



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 PARA PRESENTAR EN
UN GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE
UN EDIFICIO DE CINCO PLANTAS, PARROQUIA
HUAYNA CAPAC

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

Autor:

JOSUÉ DAVID VELÁSQUEZ SIGUENZA

Director:

MGST. DAVID RICARDO CONTRERAS LOJANO

CUENCA, ECUADOR

2022



DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios, quien me ha guiado en toda mi formación personal y universitaria; a mi madre Tania, quien con mucho esfuerzo siempre supo inculcarme valores y apoyarme en todo momento, a mis hermanos, quienes me han brindado su apoyo incondicional siempre que lo he necesitado.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a toda mi familia por el apoyo incondicional, a mi madre, a mi novia quienes siempre me impulsan para salir adelante, a la Universidad del Azuay y a sus docentes por todos los conocimientos brindados y su guía constante a lo largo de mi carrera universitaria.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I	18
1.1 Utilidad y descripción del proyecto	18
1.2 Sistema Estructural	18
1.3 Parámetros utilizados para definir las fuerzas sísmicas de diseño	18
1.3.1 Zonificación sísmica y factor de zona Z	18
1.3.2 Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico	19
1.3.3. Coeficientes de perfil suelo Fa, Fd y Fs	20
1.4 Espectro elástico horizontal de diseño	21
1.5 Cargas de diseño	24
1.5.1 Cargas Permanentes	24
1.5.2 Cargas Vivas	25
1.5.3 Cargas Sísmicas	25
1.6 Cortante Basal Estático	26
1.6.1 Determinación del Coeficiente de importancia	27
1.6.2 Determinación de aceleración espectral de diseño	27
1.6.7 Determinación del factor de reducción de resistencia sísmica (R)	29
1.6.8 Determinación de $\emptyset P$ y $\emptyset E$ Coeficientes de irregularidad en planta y elevación	29
1.6.9 Determinación del peso total (W) de la estructura.	30
1.6.9 Cálculo de Cortante Basal Estático y comparación con el programa ETABS	31
1.6.10 Diafragmas rígidos de piso	32
1.6.11 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales	33
1.7 Propiedades de los elementos estructurales	35
1.8 Combinación de cargas	36
1.9 Dimensionamiento Estructural	37
1.9.1 Pre dimensionamiento de Vigas	37
1.9.2 Pre dimensionamiento de Columnas	38



1.9.3 Pre dimensionamiento de Losas _____	39
1.10 Modos de Vibrar _____	41
1.11 Análisis dinámico _____	43
1.11.1 Factor Escala _____	47
1.12 Derivas _____	50
1.13 Solicitaciones de vigas, columnas y plintos _____	54
1.13.1 Columna 40 x 40 cm _____	54
1.13.2 Vigas 30 x 25 cm _____	55
1.13.3 Viga 20 x 20 cm _____	56
1.14 Plintos _____	57
1.14.1 Carga Muerta _____	57
1.14.2 Carga Viva _____	58
1.15 Modelo 3D _____	59
1.16 Diseño de los elementos estructurales _____	60
1.16.1 Diseño de vigas _____	60
1.16.1.1 Diseño a Flexión _____	60
1.16.1.2 Diseño a corte _____	67
1.17 Diseño de Columnas _____	70
1.17.1 Diseño a Flexo- Compresión _____	70
1.17.2 Diseño de refuerzo transversal _____	74
1.18 Diseño de losa aligerada _____	77
1.18.1 Diseño de losa a Flexión _____	77
1.19 Diseño de Cimentaciones _____	79
1.19.1 Dimensionamiento de la superficie de contacto entre el plinto y el suelo de soporte _____	79
1.19.2 Diagrama de reacciones del suelo de cimentación bajo cargas últimas: _____	80
1.19.3 Diseño a Cortante Tipo Viga _____	82
1.19.4 Diseño a Cortante por Punzonamiento _____	86
1.19.5 Diseño a Flexión _____	88
1.20 Diseño de Nudos _____	90
1.20.1 Comprobación de columna fuerte- viga débil _____	90
CAPÍTULO 2 _____	93
2. 1 Antecedentes y generalidades del proyecto. _____	93
2.1.1 Clave catastral del predio: _____	93
2.1.2 Nombre del propietario: _____	93



2.1.3 Ubicación del proyecto:	93
2.2 Introducción	94
2.3 Descripción general del proyecto	94
2.4 Generalidades	94
2.4.1 Estado Actual:	94
2.5 Partes del proyecto	94
2.5.1 Criterios de Diseño	95
2.5.2 Acometida	97
2.5.3 Cisterna	99
2.5.4 Red de Distribución de Agua Fría	99
2.5.6 Pérdidas de carga por longitud	102
2.5.7 Pérdidas de carga por accesorios	103
2.5.8 Bomba de Agua	104
2.5.9 Hidroneumático	105
2.6 Sistema de Agua Caliente	106
2.6.1 Red de Distribución de Agua Caliente	106
2.6.2 Bomba de Calor	107
2.7 Sistema de Alcantarillado Pluvial	109
2.7.1 Red de Aguas Lluvias	109
2.8 Sistema de Alcantarillado Sanitario	111
2.8.1 Red de Aguas Servidas	111
2.8.2 Sistema de Ventilación	113
2.9 Especificaciones técnicas	113
2.9.1 Sistema de agua:	113
2.9.2 Red de Aguas Lluvias y Servidas:	114
2.9.3 Pozos de revisión	115
CAPÍTULO 3	116
3.1 Introducción	116
3.2 Información del proyecto	116
3.3 Ubicación	117
3.4 Antecedentes	117
3.5 Objetivos	118
3.5.1 General	118
3.5.2 Específicos	118



3.6 Detalle del proyecto por número de plantas y unidades construidas	118
3.7 Sistema contraincendios	119
3.7.1 Aplicación del reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios	119
3.7.2 Columna de agua para incendios	120
3.7.3 Presión mínima de agua en caso de incendio	120
3.7.4 Reserva de agua exclusiva para incendios	121
3.8 Sistema contra incendios	122
3.8.1 Sistema de gabinetes	122
3.8.1.2 Volumen adicional del contraincendios para la cisterna	124
3.8.1.3 Dimensionamiento de la tubería:	125
3.8.1.4 Cálculo de las pérdidas de carga y presión	125
3.8.1.5 Cálculo de la bomba para el contraincendios.	125
3.9 DISEÑO DE ROCIADORES	126
3.9.1 Criterios de diseño.	129
3.9.2 Metodología de dimensionamiento	129
3.9.3 Cálculo del número de rociadores	130
3.9.4 Cálculo de la red de tuberías para rociadores	131
3.9.4.1 Volumen adicional a la cisterna	131
3.9.4.2 Red de tuberías para el sistema de rociadores	131
3.9.4.3 Cálculo de las pérdidas de carga	132
3.9.4.4 Cálculo de la bomba para la red de rociadores	132
CAPÍTULO 4	134
4.1 Introducción	134
4.2 Generalidades	134
4.2.1 Ubicación del proyecto	134
4.2.2 Área de Terreno y Área de Construcción	135
4.2.3 Descripción de la Infraestructura	135
4.2.4 Costos Indirectos	136
4.2.5 Costo por metro cuadrado de construcción	136
4.2.6 Autor del Presupuesto	136
4.3 Presupuesto referencial	136
4.4 Cronograma valorado de trabajo	140
4.5 Fórmula de reajuste de precios y cuadrilla tipo	144
4.6 Especificaciones técnicas	145



4.6.1 Desbroce y Limpieza del Terreno Descripción:	145
4.6.2 Replanteo y Nivelación	146
4.6.3 Excavaciones Descripción:	148
4.6.4 Transporte de Material	152
4.6.5 Rellenos Descripción:	153
4.6.6 Replanteo con Hormigón $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$	155
4.6.7 Encofrados y Desencofrados de Madera	157
4.6.8 Acero de refuerzo	159
4.6.9 Preparación, Transporte, Vertido y Curado del Hormigón	162
4.6.10 Colocación de Bloques de Alivianamiento en Losas	166
4.6.11 Suministro e Instalación de Tubería PVC roscable para Agua Fría	167
4.6.12 Suministro e Instalación de Accesorios de Polipropileno para Agua Fría y Caliente	169
4.6.13 Suministro e instalación de Tubería de Polipropileno para Agua Caliente	170
4.6.14 Suministro e instalación de Llaves de Paso	171
4.6.15 Suministro e instalación de Válvulas Check	172
4.6.16 Suministro e instalación de Válvulas de Compuerta	174
4.6.17 Suministro e instalación de Grupos de Elevación	176
4.6.18 Suministro e instalación de Tanque Hidroneumático	177
4.6.19 Tablero para Medidores de Agua	180
4.6.20 Piezas Sanitarias	181
4.6.21 Suministro e instalación de Bomba de Calor	185
4.6.22 Suministro e instalación Tubería Plástica PVC Desagüe	186
4.6.23 Suministro e instalación de Accesorios para Conexiones de Tuberías de PVC Desagüe	188
4.6.24 Cajas de Registro	189
4.6.25 Suministro e instalación de Tuberías de Acero Galvanizado: Incluye Accesorios	191
4.6.26 Suministro e instalación de Gabinete Contraincendios	194
4.6.27 Suministro e instalación de Toma Siamesa	196
4.6.28 Suministro e instalación de Rociadores	197
CAPÍTULO 5	199
Conclusiones	199
Recomendaciones	201
Bibliografía:	203
Anexos	205
Anexo 1	205



Anexo 2	207
Anexo 3	207
Anexo 4	216
Anexo 5	218
Anexo 6	220
Anexo 7	222
Anexo 8	222
Anexo 9	224
Anexo 10	224
Anexo 11	225
Anexo 12	225
Anexo 13	226
Anexo 14	227
Anexo 15	227
Anexo 16	228
Anexo 17	229



