión significará la presencia de fugas, las mismas que deberán ser ubicadas y reparadas, para nuevamente proceder en la forma señalada en el numeral anterior. En cuanto se logre la presión estable, se la conservará por un período de 24 horas.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de tuberías y accesorios de Polipropileno con unión por Termofusión, para redes de agua potable, serán medidos para fines de pago en metros, dependiendo de cada diámetro. De igual forma, los accesorios se cuantificarán por unidades, dependiendo de cada diámetro, y con aproximación de un decimal, al efecto se medirá directamente en las obras las longitudes de tuberías colocadas de cada diámetro y tipo, las unidades instaladas de los accesorios de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o Fiscalización.

6.4.20 BOMBA DE CALOR

CÓDIGO:

515699 bomba de calor.

DEFINICIÓN:

Este ítem se refiere a provisión e instalación de bombas de calor de 300 lts de capacidad de almacenamiento y una potencia de 20 KW/Hor, para el suministro de agua caliente, dichas bombas deben ser de marca reconocida y experiencia buena en el uso Hospitalario. Previo a la compra de dicho artefacto el Contratista debe hacer aprobar con el Supervisor de Obra, tanto la marca, como su procedencia, así como su capacidad, previa a su compra, la cantidad, así como su lugar serán indicados oportunamente por el Supervisor de la Obra y/o descritos en los planos de instalaciones.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: La medición de dicha provisión e instalación de bombas de calor, será por PIEZA, la cual corresponderá a un trabajo concluido, es decir al termotanque instalado.

Materiales mínimos: Herramienta menor.

Equipo mínimo: Bomba de calor

Mano de obra: Estructura Ocupacional E2 (peón) Estructura Ocupacional D2 (albañil), Inspector (Estr. Oc. B3).

Procedimiento de ejecución:

La instalación de los mencionados termotanques se debe realizar de acuerdo a las instrucciones que indique el fabricante, y en todo caso dicha instalación debe ser efectuada por especialistas, tanto en la parte de plomería, de manera que el termotanque esté listo para entrar en servicio, cuando se concluya con los trabajos.

Todos los materiales, así como la bomba de calor deben ser provistos por el contratista y garantizados para su instalación, incluyendo la base y o tarima de madera que pueda solicitar el ambiente para el caso de proteger de las corrosiones, en todo caso tal situación será también definida por el Supervisor de la Obra.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

El pago se efectuará de acuerdo a la propuesta entregado por el contratista y aprobada por la institución, dicho pago corresponderá a la compensación de todos los gastos efectuados por el Contratista para la buena ejecución del ítem, esto quiere decir gastos en todos materiales, necesarios para la instalación de la bomba de calor, traslado, gastos en mano de obra y todos los gastos tanto directos e indirectos que pudiera realizar el Contratista.

6.4.21 SUMINISTRO + INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN PVC DE DIÁMETROS DIFERENTES. (50, 110, 125, y 160mm)

CÓDIGO:

500975 codo 90 PVC d=110mm

506388 Yee PVC d=110mm

502490 codo 45 PVC d=50mm

502489 codo 45 PVC d=110mm

502470 codo 45 PVC d=160mm

502869 sifón PVC

504626 tubería desagüe PVC d=50mm

500906 tubería desagüe PVC d=110mm

504960 tubería desagüe PVC d=160mm

503223 rejilla de revisión.

DEFINICIÓN:

Se refiere a toda instalación para canalizar y desalojar las aguas servidas y lluvias de una edificación, se realiza normalmente para que trabaje a gravedad. El conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes de Fiscalización de la obra, las tuberías y accesorios de PVC de unión por Termofusión que se requieran en la construcción de las redes de desagüe.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro (m), para tuberías y Unidad (u) para accesorios.

Materiales mínimos: Tubo de PVC reforzado de 50, 110, 125, y 160mm, soldadura líquida para PVC; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales. Accesorios (Codo 90, Yee, Codo 45, sifón y Rejilla de revisión), polilimpia y polipega.

Equipo mínimo: Herramienta Menor.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón) Estructura Ocupacional D2 (albañil), Inspector (Estr. Oc. B3).

Procedimiento de ejecución:

Su instalación puede ser sobrepuesta en ductos verticales de instalaciones o empotrados en paredes, rigiéndose a los planos de instalaciones y a las indicaciones de fiscalización.

La tubería de PVC reforzada para uso sanitario cumplirá con las especificaciones INEN 1374: Tubería plástica. Tubería de PVC para presión.

El constructor presentará los informes de cumplimiento de estas especificaciones, de muestras tomadas del material puesto en obra, o a su vez los certificados del fabricante o lo determinado por la fiscalización.