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z	19
Figura 2. Espectro Sísmico Elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	22
Figura 3. Espectro de Diseño	24
Figura 4. Diafragma rígido de piso (planta tipo)	32
Figura 5. Pre dimensionamiento de viga hormigón armado	38
Figura 6. Pre dimensionamiento de columnas	38
Figura 7. Pre dimensionamiento losa aligerada	39
Figura 8. Esquema de losa aligerada y alivianamientos	39
Figura 9. Agrietamiento de columnas	40
Figura 10. Agrietamiento de vigas	41
Figura 11. Función espectro reducido "X"	44
Figura 12. Función espectro reducido "Y"	45
Figura 13. Datos de caso de carga dinámica "X"	46
Figura 14. Datos de caso de carga dinámica "Y"	47
Figura 15. Cortante basal dinámico en X y Y (Etabs V18)	49
Figura 16. Deriva máxima elástica en "X"	52
Figura 17. Deriva máxima elástica "Y"	53
Figura 18. Solicitaciones de columna 40X40 cm	54
Figura 19. Detalles sección de la viga 30x25 cm	55
Figura 20. Momentos y cortantes máximos viga 30x25 cm	55
Figura 21. Detalles sección de la viga 20x20 cm	56
Figura 22. Momentos y cortantes máximo de la viga 20x20 cm	56
Figura 23. Esfuerzos en la cimentación producidos por la carga muerta	57
Figura 24. Esfuerzos en la cimentación producidos por la carga viva	58
Figura 25. Carga axial	59
Figura 26. Esfuerzo cortante	59
Figura 27. Momento flector	60
Figura 28. Requisitos del refuerzo longitudinal en elementos a flexión	62
Figura 29. Cálculo de acero en viga por programa Etabs V18	65
Figura 30. Detalle de cálculo de acero en viga por programa Etabs V18	66
Figura 31. Separación de estribos	69
Figura 32. Detalle de estribos	70
Figura 33. Diagrama de interacción sentido "X"	71
Figura 34. Diagrama de interacción sentido "Y"	72
Figura 35. Cuantía de refuerzo (Etabs V18)	74
Figura 36. Separación de estribos	75
Figura 37. Distribución de estribos en columna	76
Figura 38. Distribución de acero en losa aligerada (Etabs V18) Nota: la figura se recortó para mejor visualización	78
Figura 39. Esfuerzos últimos de reacciones de suelo	81
Figura 40. Detalle del plinto	82



Figura 41. Sección crítica a cortante	83
Figura 42. Sección crítica por punzonamiento	86
Figura 43. Sección crítica por flexión	88
Figura 44. Comprobaciones columna fuerte-viga débil.....	91
Figura 45. Sitio del proyecto	93
Figura 46. Sitio del proyecto	117
Figura 47. Radio de cobertura	130
Figura 48. Sitio del Proyecto	134



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Zona sísmica del Proyecto.....	19
Tabla 2. Clasificación de los perfiles de suelo	19
Tabla 3. Tipo de suelo y factores de sitio Fa	20
Tabla 4. Tipo de suelo y factores de sitio Fd	20
Tabla 5. Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs.....	21
Tabla 6. Datos para cálculo de espectro	23
Tabla 7. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	27
Tabla 8. Tipo de Estructura	28
Tabla 9. Valor del período de vibración	28
Tabla 10. Aceleración espectral en función del período de edificación	28
Tabla 11. Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles	29
Tabla 12. Configuración en elevación y planta	30
Tabla 13. Peso total de la estructura (cálculo manual)	30
Tabla 14. Peso total de la estructura (programa Etabs)	31
Tabla 15. Cortante basal espectro (cálculo manual)	31
Tabla 16. Cortante basal espectro (programa Etabs)	32
Tabla 17. Distribución de fuerzas sísmicas laterales (cálculo manual).....	34
Tabla 18. Distribución de fuerzas sísmicas laterales (programa Etabs).....	35
Tabla 19. Propiedades de los elementos estructurales	35
Tabla 20. Modos de vibración del edificio	42
Tabla 21. Comprobación de cortante basal estático y dinámico (primer análisis)	48
Tabla 22. Comprobación de cortante basal estático y dinámico con el factor de escala	49
Tabla 23. Valores de desplazamientos máximos, expresados como fracción de la altura de piso.....	50
Tabla 24. Derivas en "X"	51
Tabla 25. Derivas en "Y"	51
Tabla 26. Cálculo de acero superior y acero mínimo	63
Tabla 27. Cálculo de acero inferior y acero mínimo	63
Tabla 28. Cálculo de cantidad varilla en sección.....	64
Tabla 29. Distribución de estribos.....	69
Tabla 30. Datos de la curva de interacción (0 grados).....	71
Tabla 31. Datos de la curva de interacción (90 grados).....	72
Tabla 32. Cálculo de acero mínimo y cuantías mínimas	73
Tabla 33. Comprobación de la cuantía de refuerzo	73
Tabla 34. Longitud de confinamiento y separación entre estribos de la columna.....	76
Tabla 35. Cálculo de acero a tracción en vigueta	77
Tabla 36. Cálculo de acero a compresión en vigueta.....	78
Tabla 37. Cuadro de áreas m ²	94
Tabla 38. Número de habitantes de la edificación.....	95
Tabla 39. Dotaciones para edificaciones de uso específico	96
Tabla 40. Caudal Medio Diario bloque de vivienda	97
Tabla 41. Caudal Medio Diario salas de fiesta	97
Tabla 42. Cálculo del diámetro de la acometida (Primer criterio)	98



Tabla 43. Cálculo del diámetro de la acometida (Segundo criterio)	98
Tabla 44. Volumen Cisterna- Agua Potable	99
Tabla 45. Caudales instantáneos mínimos y presiones	101
Tabla 46. Valores de la constante del material del tubo.	102
Tabla 47. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes	103
Tabla 48. Cálculo de potencia de bomba.....	105
Tabla 49. Período de bombeo T	106
Tabla 50. Cálculo del volumen del hidroneumático	106
Tabla 51. Volumen de bomba de calor	108
Tabla 52. Potencia calórica	108
Tabla 53. Coeficientes de escurrimiento	110
Tabla 54. Ecuaciones IDF para estaciones seleccionadas.....	110
Tabla 55. Tiempo de retorno	110
Tabla 56. Tiempo de concentración	111
Tabla 57. Unidades de consumo y diámetros mínimos	112
Tabla 58. Unidades de consumo y diámetros para bajantes sanitarios	113
Tabla 59. Información del Proyecto	116
Tabla 60. Configuración de los pisos	117
Tabla 61. Clase de gabinete.....	122
Tabla 62. Caudales que permite cada diámetro de tubería	123
Tabla 63. Formulación de pérdidas de carga	123
Tabla 64. Coeficientes en función del material de la tubería.....	123
Tabla 65. Coeficientes K1, K2	124
Tabla 66. Rangos, clasificaciones y códigos de color de temperatura	126
Tabla 67. Especificaciones del rociador del catálogo	128
Tabla 68. Caudal máximo y mínimo	129
Tabla 69. Normas para la separación entre rociadores	131
Tabla 70. Cuadro de áreas m2.....	135
Tabla 71. Presupuesto referencial del proyecto	137
Tabla 72. Cronograma Valorado de trabajo	141
Tabla 73. Fórmula Polinómica de reajuste de precios	144
Tabla 74. Cuadrilla tipo.....	144



RESUMEN

“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL, INSTALACIONES Y COSTOS DE UN PROYECTO PARA PRESENTAR EN UN GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE UN EDIFICIO DE CINCO PLANTAS, PARROQUIA HUAYNA CAPAC”

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.



Firmado digitalmente por:
DAVID RICARDO
CONTRERAS
LOJANO

David Ricardo Contreras Lojano
Director del Trabajo de Titulación



Firmado digitalmente por:
JOSE FERNANDO
VAZQUEZ CALERO

José Fernando Vázquez Calero
Director de Escuela

Josué David Velásquez Sigüenza

Autor



ABSTRACT

Structural analysis and design, pipe installation and cost of a five-story building project for a Decentralized Autonomous Government located in “Huaynacapac” township.

This project aims to analyze and design different structural elements by taking into account the requirements in the current building codes in Ecuador. Furthermore, it was necessary to include a plumbing and fire protection system design to know the pressure and diameter in the public water pipe and to supply the building correctly and uninterruptedly. In addition, it was essential to define different fire protection mechanisms and their respective backup systems. Finally, the project concludes with a detailed description that includes the structural and plumbing system and its separate schedule considering the technical specifications.

Key words: budget, firefighting system, plumbing system, schedule, structural elements.



Firmado digitalmente por:
DAVID RICARDO
CONTRERAS
LOJADO



Firmado digitalmente por:
JOSE FERNANDO
VAZQUEZ CALERO

David Ricardo Contreras Lojano
Director del Trabajo de Titulación

José Fernando Vázquez Calero
Director de Escuela

Josué David Velásquez Sigüenza

Author

Translated by

Josué Velásquez





Velásquez Sigüenza Josué David

Trabajo de Titulación

Ing. David Ricardo Contreras Lojano Mgst.

Marzo, 2022

**ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL, INSTALACIONES Y COSTOS DE UN
PROYECTO PARA PRESENTAR EN UN GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO DE UN EDIFICIO DE CINCO PLANTAS, PARROQUIA
HUAYNA CAPAC**

INTRODUCCIÓN

Para la construcción de edificaciones que cumplan con los criterios establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, es necesario realizar un correcto diseño estructural, hidrosanitario y contraincendios que garantice la seguridad y funcionalidad de la estructura. Así mismo, es importante realizar un análisis minucioso de costos, que facilite una mejor estimación a futuro de los mismos, establecer prioridades y llevar a conseguir una eficiente asignación y control de los recursos, evitando costos innecesarios.

El proyecto se encuentra en la calle Luis Moreno Mora, en la parroquia Huayna Capac del cantón Cuenca. Es un edificio multifamiliar y cuenta con cinco pisos. En el primer piso, se ubica un salón de eventos. Los pisos superiores poseen dos departamentos por piso.

Para esto, el contenido de este análisis se desglosa en cuatro capítulos. El primero abarca el análisis estructural con el fin de diseñar el sistema estructural mas apropiado para la edificación, para esto es necesario el uso del software ETABS V18. En el segundo capítulo, inicialmente se realiza el diseño de las instalaciones hidrosanitarias mediante los cálculos de agua fría y caliente para posteriormente realizar los cálculos de las instalaciones de alcantarillado sanitario y pluvial. Por su parte, el tercer capítulo contiene el diseño de protección contra incendios que permite el correcto funcionamiento del sistema basados en las normas de la Asociación Nacional de protección contra el fuego NPFA. Finalmente, el último capítulo presenta la cuantificación de volúmenes de obra,



análisis de precios unitarios, cronograma valorado de trabajo y presupuesto referencial, así como las especificaciones técnicas de cada rubro de la parte estructural de la edificación y de la parte hidrosanitaria.

CAPÍTULO I

MEMORIA TÉCNICA ESTRUCTURAL DEL DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 5 PLANTAS PROPIEDAD DE LA SRA. ROSA TOLEDO LÓPEZ

1.1 Utilidad y descripción del proyecto

El presente documento busca descubrir y detallar los criterios de diseño, materiales, consideraciones, concepción estructural y cálculos del Edificio “La Roncadora” ubicado en el cantón Cuenca en la parroquia Huayna Cápac, el mismo que cuenta con cinco plantas; la primera planta está destinada para un salón de eventos; la segunda, tercera, cuarta y quinta planta están destinadas para vivienda.

1.2 Sistema Estructural

El modelo estructural escogido consta de pórticos sismo resistentes de hormigón armado con vigas descolgadas y losas nervadas en dos direcciones, la cimentación está diseñada con zapatas aisladas.

1.3 Parámetros utilizados para definir las fuerzas sísmicas de diseño

1.3.1 Zonificación sísmica y factor de zona Z

La estructura está situada, como se expuso en el numeral 1, en el cantón Cuenca, el mismo que presenta de acuerdo a NEC-SE-DS un valor de aceleración pico en roca (PGA ó Z) de 0.25 g como se muestra en la figura 1.1.

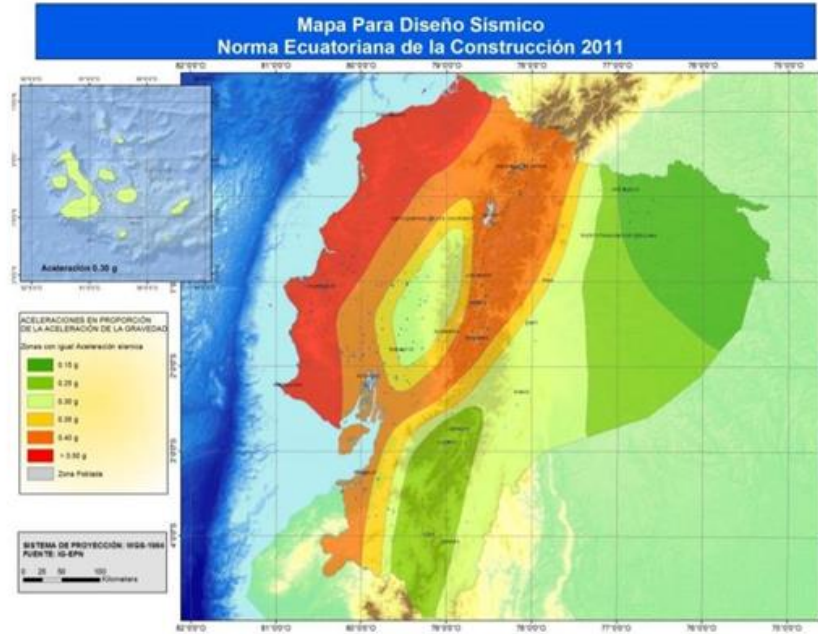


Figura 1. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z
 Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sísmo resistente

Tabla 1. Zona sísmica del Proyecto
 Elaborado por: Velásquez, J

PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
HUAYNA CAPAC	CUENCA	AZUAY	0.25

1.3.2 Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico

Se consideró para el proyecto un suelo tipo C.

Tabla 2. Clasificación de los perfiles de suelo
 Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sísmo resistente/ Parte 1

Tipo perfil	de Descripción	Definición
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$

1.3.3. Coeficientes de perfil suelo Fa, Fd y Fs

Para determinar el factor de Fa, Fd y Fs se observan las siguientes tablas en donde se debe considerar el factor de zona y el tipo de suelo, en este caso se obtuvo:

Fa= 1.3

Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo cortó.

Tabla 3. Tipo de suelo y factores de sitio Fa

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sismo resistente

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

Fd= 1.28

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

Tabla 4. Tipo de suelo y factores de sitio Fd

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sismo resistente

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5

$$F_s = 0.94$$

F_s : comportamiento no lineal de los suelos.

Tabla 5. Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s
Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sísmo resistente

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

1.4 Espectro elástico horizontal de diseño

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones S_a , expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño, se proporciona en la Figura 1.2, consistente con:

El factor de zona sísmica Z

El tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura

La consideración de los valores de los coeficientes de amplificación de suelo F_a , F_d , F_s .

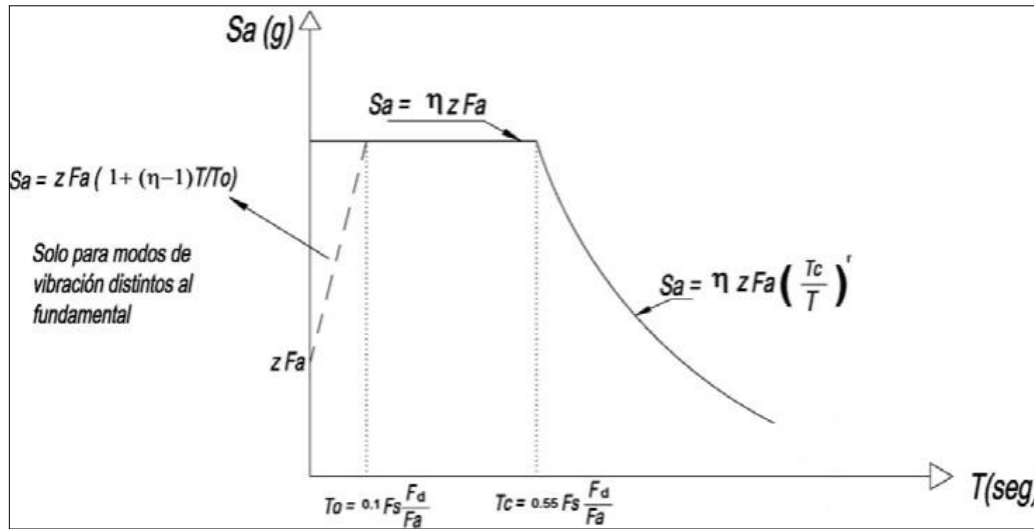


Figura 2. Espectro Sísmico Elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción diseño sismo resistente

Donde:

η : Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado. Dependiendo de la región del Ecuador se obtiene:

$\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)

$\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos

$\eta = 2.60$: Provincias del Oriente

S_a : Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura.

T : Período fundamental de vibración de la estructura.

T_0 : Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

T_c : Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño Z Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g . Dicho espectro, que obedece a una fracción de amortiguamiento respecto al crítico de 5%, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones, válidas para períodos de vibración estructural T pertenecientes a 2 rangos:

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

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

Donde:

r: Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto.

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

E. r = 1.5 para tipo de suelo E.

Para calcular el espectro de diseño de este proyecto se consideraron los siguientes valores:

Tabla 6. Datos para cálculo de espectro
Elaborado por: Velásquez, J

Datos	
Z	0.2 5
Fa	1.3 0
Fd	1.2 8
Fs	0.9 4
H	2.4 8
R	1
To	0.0 93
Tc	0.5 09
Sa (max)	0.8 06
Sa × I (max)	0.8 06

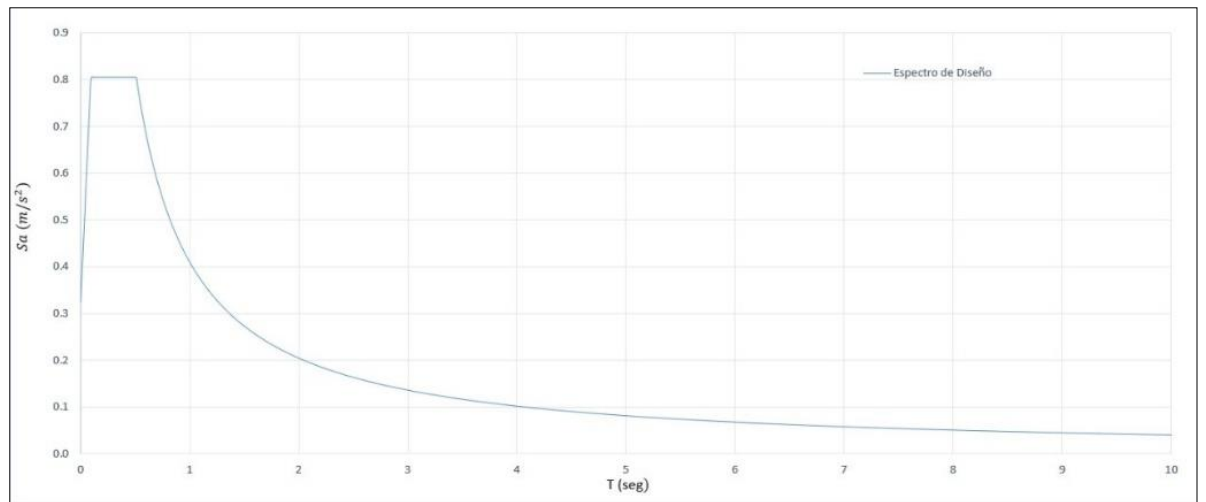


Figura 3. Espectro de Diseño
Elaborado por: Velásquez, J

1.5 Cargas de diseño

1.5.1 Cargas Permanentes

Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales, tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura. Estos valores se ingresan en el modelo matemático creado en el Programa ETABS V18, para luego adicionarlo al peso propio de los elementos estructurales y hacer las combinaciones de carga que el NEC 2015 determina en el caso de elementos de hormigón armado. Vale aclarar que el programa calcula el peso de los elementos estructurales, y los demás son ingresados, los valores que se ingresan son los siguientes:

Carga Muerta Adicional en Losa de entepiso	
Bloque Hueco de Hormigón Alivianado (40x20x20) cm	0.17 Tn/m ²
Contrapiso de hormigón simple, por cada cm de espesor	0.022 Tn/m ²
Instalaciones Eléctricas/mecánicas/hidrosanitarias	0.01 Tn/m ²
Baldosa de cerámica con mortero de cemento	0.02 Tn/m ²
Cielorraso de mortero de cemento compuesto de cal y arena	0.055 Tn/m ²

Total =0.28 Tn/m²

1.5.2 Cargas Vivas

Las sobrecargas que se utilicen en el cálculo dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras. Las sobrecargas a considerar de acuerdo al NEC 15 son las siguientes:

Carga viva en Losa de entepiso

Viviendas (unifamiliares y bifamiliares) Hoteles y residencias multifamiliares 0.2 Tn/m².