Todas las tuberías serán en sus tamaños originales de fabricación, no se permitirá el ingreso de pedazos o retazos. Las tuberías y accesorios ingresarán con la certificación del fabricante o proveedor. Verificar los recorridos de tuberías a instalarse para evitar interferencias con otras instalaciones, procurando que éstas sean lo más cortas posibles, revisar si las tuberías cruzarán juntas de construcción o elementos estructurales para prever su paso. Estas tuberías se instalarán en ductos determinados para instalaciones, registrables y de dimensiones que permitan trabajos de mantenimiento o reparación.

Para la conexión de tubería PVC uso sanitario se utilizará soldadura líquida de PVC previa una limpieza de los extremos a unirse con un solvente limpiador; el pegamento y el limpiador serán aprobados por la fiscalización.

Toda tubería que se instale sobrepuesta será anclada fijamente a las paredes del ducto, cuidando su correcta alineación y nivelación. Las tuberías que se instalen empotradas en paredes serán aseguradas para conservar su posición exacta y evitar su rotura debido a esfuerzos distintos a su función. Cuando los bajantes queden empotrados en paredes, de requerirlo, se colocará n mallas de refuerzo para impedir rajaduras posteriores en los sitios de fijación y relleno de las tuberías.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de tuberías y accesorios de PVC, para redes de desagüe, serán medidos para fines de pago en metros, dependiendo de cada diámetro. De igual forma, los accesorios se cuantificarán por unidades, dependiendo de cada diámetro, y con aproximación de un decimal, al efecto se medirá directamente en las obras las longitudes de tuberías colocadas de cada diámetro y tipo, las unidades instaladas de los accesorios de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o Fiscalización.

6.4.22 POZO DE REVISIÓN 80X80CM, INCLUYE TAPA.**CÓDIGO:**

515710 pozo de revisión de 80x80cm de hormigón armado, variable, incluye tapa.

DEFINICIÓN:

Se entiende como pozo de revisión o caja de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir labores de mantenimiento. Los pozos de revisión constituyen aquellas estructuras ubicadas dentro de la vivienda y que se construirán en los sitios estipulados en los planos, acorde a los planos e indicaciones de fiscalización.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Unidad (u).

Materiales mínimos: Acero de Refuerzo $f_c=4200\text{kg/cm}^2$, piedra, ladrillo jaboncillo común, Hormigón Estructural $f'c: 240\text{kg/cm}^2$ (cemento, arena, ripo y agua).

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón). Estructura Ocupacional D2 (albañil). Estructura Ocupacional C1 (Maestro mayor en ejecución de obras civiles).

Procedimiento de ejecución:

Para las cajas, se fundirá una losa de hormigón simple de 240 kg/cm^2 de 0,10 m de espesor, la cual tendrá una pendiente adecuada que facilite la evacuación de manera conveniente. Las paredes tendrán un espesor de 0.10m y serán construidas en hormigón simple de $f'c=240\text{ kg/cm}^2$. Durante la construcción de las paredes, deberán colocarse las tuberías de entrada y salida, a fin de formar una estructura monolítica.

Las tapas de las cajas serán iguales a las dimensiones de los planos de diseño. Las tapas son estructuras prefabricadas de hormigón armado ($f'c= 240\text{ kg/cm}^2$) que se colocan sobre marco del pozo.

El constructor deberá presentar los pozos de revisión en el plano catastral, en el que incluye dimensiones, y ubicación referenciada y diámetro de la tubería instalada, la

entrega del plano deberá realizarse conjuntamente con todos los planos constructivos de la vivienda.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

El pago será por unidad. Este rubro incluye: Hormigón simple 240 kg/cm², acero de refuerzo, encofrado, tapa de hormigón, herramientas y mano de obra requerida. El rubro no incluye las cantidades de excavación y relleno que serán pagados de acuerdo a los rubros aplicables.

**6.4.23 SUMINISTRO E INSTALACIÓN TRAMPILLA DE PISO METÁLICA
CROMADA; D= 4"**

CÓDIGO:

502887 suministro e instalación Trampilla de piso metálica cromada; D= 4".

DEFINICIÓN:

Este rubro contempla la provisión de rejilla o trampilla de piso metálicas y cromadas para la evacuación de aguas de pisos y más insumos que se requieran para el trabajo de colocación de este accesorio, en los puntos señalados en los planos o en los que indique fiscalización.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Unidad.

Materiales mínimos: Rejilla interior piso D= 110 mm, cemento y arena.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón) y estructura Ocupacional B3 (Inspector).

Procedimiento de ejecución:

En los sitios en donde deba colocarse este accesorio, debe existir un punto de desagüe debidamente instalado de acuerdo a los planos respectivos.

Como primera parte de la ejecución de este rubro contempla la provisión e instalación de un sifón PVC, el cual se debe unir al punto de desagüe dejado para el efecto. Después de esto, el constructor procederá a realizar todas las labores de construcción de contrapiso, recubrimientos de pisos y demás acciones que se relacionen con el terminado de las áreas en donde se deba colocar la trampilla, rubros que serán pagados de acuerdo a lo que corresponda en lo estipulado en la tabla de cantidades y precios del contrato.

Finalmente, se procederá a fijar la trampilla de piso sobre el sifón instalado, teniendo cuidado de que el nivel superior de la misma coincida con el nivel de terminado de piso. Fiscalización comprobará su correcta colocación y funcionamiento. Se debe entregar planos catastrales de ubicación de las trampillas.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

La medición y pago por concepto de este rubro será por Unidad, de acuerdo a la tabla de cantidades y precios del contrato, previa la comprobación del funcionamiento correcto y aprobado por el fiscalizador, la entrega de los planos estará dentro del precio de las instalaciones.

6.4.24 SUMINISTRO + INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE ACERO DE DIÁMETROS DIFERENTES. (1, 1 ½, 2, 2 ½)

CÓDIGO:

506976 codo 90 acero d=1pulg

515701 codo 90 acero d=2 ½ pulg

515717 Tee acero d=1pulg

515718 Tee acero d=1 ½ pulg

515719 Tee acero d=2pulg

515720 Tee acero d=2 ½ pulg

515721 reducción acero 1 ½- 1pulg

515722 reducción acero 2-1 ½ pulg

515723 reducción acero 2 ½-2 pulg

515724 reducción acero 2-2 1/2 pulg

515702 válvula de compuerta acero d=2 pulg

515703 válvula de retención acero d= 2 ½ pulg

515705 tubería acero d=1 pulg

515706 tubería acero d=1 ½ pulg

500790 tubería acero d=2 pulg

515707 tubería acero d=2 ½ pulg

DEFINICIÓN:

Se entenderá por instalación de tuberías y accesorios de acero, el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes de Fiscalización de la obra, las tuberías y accesorios de acero que se requieran en la construcción de las redes de Agua para sistema contra incendios.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: Metro (m), para tuberías y Unidad (u) para accesorios.

Materiales mínimos: Tubos, en acero de diámetro 1, 1½, 2, 2 ½. Accesorios (Codo 90, Tee, reducción, Válvula de compuerta, Válvula de retención)

Equipo mínimo: Equipo Menor.

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón), Estructura Ocupacional D2 (plomero) y Estructura Ocupacional B3 (Supervisor).

Procedimiento de ejecución:

La totalidad de las tuberías y accesorios utilizados en las instalaciones internas de agua potable para sistema contra incendios, serán de acero. No se aceptará materiales o sistemas que no cumplan con todas estas características. Tampoco se aceptará mezclar elementos (tuberías y/o accesorios).

El sitio para la instalación debe estar señalado por el constructor y autorizado por fiscalización.

El Fiscalizador de la obra, previa la instalación deberá inspeccionar las tuberías y accesorios para cerciorarse de que el material está en buenas condiciones, en caso contrario deberá rechazar todas aquellas piezas que encuentre defectuosas. Por cada lote de tubos y accesorios que ingresen a la obra el constructor deberá presentar los certificados de fábrica que cumplan la norma INEN.

Una vez terminada la instalación de las tuberías y accesorios, se procederá a la prueba por medio de presión hidrostática, para lo cual el constructor proveerá de una bomba adecuada para pruebas de este tipo que será autorizada por fiscalización. La prueba de las tuberías será hecha por el Constructor por su cuenta como parte de las operaciones correspondientes a la instalación de la tubería, debiendo recibir la aceptación por parte de la Fiscalización, caso contrario, no procederá su pago.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de tuberías y accesorios de acero, para redes de agua potable, serán medidos para fines de pago en metros, dependiendo de cada diámetro. De igual forma, los accesorios se cuantificarán por unidades, dependiendo de cada diámetro, y con aproximación de un decimal, al efecto se medirá directamente en las obras las longitudes de tuberías colocadas de cada diámetro y tipo, las unidades instaladas de los accesorios de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o Fiscalización.

6.4.25 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GABINETES.

CÓDIGO:

503440 boca de incendio equipada

DEFINICIÓN:

Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor,

acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: unidad (u)

Equipo mínimo: Herramienta Menor.

Materiales: Boca de incendio equipada

Mano de obra calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón), Estructura Ocupacional D2 (albañil) y Estructura Ocupacional B3 (Inspector).