Sobrecarga de cubiertas

Cubiertas planas, inclinadas y curvas 0.07 Tn/m².

1.5.3 Cargas Sísmicas

Define las acciones que un sismo provoca sobre la estructura de un edificio y que deben ser soportadas por esta. Para el análisis y diseño se utilizó La Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-DS Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente.

1.6 Cortante Basal Estático

El cortante basal o de base, es la fuerza resultante a nivel de cargas últimas en la base de la estructura compuesta por la sumatoria de las fuerzas laterales aplicadas en cada piso, determinada por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{I * Sa (T_a)}{R * \emptyset P * \emptyset E} W$$

Dónde:

I: Coeficiente de importancia.

S_a: Aceleración espectral de diseño.

R: Factor de reducción de resistencia sísmica.

∅P y *∅E*: Coeficientes de regularidad en planta y elevación.

W: Carga sísmica reactiva.

1.6.1 Determinación del Coeficiente de importancia

El propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras, que por sus características de utilización o de importancia deben permanecer operativas o sufrir menores daños durante y después de la ocurrencia del sismo de diseño. La edificación del proyecto la ubicamos dentro de otras estructuras por lo tanto el valor del coeficiente de importancia será igual a 1.

Tabla 7. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sismo resistente

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

1.6.2 Determinación de aceleración espectral de diseño

El valor de la aceleración espectral de diseño (S_a) depende del periodo de vibración de la estructura (T_a). Por lo tanto, se calcula en primer lugar el periodo de vibración mediante la siguiente formula:

$$T = C_t h_n^\alpha$$

Donde:

C_t : Coeficiente que depende del tipo de edificio.

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

T: Período de vibración.

El tipo de estructura de la edificación será sin muros estructurales ni

diagonales rigidizadores por tanto el valor de C_t y α serán los que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Tipo de Estructura

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sismo resistente

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

De esta manera se obtuvo el valor del periodo de vibración de la edificación

Tabla 9. Valor del período de vibración

Elaborado por: Velásquez, J

Ct	0.0 55	
A	0.9	
Hn	18. 3	m
T	0.7 53	seg

Una vez obtenido el periodo de vibración de la edificación se determina la aceleración espectral correspondiente a ese periodo.

Tabla 10. Aceleración espectral en función del período de edificación

Elaborado por: Velásquez, J

T (seg)	Sa (m/seg ²)	Sa × I
0.75	0.5471	0.5471

1.6.7 Determinación del factor de reducción de resistencia sísmica (R)

El factor R permite una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño, lo cual es permitido siempre que las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con adecuada ductilidad, donde el daño se concentre en secciones especialmente detalladas para funcionar como rótulas plásticas. En esta edificación se consideró un sistema de pórticos especiales sismos resistentes de hormigón armado con vigas descolgadas por lo tanto se asume un valor de 8.

Tabla 11. Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles
Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sismo resistente

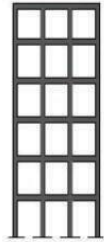

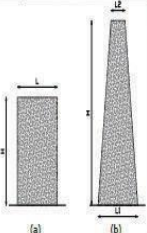

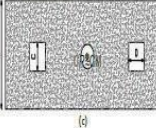
Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8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

1.6.8 Determinación de ϕ_P y ϕ_E Coeficientes de irregularidad en planta y elevación

Estos factores pretenden acrecentar la magnitud del sismo de diseño mediante una penalización de las irregularidades tanto en planta como en elevación, que tiene una edificación.

Para el caso de la estructura de la investigación estos dos coeficientes, tienen el valor de 1, puesto que la configuración o geometría de la edificación es regular en planta y elevación; además cumple con las configuraciones recomendadas por la NEC [15], expuestas en la tabla 12.

Tabla 12. Configuración en elevación y planta
 Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sismo resistente

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_E=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_P=1$	
La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles. $\phi_E=1$		La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_P=1$	
La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional. $\phi_E=1$			
			

1.6.9 Determinación del peso total (W) de la estructura.

El procedimiento para calcular el peso total de la estructura se observa en el Anexo 1.

Tabla 13. Peso total de la estructura (cálculo manual)

Fuente: Velásquez, J

Piso	W_x (tn)	h_x (m)	$W_x \cdot h_x$ k
6	14.06	18.3	371.40
5	103.8	15.3	2241.67
4	103.8	12.3	1753.13
3	103.8	9.3	1279.54
2	103.8	6.3	825.18
1	104.8	3.3	402.32
	534.1		6873.24
	6		

Etabs

Tabla 14. Peso total de la estructura (programa Etabs)
Elaborado por: Velásquez, J

Piso	Output Case	Case type	Location	W acum	W
6	E. EST X	LinStatic	Bottom	13.782	13.782
5	E. EST X	LinStatic	Bottom	115.838	102.0556
4	E. EST X	LinStatic	Bottom	217.893	102.0556
3	E. EST X	LinStatic	Bottom	319.949	102.0556
2	E. EST X	LinStatic	Bottom	422.005	102.0557
1	E. EST X	LinStatic	Bottom	526.136	104.1316
					526.136

1.6.9 Cálculo de Cortante Basal Estático y comparación con el programa ETABS

Tabla 15. Cortante basal espectro (cálculo manual)
Elaborado por: Velásquez, J

CALCULO CORTANTE BASAL			
I	coeficiente de Importancia	1	
Sa	aceleración espectral	0.5471	
R	factor de reducción	8	
Φ_p	irregularidad en planta	1.00	
Φ_e	irregularidad en elevación	1.00	
W	peso estructura	534.16	tn
V	cortante basal	36.527	tn

Tabla 16. Cortante basal espectro (programa Etabs)
 Elaborado por: Velásquez, J

Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY
				to nf	Tonf	tonf
Story1	E. EST X	LinStatic	Bottom	0	-35.2067	0
Story1	E. EST Y	LinStatic	Bottom	0	0	- 35.2067

1.6.10 Diafragmas rígidos de piso

Esta herramienta tiene como fin unir todos los nudos de cada planta, con un diafragma rígido, (para cada nivel de la estructura), para que todos los nudos de la planta se desplacen unificadamente.

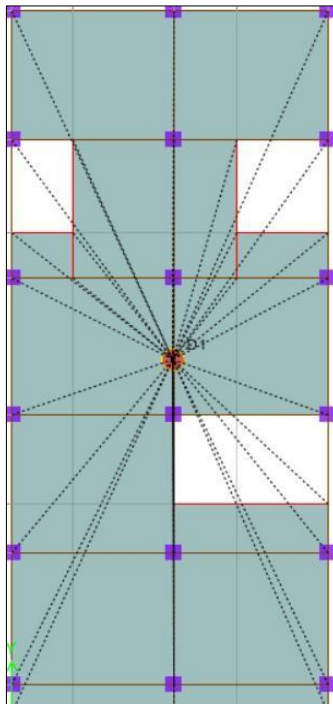


Figura 4. Diafragma rígido de piso (planta tipo)
 Elaborado por: Velásquez, J

1.6.11 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales

Son las fuerzas aplicadas a cada entrepiso de la estructura. Se aplican en el centro de masa con un desplazamiento del 5% respecto de la máxima dimensión del edificio para solventar posibles efectos de torsión accidental. Su distribución es similar al modo de vibración fundamental es decir triangular.

Según la NEC-15, para el cálculo de las fuerzas sísmicas laterales se utiliza la siguiente expresión:

$$F_x = \frac{W_x * h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i * h_i} * V$$

Dónde:

W_x : Peso por piso de la estructura.

h_x : Altura de cada piso.

k : Coeficiente en función del periodo.

V : Valor del corte basal del edificio.

El valor del coeficiente k , se obtiene a partir de los siguientes intervalos del período:

- Si $T \leq 0.5$ entonces:

$$k=1$$

- Si T se encuentra entre $0.5 < T \leq 2.5$, entonces:

$$k=0.75+0.5*T$$

- Si $T > 2.5$ entonces:

$$k=2$$

En las tablas, se presenta la distribución de las fuerzas sísmicas laterales en cada uno de los pisos del edificio.