Procedimiento de ejecución:

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

Replanteo, colocación del armario y conexionado.

La accesibilidad y señalización serán adecuadas.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**6.4.26 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ROCIADORES COBERTURA
ESTANDAR (1/2").**

CÓDIGO:

515708 suministro e instalación de rociadores cobertura estándar (1/2").

DEFINICIÓN:

Comprende el suministro de herramientas, mano de obra especializada y todos los materiales requeridos para la instalación de un rociador (sprinkler) del sistema contra incendios a instalar en los sitios indicados en planos. Los rociadores serán de tipo colgante, con ampollas de alta sensibilidad. El diseño del orificio con un factor K de 4.3, que permite un uso eficiente del agua. las ampollas de 3 mm, en el caso de producirse un incendio, el líquido de la ampolla se dilata y produce su rotura, permitiendo la salida de agua; al circular el agua a través del orificio, choca con el deflector y dá lugar a una pulverización homogénea de la descarga de agua, que extingue o controla el fuego.

ESPECIFICACIONES:

Unidad: u

Materiales: permatex, rollo de teflón y rociador cromado ½.

Equipo mínimo: herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Estructura Ocupacional E2 (peón), Estructura Ocupacional D2 (plomero) y Estructura Ocupacional C1 (Maestro mayor en ejecución de obras civiles).

Procedimiento de ejecución:

Los sprinklers o rociadores automáticos a instalarse en el sistema de protección contra incendios, deberán tener un armazón y un bulbo de vidrio con solución de glicerina y deberán estar contruidos de conformidad con la NFPA 13 certificada UL – FM.

Se deberá aplicar los rangos de temperatura establecidos en la NFPA, donde se indica la temperatura de activación normalizada, la presión mínima de será de 7 psi, para que tenga capacidad de descarga de 0.8 l/s, y que cubra una superficie de más de 9 m², el contratista deberá especificar la presión de prueba en fabrica, diámetro de la rosca 1/2” NPT.

Los rociadores a instalar serán nuevos, no se aceptará rociadores que presenten deformación por golpes o maltrato por el transporte.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

La medición y forma de pago, previo la aprobación de la fiscalización, se realizará por cada rociador (sprinkler) diam ½ plg tipo colgante instalado y listo para entrar en funcionamiento.

6.4.27 SUMINISTRO E INSTALACION EQUIPO DE BOMBEO

CODIGO:

515709 tanque hidroneumático galvanizado 60 galones

502187 bomba sumergible 21HP

DEFINICIÓN:

Este rubro consistirá en la provisión de materiales, equipo y mano obra especializada para el suministro, instalación y puesta en funcionamiento de un equipo de presión para agua potable y sistema contra incendios, mismo que deberá cumplir las siguientes especificaciones técnicas mínimas.

Se entenderá por sistema de presión constante y velocidad variable el conjunto de bombas, controles y demás accesorios que sirven para elevar la presión de un determinado caudal, manteniendo esa presión y variando la velocidad en función del caudal necesario para el correcto funcionamiento del sistema hidráulico en las edificaciones.

ESPECIFICACIONES:

unidad: unidad (u).

Equipos: Herramienta menor.

Mano de obra: Estructura Ocupacional E2 (peón), Estructura Ocupacional D2 (plomero), Estructura Ocupacional C1 (Maestro mayor en ejecución de obras civiles y Mecánico de equipo pesado) y Estructura Ocupacional B3 (Inspector).

Materiales: Bomba eje vertical, Tanque hidroneumático precargado de 60

Procedimiento de ejecución:

Se instalará un sistema de presión constante con variadores de velocidad siguiendo los requerimientos de esta especificación.

Dependiendo del tamaño y configuración del sistema, el panel de control deberá estar montado en una de las paredes del cuarto de bombas. Pruebas El sistema de presión constante será probado en rendimiento en fábrica, como una unidad completa antes de su envío. La programación final para la operación en el sitio de trabajo se instalará en el controlador antes de su envío.

El sistema deberá someterse a una prueba hidrostática de 250 psi durante un mínimo de 15 minutos antes de su envío. Las bombas se alternarán en su funcionamiento cada 24 horas para garantizar un desgaste uniforme del sistema.

MEDICION Y FORMA DE PAGO:

La medición y forma de pago será por unidad de equipo de bombeo, instalado, probado y puesto en funcionamiento, previa aprobación de fiscalización. El rubro incluye la compensación total por el suministro, transporte, almacenamiento, manipuleo, instalación, colocación, reparaciones, pruebas y puesta en funcionamiento, así como también toda la mano de obra, equipo, accesorios, partes y piezas, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos a satisfacción de la administración.

7 Conclusiones y Recomendaciones

En síntesis, en el módulo de Estructuras, se pudo realizar el análisis y diseño de diferentes elementos estructurales, tomando en cuenta las solicitudes requeridas según cada edificación y normativas vigentes en el Ecuador.

Por otra parte, en el siguiente módulo, se diseñó instalaciones hidrosanitarias y sistema contra incendios, para conocer presión y diámetro necesario en la acometida para abastecer de manera correcta e ininterrumpida a la edificación.

Por último, con el proyecto realizado, se pudo analizar los rubros necesarios en la construcción de un edificio, con la respectiva actualización de los precios unitarios, además se logró comprender de mejor manera el concepto de cálculo de las cantidades de obra respectivas para cada sección, el cálculo de los costos indirectos de administración central y de administración de obra.

Una recomendación para el análisis de costos, sería relacionarlos con la elaboración de una ruta actividades, en la cual se genera la duración del proyecto con su costo óptimo

8 Referencias bibliográficas

Distribuci, R. E. D. D. E., & Potable, D. E. A. (n.d.). *Diseños hidrosanitarios internos del edificio de control para digestores 1*. 1–11.

Salazar., J. A. A. (n.d.). *METODOLOGÍA DE DISEÑO DE EDIFICIOS CON MUROS DE CORTE. APLICACIÓN A ZONAS SÍSMICAS*.

MIDUVI. (2011). NEC-11, Norma Hidrosanitaria NHE Agua. *Norma Ecuatoriana De La Construcción*, 38.

NORMA CO 10.07 - 601. (2016). Normas para estudio y diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales, para poblaciones mayores a 1000 habitantes. *Secretaria Del Agua*, 6, 420. http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf.

INAMHI. (2019). Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*, 2, 282. [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO DE INTENSIDADES V FINAL.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf).

Distribuci, R. E. D. D. E., & Potable, D. E. A. (n.d.). *Diseños hidrosanitarios internos del edificio de control para digestores 1*. 1–11.

Salazar., J. A. A. (n.d.). *METODOLOGÍA DE DISEÑO DE EDIFICIOS CON MUROS DE CORTE. APLICACIÓN A ZONAS SÍSMICAS*.

EP, E. P. (Febrero de 2016). *EMUVI*.

Herrera, C. (25 de Noviembre de 2015). *UTMACH*.

Juan Aguilar, Luis Morales. (julio de 2014). *CONELEC*.

Trujillo, M. (Diciembre de 2017). *ESPECIFICACIONES TECNICAS HIDRAULICAS-SANITARIAS-SISTEMA CONTRA INCENDIOS*.

NFPA. (2018). *CÓDIGO DE SEGURIDAD HUMANA NFPA 101*.