Tabla 17. Distribución de fuerzas sísmicas laterales (cálculo manual)
Elaborado por: Velásquez, J

Pis o	W_x (tn)	h_x (m)	$W_x * h_x^k$	C_{vx}	F_x (tn)
6	14.06	18.3	371.40	0.054	1.974
5	103.81	15.3	2241.67	0.326	11.913
4	103.81	12.3	1753.13	0.255	9.317
3	103.81	9.3	1279.54	0.186	6.800
2	103.81	6.3	825.18	0.120	4.385
1	104.85	3.3	402.32	0.059	2.138
	534.16		6873.24	Calculado	36.527

Etabs (usando el coeficiente sísmico)

Tabla 18. Distribución de fuerzas sísmicas laterales (programa Etabs)

Elaborado por: Velásquez, J

Piso	Output Case	Case type	Location	W acum	W	Fx acum (tn)	Fx(tn)
6	E. EST X	LinStatic	Bottom	13.782	13.782	-1.64	-1.64
5	E. EST X	LinStatic	Bottom	115.838	102.0556	-12.6113	-10.971
4	E. EST X	LinStatic	Bottom	217.893	102.0556	-21.9211	-9.3098
3	E. EST X	LinStatic	Bottom	319.949	102.0556	-28.709	-6.7879
2	E. EST X	LinStatic	Bottom	422.005	102.0557	-33.0802	-4.3712
1	E. EST X	LinStatic	Bottom	526.136	104.1316	-35.2067	-2.1265
					526.136	Etabs	-35.207

1.7 Propiedades de los elementos estructurales

Tabla 19. Propiedades de los elementos estructurales

Elaborado por: Velásquez, J

Materiales	Peso Específico kg/cm ³	Resistencia kg/cm ²	Módulo de elasticidad kg/cm ²
Hormigón (columnas)	2400	240	2534563.54
Hormigón (vigas)	2400	240	2534564.54
Hormigón (losas)	2400	240	2534565.54
Acero de Refuerzo	7850	4200	2038901.92

1.8 Combinación de cargas

Todos los elementos estructurales deben ser diseñados para las condiciones más críticas que se pueden presentar a lo largo de la vida útil de la estructura; y dicha condición crítica se genera con la aplicación de la envolvente de diseño, que es un diagrama de fuerzas y momentos, que se compone por los valores más altos de esfuerzos cortantes y axiales, y momentos flectores y torsionales, provenientes de las combinaciones de carga. Las combinaciones de carga que se utilizan, son tomadas del NEC [15] y son las siguientes:

- Combinación 1 1.4D
- Combinación 2 1.2D+L+0.5Lr
- Combinación 3 1.2D+1.6L+0.5Lr
- Combinación 4 1.2D+1.6Lr+L
- Combinación 5 1.2D+EESTX+L
- Combinación 6 1.2D+EESTY+L
- Combinación 7 1.2D-EESTX+L
- Combinación 8 1.2D-EESTY+L
- Combinación 9 1.2D+EDINAMX+L
- Combinación 10 1.2D+EDINAMY+L
- Combinación 11 1.2D-EDINAMX+L
- Combinación 12 1.2D-EDINAMY+L
- Combinación 13 0.9D+EESTX
- Combinación 14 0.9D+EESTY
- Combinación 15 0.9D-EESTX
- Combinación 16 0.9D-EESTY
- Combinación 17 0.9D+EDINAMX
- Combinación 18 0.9D+EDINAMY
- Combinación 19 0.9D-EDINAMX
- Combinación 20 0.9D-EDINAMY

- Combinación 21 ENVOLVENTE
- Combinación 22 ENVOLVENTE DINAMICO

Donde:

D: Carga muerta total de la estructura L: Carga viva

Lr: sobrecarga de cubierta (viva) E.EST: Espectro estático

E. DINAM: Espectro dinámico

1.9 Dimensionamiento Estructural

De acuerdo al pre dimensionamiento establecidos en el ACI 318 se obtuvo las siguientes secciones de los elementos estructurales:

1.9.1 Pre dimensionamiento de Vigas

Para el pre dimensionamiento de las vigas se analiza la luz libre de mayor longitud y se determina el peralte usando la siguiente expresión:

$$h = \frac{L}{10} \text{ o } \frac{L}{15}$$

Para nuestro caso se tomó el valor de L/15 y se calculó el valor de la base de la viga con la siguiente expresión:

$$b = \frac{2h}{3} \geq 25 \text{ cm}$$

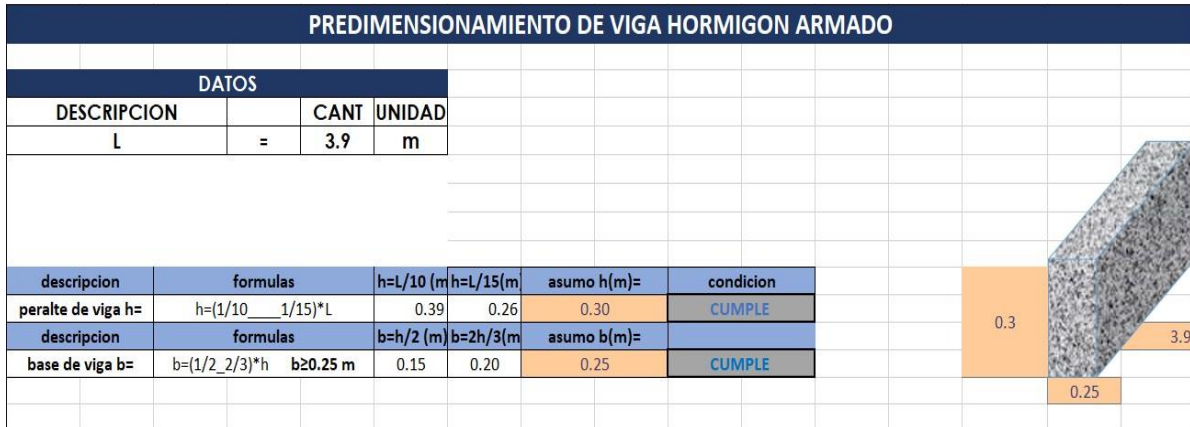


Figura 5. Pre dimensionamiento de viga hormigón armado
Elaborado por: Velásquez, J

Se propone una sección de viga igual a 30 cm x 25 cm.

1.9.2 Pre dimensionamiento de Columnas

Se establece el área cooperante, que afecta a una columna interior del edificio. El área antes mencionada se multiplica por el valor de carga última adoptado igual 0.95 T/m², a su vez el resultado de este producto se vuelve a multiplicar por el número de pisos del proyecto, de esta manera se obtiene un valor aproximado de la carga axial que soporta una columna interior de la planta baja del edificio.

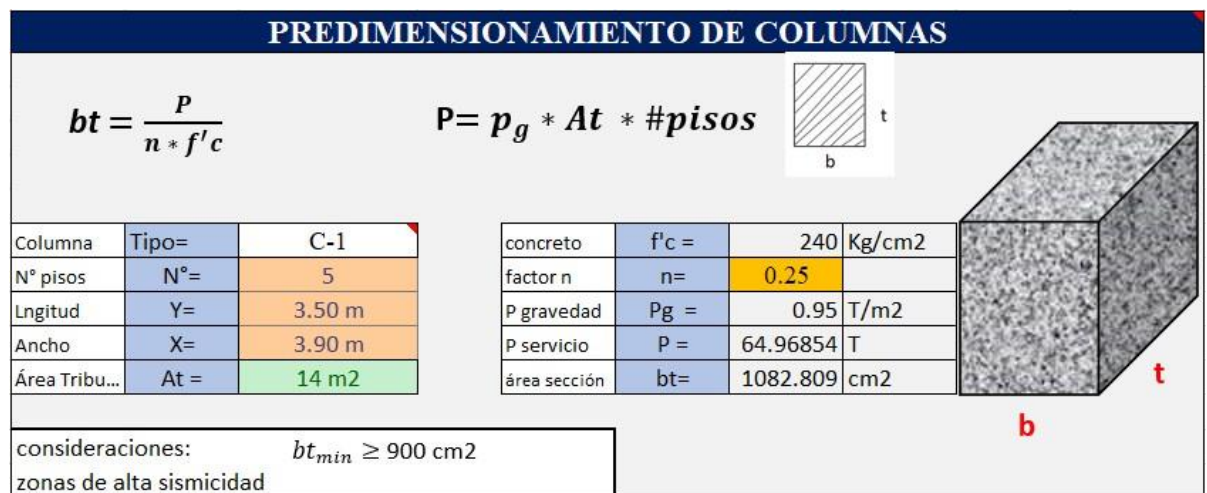


Figura 6. Pre dimensionamiento de columnas
Elaborado por: Velásquez, J

Se propone una sección de columna igual a 40 cm x 40 cm, que cumple con el área mínima para zonas de alta sismicidad.

1.9.3 Pre dimensionamiento de Losas

Con los requisitos y suposiciones establecidas en el NEC 2015 en lo que respecta a carga vertical, se modelan losas como elementos tipo membrana, los mismos que transfieren su peso y sobrecargas a los nervios y éstos a su vez transfieren todas las sollicitaciones a las vigas. Quedando modelado en forma eficiente la losa de la estructura.

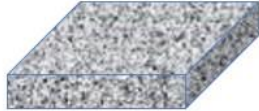
LOSA ALIGERADA						
$H = \frac{Ln}{25}$						
Luz libre del pórtico			Ln =			3.90 m
Espesor de la losa			H =			0.16 m
Espesor de la losa defenido			H def. =			20 cm
Espesor del ladrillo			h ALIGE=			15 cm

Figura 7. Pre dimensionamiento losa aligerada
Elaborado por: Velásquez, J

Se asume una sección de losa alivianada de 20 cm de altura, con 5 cm de loseta de compresión y alivianamientos de 40 cm x 40 cm x 15 cm, tal como se visualiza en la figura 8.

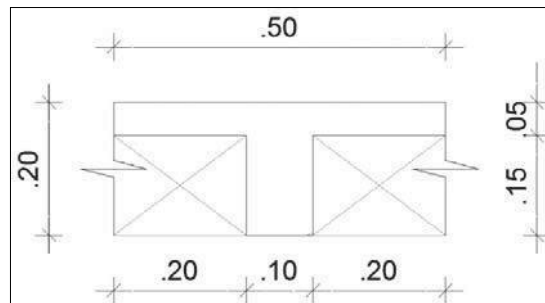


Figura 8. Esquema de losa aligerada y alivianamientos
Elaborado por: Velásquez, J

Para el cálculo de las derivas máximas inelásticas y las rigideces, los elementos de hormigón armado deben presentar una disminución de inercia es decir se debe trabajar con inercias agrietadas. De esta manera, se asigna a las columnas un agrietamiento correspondiente a $0.8 \cdot I_g$, donde I_g es la inercia gruesa de la sección. Este valor se fundamenta en que las columnas son elementos que contienen mayor cuantía de acero a flexión que las vigas y soportan mayor cantidad de carga axial, parámetros que disminuyen el agrietamiento.

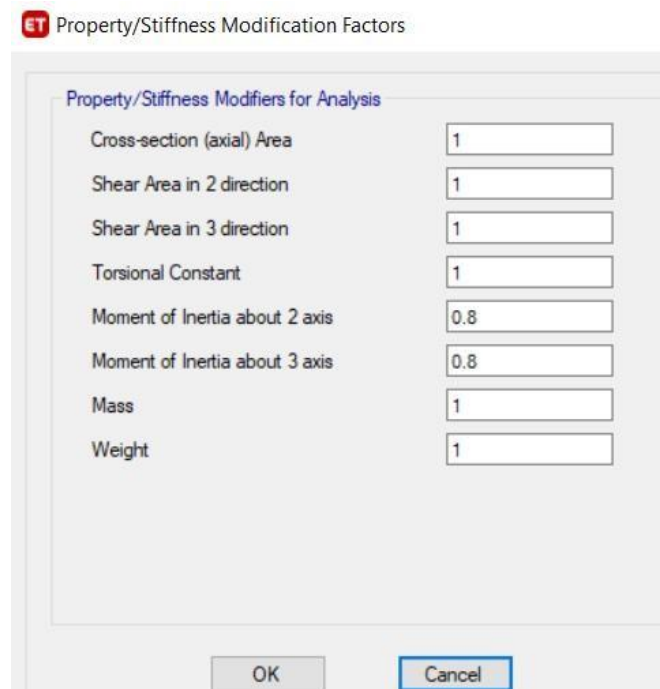


Figura 9. Agrietamiento de columnas
Elaborado por: Velásquez, J

En el caso de las vigas para establecer un valor de agrietamiento, se debe considerar la cuantía de acero a flexión, además de como este considerará la inercia de la losa y los nervios, en tal caso como se explicará más adelante, solo los nervios aportan con rigidez, por tal motivo a las vigas se les considera una disminución del 50% de su inercia gruesa resultando $0.5 \cdot I_g$.

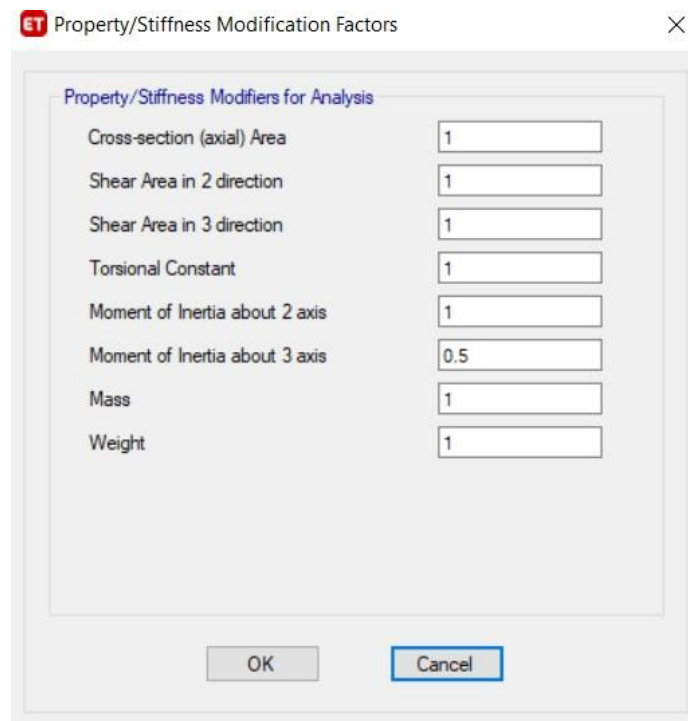


Figura 10. Agrietamiento de vigas
Elaborado por: Velásquez, J

La losa se compone de nervios de 10x20cm y de una loseta tipo membrana de 5cm de espesor; los nervios no se agrietan para este modelo de tal forma que su inercia se mantiene intacta.

1.10 Modos de Vibrar

Se recomienda analizar los dos primeros modos de vibración, ya que en estos dos modos se verificará que más del 70% de la masa participa en correspondiente dirección predominante con una rotación menor e igual del 15%, es decir se verifica que la estructura tenga un movimiento traslacional y por ningún motivo torsión, de esta manera se evita la llamada torsión en planta

que puede llevar al colapso del edificio durante un sismo.

Para nuestro modelo los dos primeros modos de vibrar son traslacionales en dirección X y Y respectivamente, participa más del 80% de la masa y no existe rotación. El tercer modo de vibrar es rotacional cumpliendo con lo antes expuesto. Así mismo en el sexto modo los tres llegan como mínimo al 90% de participación de la masa. Se muestra en la siguiente tabla los modos de vibración del edificio con su período y su porcentaje de masa correspondiente.

Tabla 20. Modos de vibración del edificio
Elaborado por: Velásquez, J

Case	Mode	Perio do	Ux	Uy	RZ	Sum Ux	Sum Uy	Sum RZ
Moda 1	1	0.835	0.811 5	0.000 1	0.015 9	0.811 5	0.000 1	0.015 9
Moda 1	2	0.798	0.000 1	0.830 3	0.000 6	0.811 6	0.830 3	0.016 5
Moda 1	3	0.725	0.014 9	0.000 8	0.813 3	0.826 6	0.831 1	0.829 8
Moda 1	4	0.261	0.101	3.95E -05	0.004 6	0.927 5	0.831 2	0.834 4
Moda 1	5	0.25	0.000 1	0.103 4	0.000 4	0.927 7	0.934 6	0.834 9
Moda 1	6	0.224	0.005 5	0.000 7	0.100 7	0.933 2	0.935 2	0.935 6
Moda 1	7	0.15	0.027 5	1.16E -05	0.003 9	0.960 7	0.935 2	0.939 5
Moda 1	8	0.145	1.53E -05	0.027 7	0.001 3	0.960 7	0.962 9	0.940 8
Moda 1	9	0.121	0.008	0.004 3	0.025 9	0.968 7	0.967 2	0.966 7
Moda 1	10	0.114	0.010 9	0.007 6	0.000 4	0.979 6	0.974 7	0.967 1

Moda 1	11	0.11	0.002 2	0.007 7	0.011	0.981 8	0.982 4	0.978 2
Moda 1	12	0.092	3.16E -05	5.43E -06	0.002 3	0.981 8	0.982 4	0.980 4

1.11 Análisis dinámico

En el caso del método dinámico, se desarrolla por el análisis modal espectral, de tal forma que se debe ingresar el espectro de respuesta reducido en el programa ETABS V18.

Para obtener el espectro de respuesta reducido es necesario dividir cada valor de aceleración espectral (S_a) entre el factor de reducción de resistencia sísmica (R). La forma de ingresar este espectro es desde un archivo de texto con extensión txt. Posteriormente se comprueba que los valores de la gráfica calculada sean los mismos que se presentan en el software. Es recomendable ingresar una función en X y otra en Y.