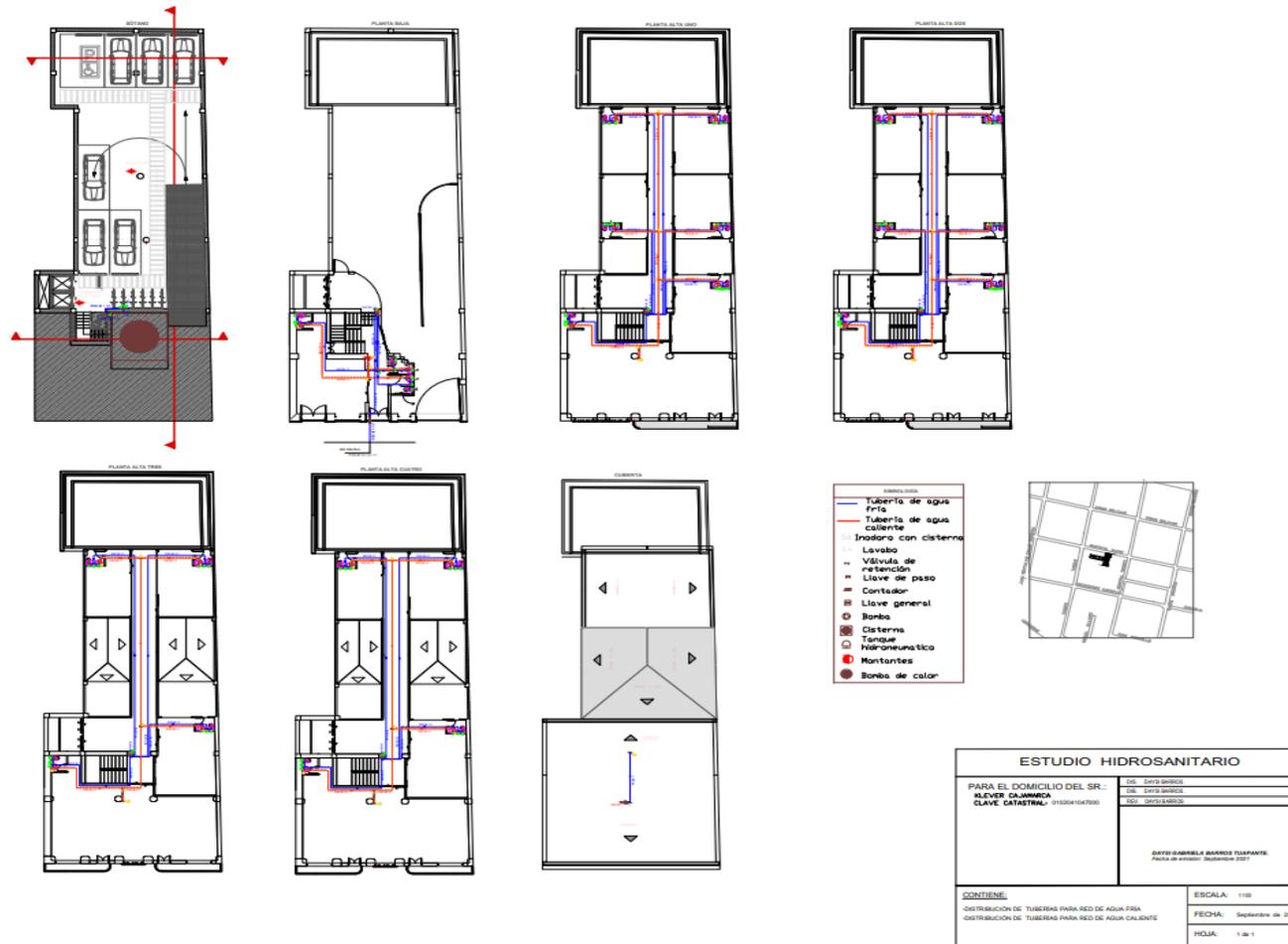
NFPA. (2019). *NORMA PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ROCIADORES NFPA 13*.

NFPA. (2019). *NORMA PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE MONTANTES Y MANGUERAS NFPA 14*.

NEC-SE-CG. (Diciembre de 2014). Cargas no sísmicas.

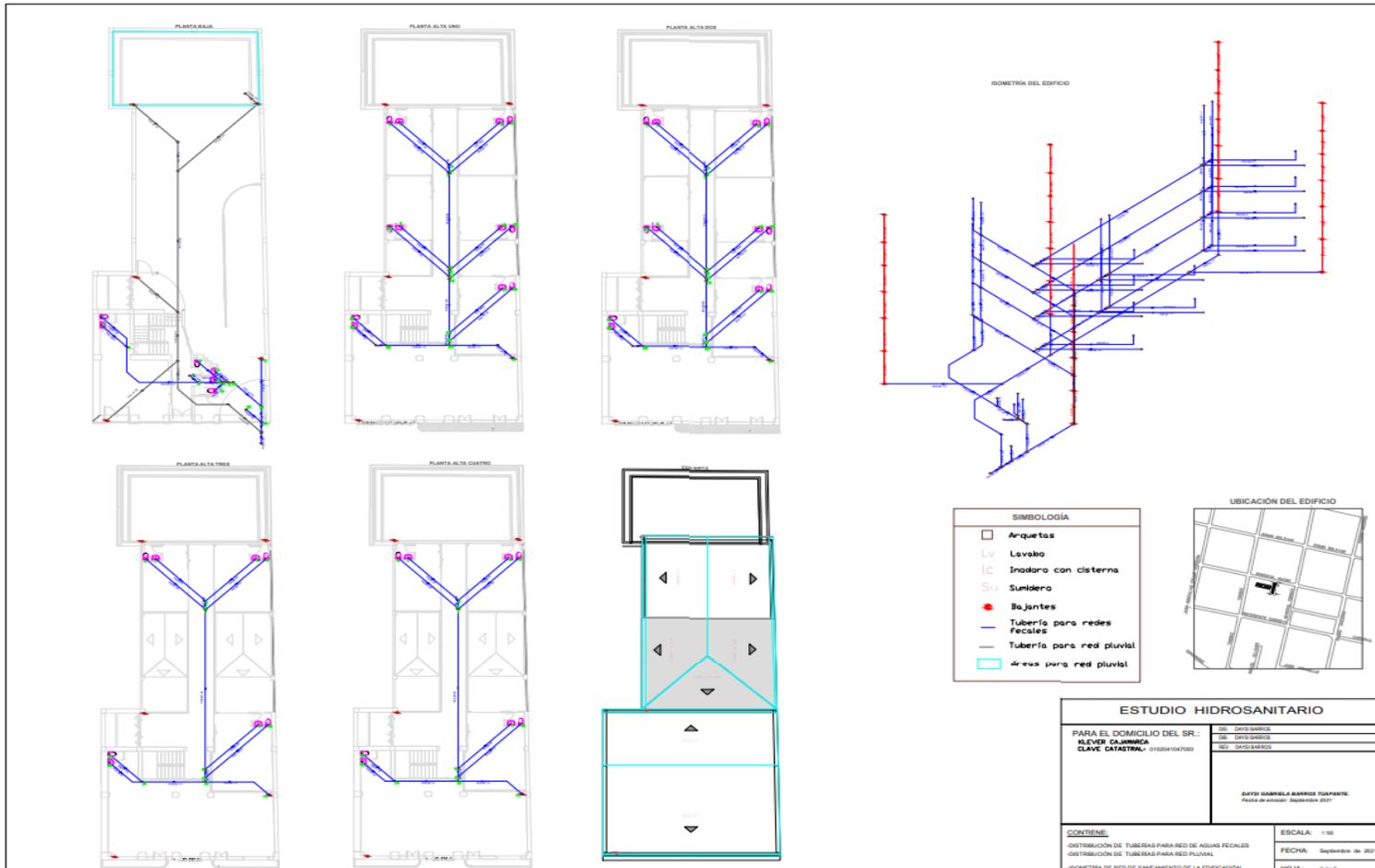
NEC-SE-DS. (Diciembre de 2014). Peligro sísmico diseño sismo resistente.