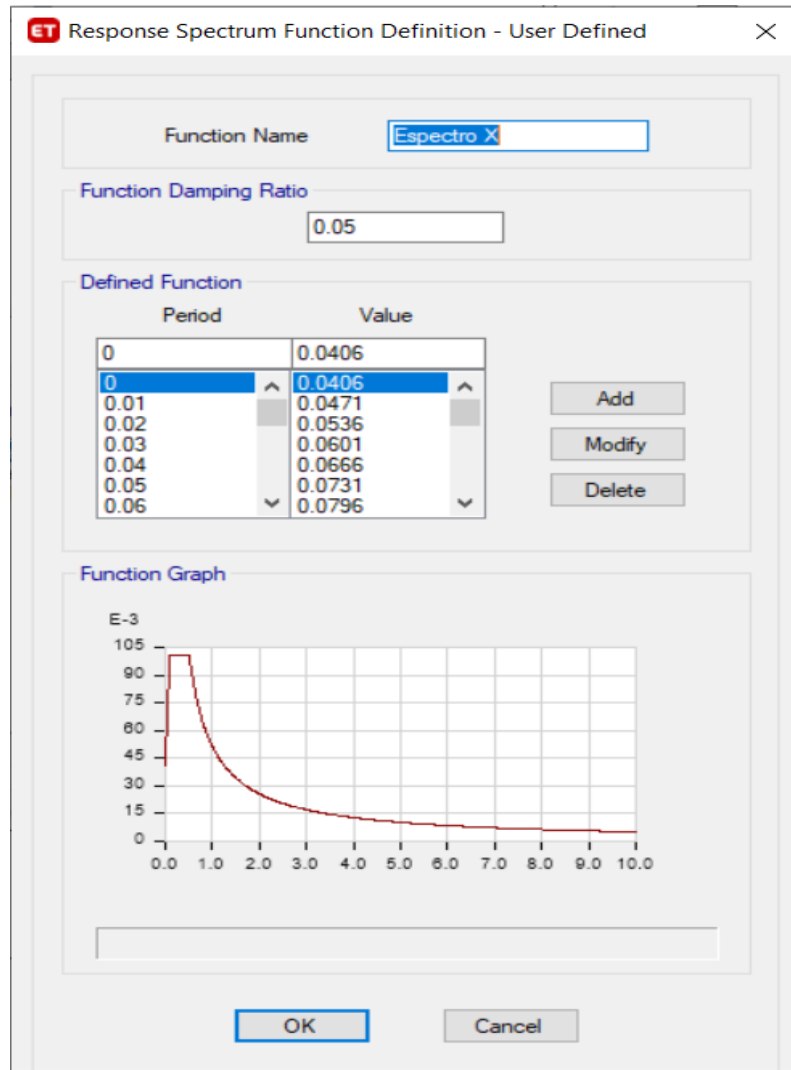


Figura 11. Función espectro reducido "X"
 Elaborado por: Velásquez, J

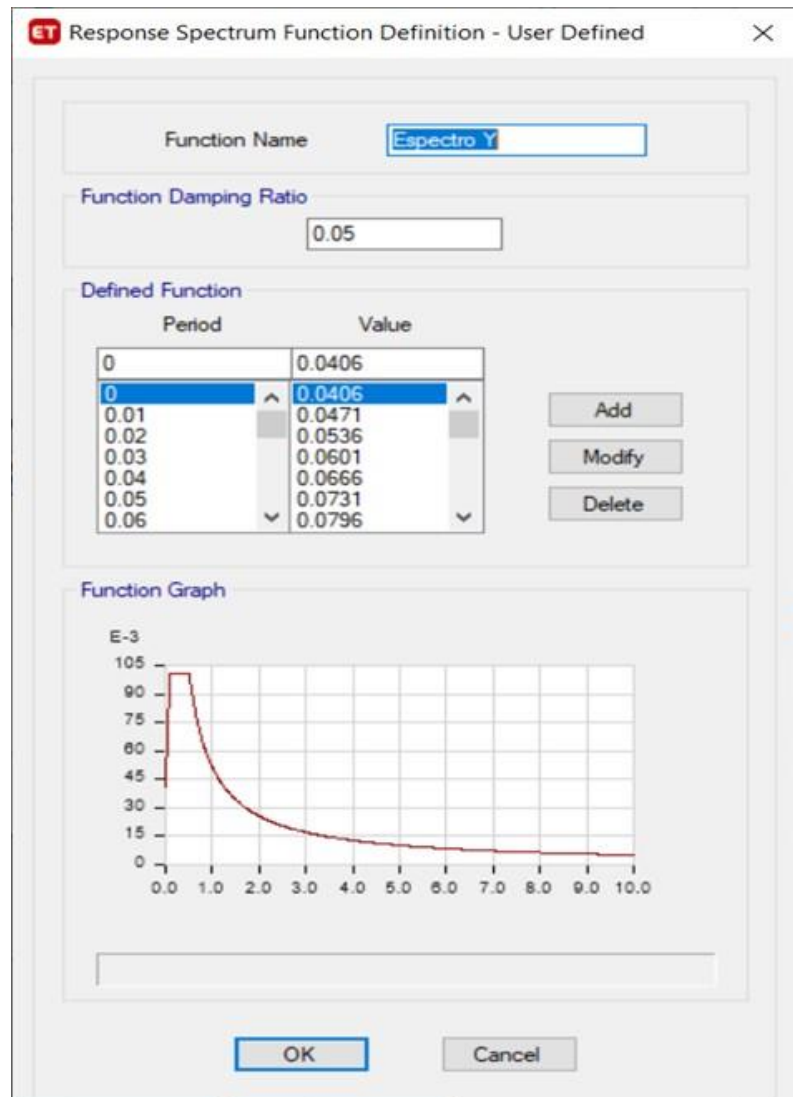


Figura 12. Función espectro reducido "Y"

Elaborado por: Velásquez, J

Una vez definido el espectro se debe asignar los casos de carga dinámica de la siguiente forma:

Load Case Data

General

Load Case Name: E. DINAMICO X [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Espectro X	10.4214

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: []

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura 13. Datos de caso de carga dinámica "X"
Elaborado por: Velásquez, J

La respuesta máxima dinámica esperada para el cortante basal se calcula utilizando el criterio de combinación cuadrática completa para todos los modos de vibración calculados.

ET Load Case Data

General

Load Case Name: E. DINAMICO Y [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	Espectro Y	9.8255

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: []

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura 14. Datos de caso de carga dinámica "Y"
Elaborado por: Velásquez, J

1.11.1 Factor Escala

Continuando con lo mencionado, en cada una de las direcciones la fuerza cortante basal calculada en el análisis dinámico no podrá ser menor que el 80% de lo calculado en el análisis estático, en el caso de una estructura regular, y el 85% en una estructura irregular.

La edificación presenta una configuración regular en planta por lo que se considera el 80% del cortante basal estático como valor mínimo para el diseño estructural.

$$f_e = \frac{0.80 * V_{Estático}}{V_{Dinámico}} \geq 1$$

Donde:

fe: Factor escala

De acuerdo a esto se muestra las siguientes tablas donde se compara los resultados obtenidos.

Tabla 21. Comprobación de cortante basal estático y dinámico (primer análisis)
Elaborado por: Velásquez, J

DIRECCION	ANÁLISIS ESTÁTICO	ANALISIS DINAMIC O		FUERZA DISEÑO	CONDICION
		80% v (Tn)	V Din (Tn)		
X - X	35.2067	28.165 36	26.51 29	26.51 29	NO CUMPLE
Y - Y	35.2067	28.165 36	28.12 09	28.12 09	NO CUMPLE

En un primer análisis no cumplía el cortante basal dinámico por lo que fue necesario escalar en ambas direcciones, se multiplicó entonces ese factor escala (fe) por la carga total que en este caso sería igual a 9.81 m/s^2 como se puede observar a continuación.

Factor de escala x	1.062326641
Factor de escala y	1.00158103

Tabla 22. Comprobación de cortante basal estático y dinámico con el factor de escala
Elaborado por: Velásquez, J

DIRECCION	ANÁLISIS ESTÁTICO	ANALISIS DINAMIC O		FUERZA DISEÑO	CONDICION
	V ESTATICO (Tn)	80% v (Tn)	V Din (Tn)		
X-	35.206	28.1653	28.1653	28.1653	CUMPLE
X	7	6	6	6	
Y-	35.206	28.1653	28.1653	28.1653	CUMPLE
Y	7	6	6	6	

Una vez realizada la corrección se puede corroborar que el cortante estático en dirección X-X y Y-Y con una reducción al 80% cumple satisfactoriamente en función al cortante basal dinámico.

Cortante basal dinámico “X”

Cortante basal dinámico “Y”

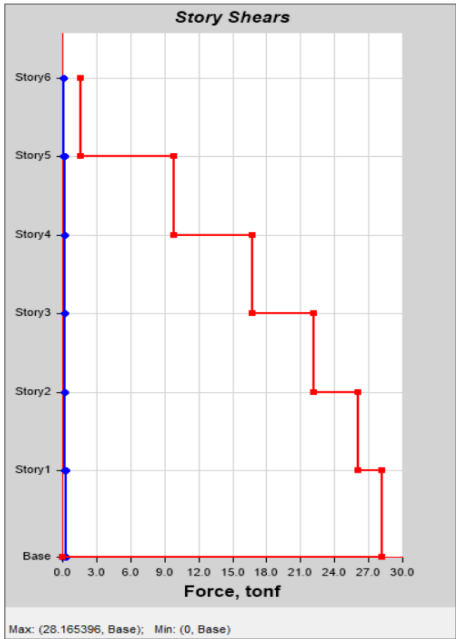
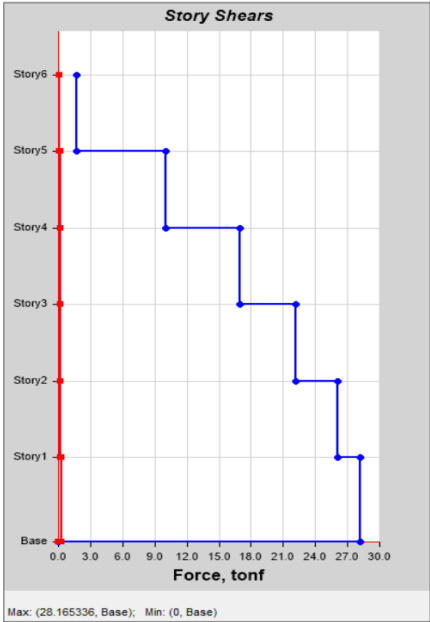


Figura 15. Cortante basal dinámico en X y Y (Etabs V18)
Elaborado por: Velásquez, J

1.12 Derivas

El diseño lineal del edificio tiene que ser verificado mediante derivas inelásticas, para demostrar que la estructura no presenta desplazamientos relativos excesivos entre pisos consecutivos, y verificar que el diseño estructural tenga la suficiente rigidez para soportar el sismo de diseño aplicado a la estructura.

Según la normativa NEC [15], las derivas máximas de cada piso no deben exceder el valor del 2%; cantidad que representa a la deriva inelástica para estructuras de hormigón armado.

Tabla 23. Valores de desplazamientos máximos, expresados como fracción de la altura de piso
Elaborado por: Norma Ecuatoriana de la Construcción Diseño sismo resistente

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

En el software ETABS V18 se obtienen los valores de los desplazamientos más críticos de cada piso y con la ecuación presentada a continuación, se realiza el cálculo de la deriva máxima. Con el valor de la deriva máxima de piso calculada, se procede a obtener la deriva máxima inelástica.

$$\Delta_i = \frac{\delta_i - \delta_{(i-1)}}{H_i}$$

$$H_i$$

$$\Delta_m = 0.75 * \Delta_i * R$$

Donde:

δ_i : Es el desplazamiento
del piso i .

H_i : Altura de entrepiso.

Δ_i : Deriva máxima de piso.

Δ_m : Deriva máxima inelástica de piso.

R : Factor de reducción de respuesta estructural.

Tabla 24. Derivas en "X"

Elaborado por: Velásquez, J

PISO	DIAPHRAGM	OUTPUT CASE	CASE TYPE		U_x	U_{x_u}	H	DERIVAS x	
					m	m	m	%	
PISO 6	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.016665	0.09999	3	0.439	CUMPLE
PISO 5	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.01447	0.08682	3	0.3552	CUMPLE
PISO 4	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.012694	0.076164	3	0.5338	CUMPLE
PISO 3	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.010025	0.06015	3	0.6942	CUMPLE
PISO 2	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.006554	0.039324	3	0.7592	CUMPLE
PISO 1	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.002758	0.016548	3.3	0.5015	CUMPLE

Tabla 25. Derivas en "Y"

Elaborado por: Velásquez, J

PISO	DIAPHRAGM	OUTPUT CASE	CASE TYPE		U_y	U_{y_u}	H	DERIVAS y	
					m	m	m	%	
PISO 6	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.014122	0.084732	3	0.2406	CUMPLE
PISO 5	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.012919	0.077514	3	0.29	CUMPLE
PISO 4	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.011469	0.068814	3	0.4704	CUMPLE
PISO 3	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.009117	0.054702	3	0.6216	CUMPLE
PISO 2	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.006009	0.036054	3	0.6886	CUMPLE
PISO 1	D1	ENVOLVENTE DINAMICO	Combination	Max	0.002566	0.015396	3.3	0.4665	CUMPLE