9 Anexos



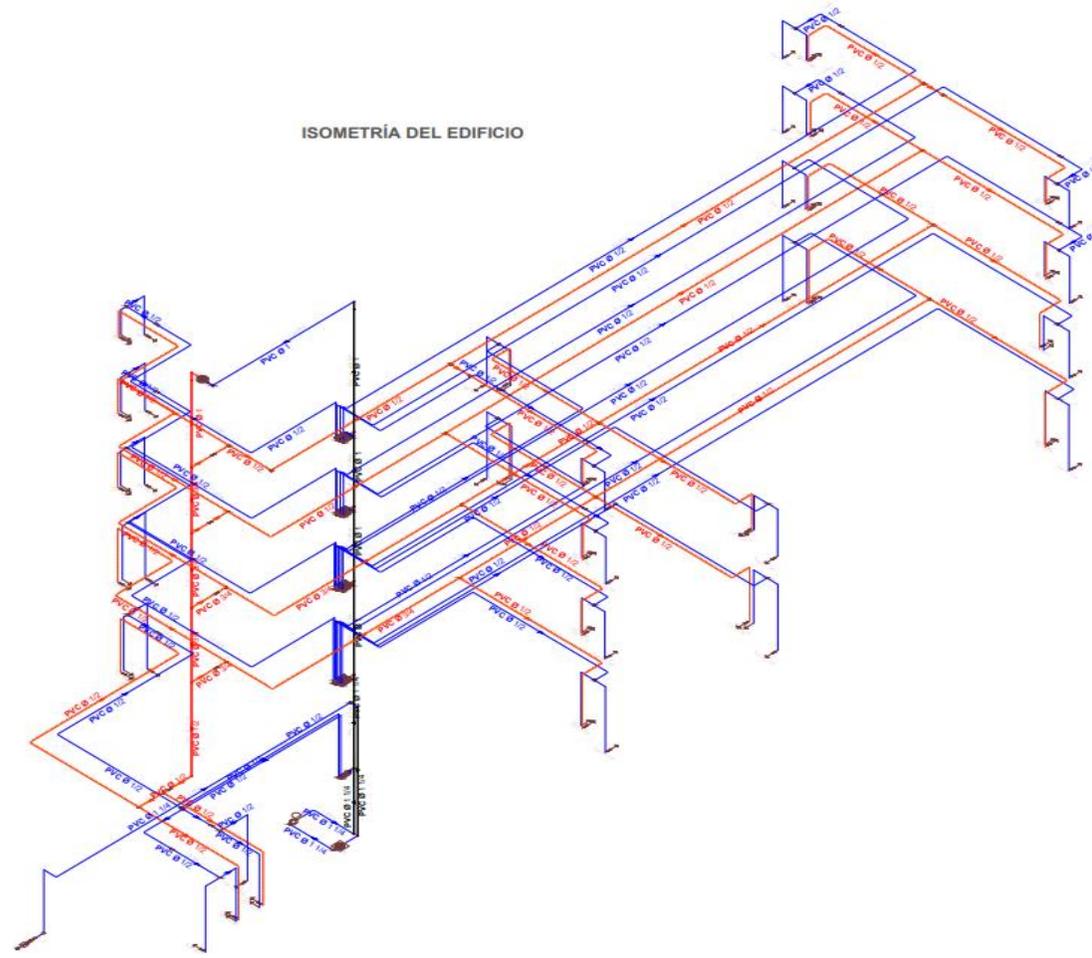
anexo 4:plano de agua potable

Fuente: propia



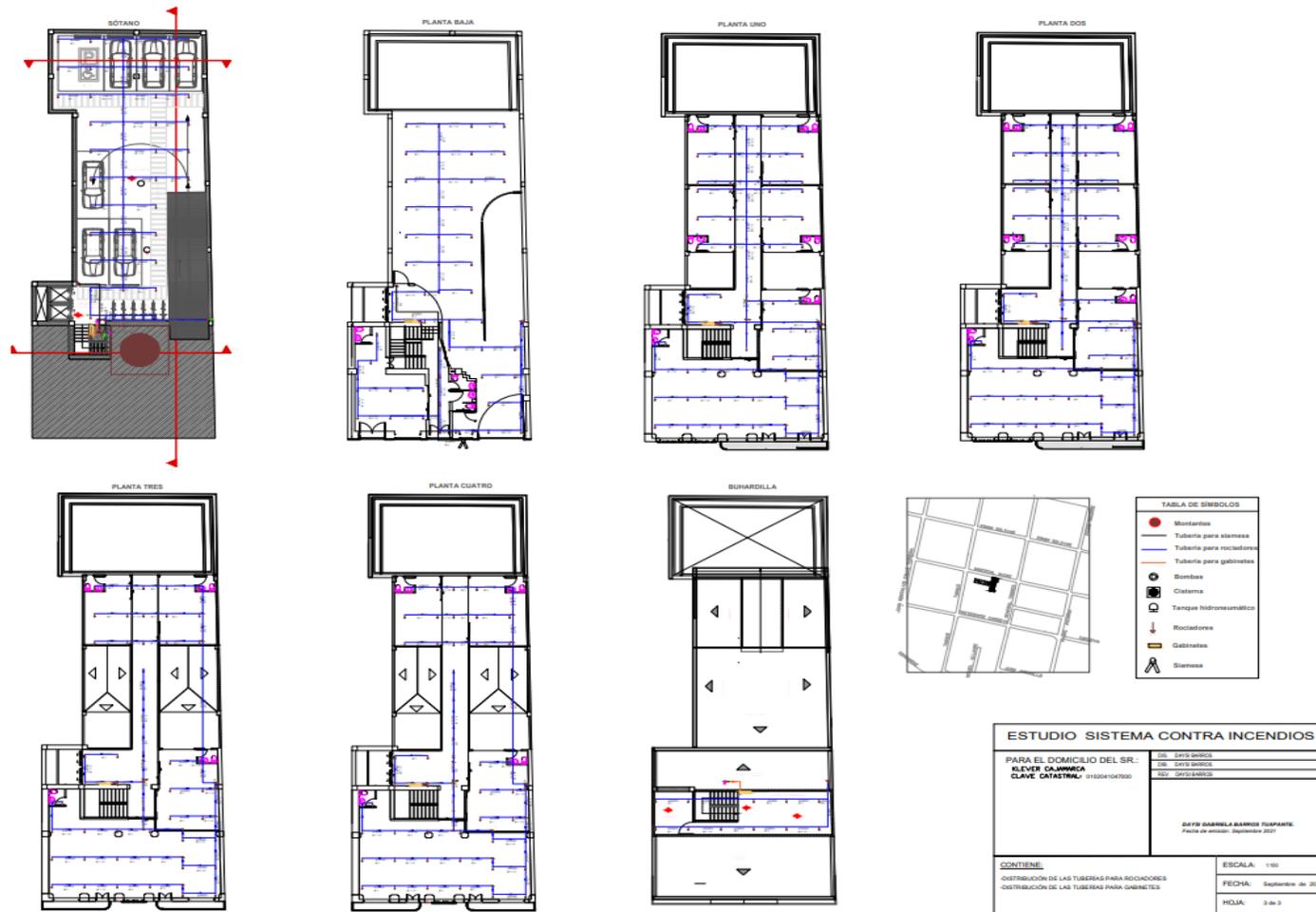
anexo 5:plano saneamiento

Fuente: propia



anexo 6: isometría del edificio

Fuente: propia



anexo 7: planos sistema contra incendios

Fuente: propia