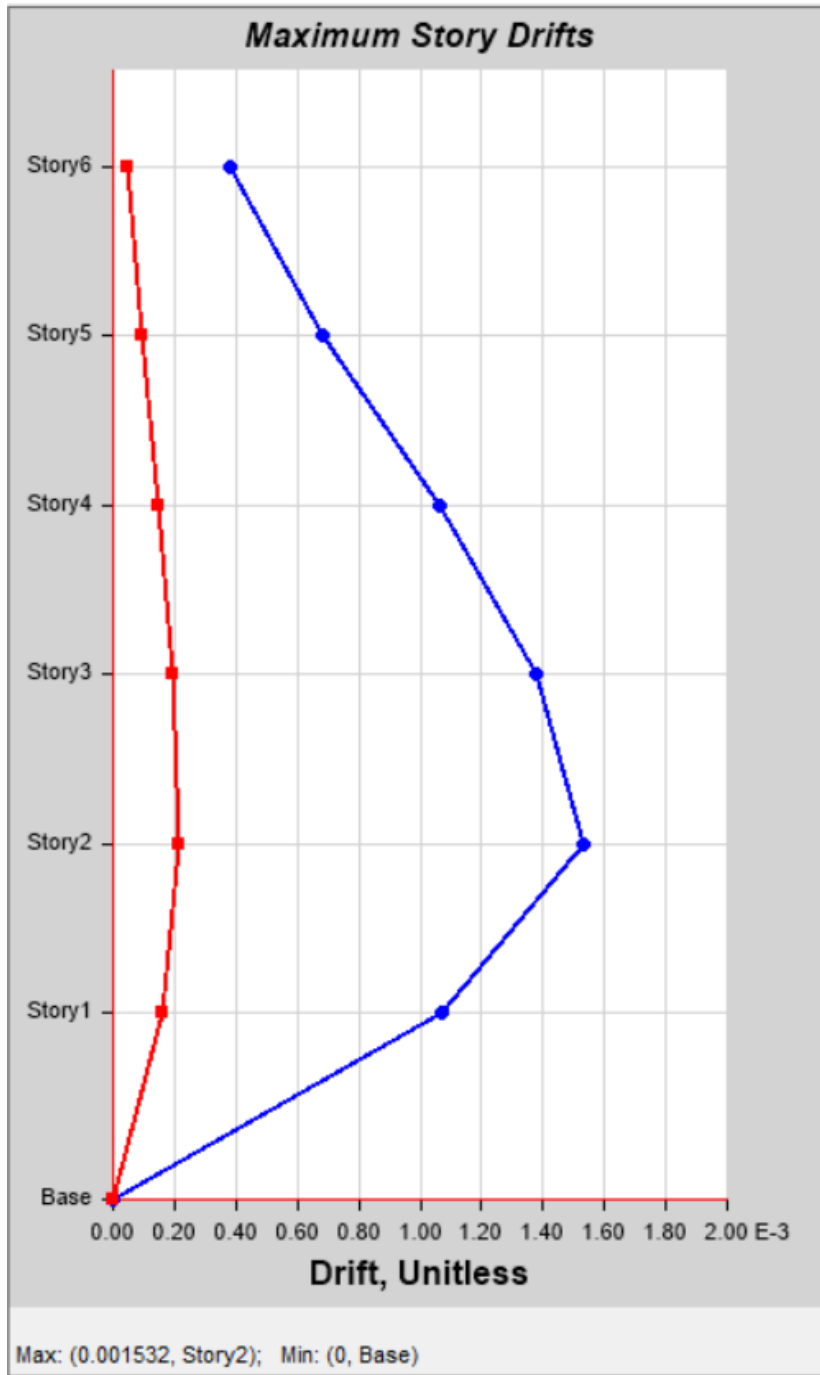


Figura 16. Deriva máxima elástica en "X"
Elaborado por: Velásquez, J

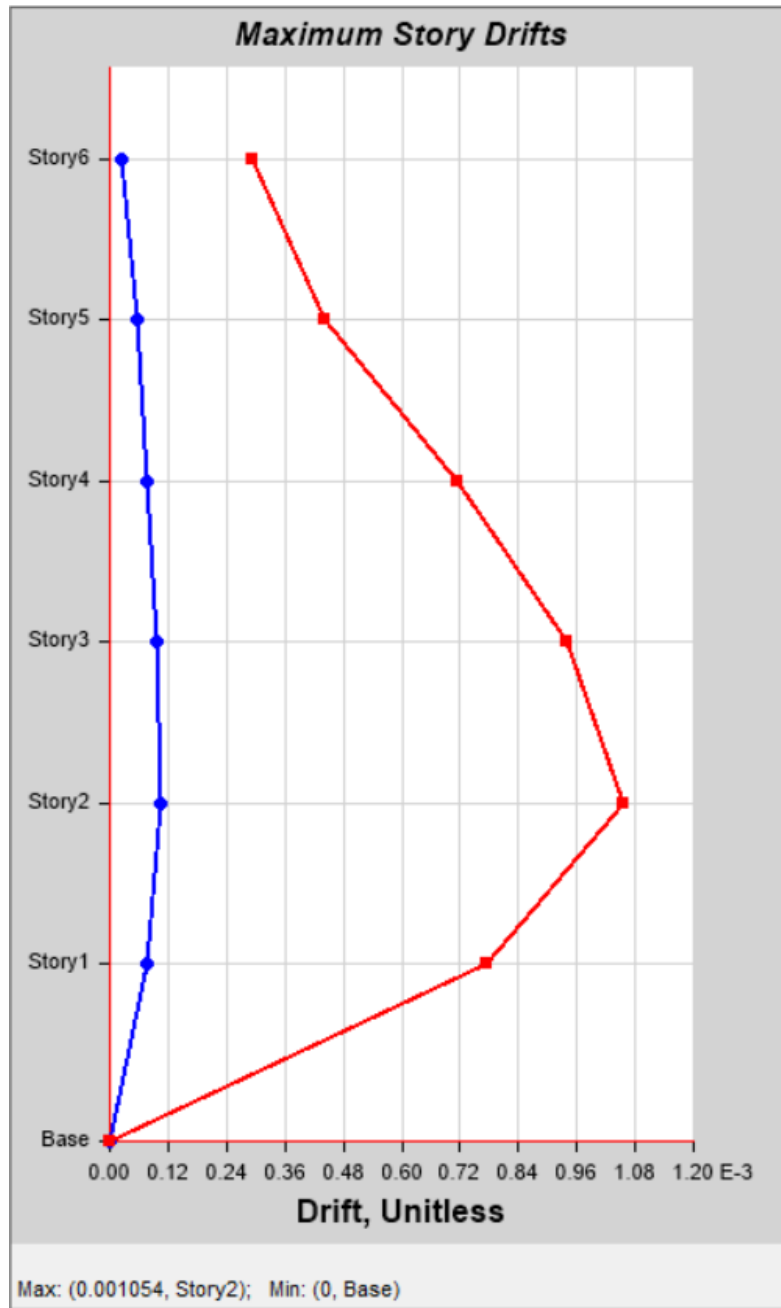


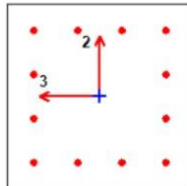
Figura 17. Deriva máxima elástica "Y"
 Elaborado por: Velásquez, J

1.13 Solicitaciones de vigas, columnas y plintos

1.13.1 Columna 40 x 40 cm

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-14 Column Section Design



Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
Story1	C39	385	Columna 40x40	ENVOLVENTE	0	3.3	0.538	Sway Special

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

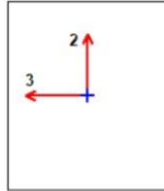
Design P_u tonf	Design M_{u2} tonf-m	Design M_{u3} tonf-m	Minimum M_2 tonf-m	Minimum M_3 tonf-m
82.4684	4.6159	5.4166	2.2464	2.2464

Figura 18. Solicitaciones de columna 40X40 cm
Elaborado por: Velásquez, J

1.13.2 Vigas 30 x 25 cm

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-14 Beam Section Design



Beam Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
Story2	B50	499	Viga 30x25	ENVOLVENTE	0.2	3.9	1	Sway Special

Section Properties

b (m)	h (m)	b _r (m)	d _s (m)	d _{cl} (m)	d _{cb} (m)
0.25	0.3	0.25	0	0.04	0.04

Figura 19. Detalles sección de la viga 30x25 cm
Elaborado por: Velásquez, J

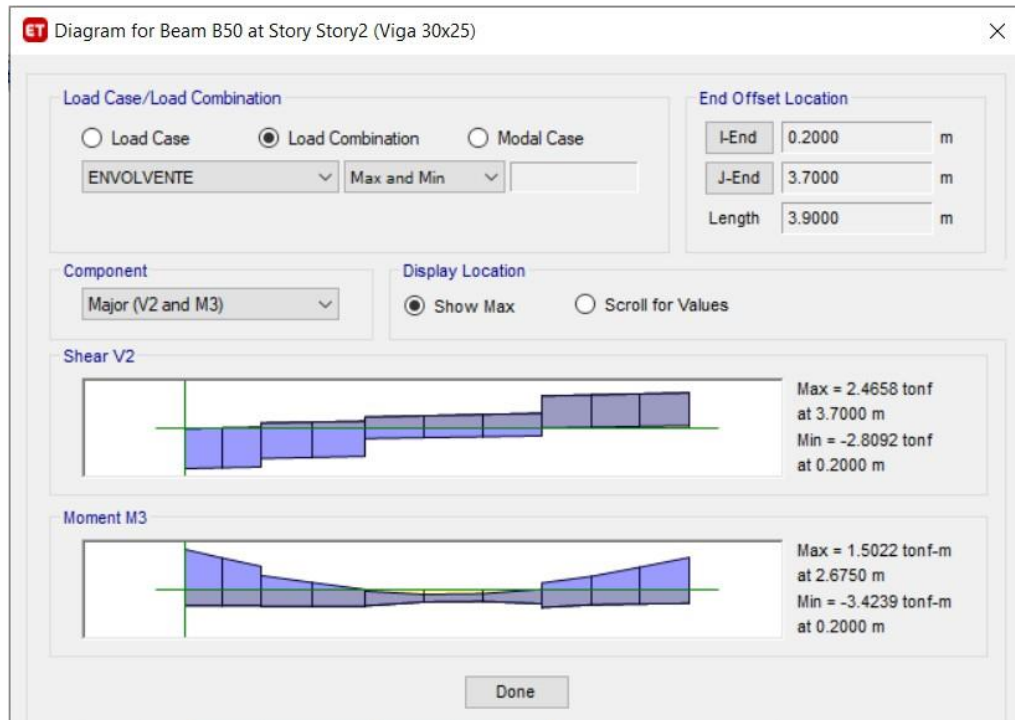
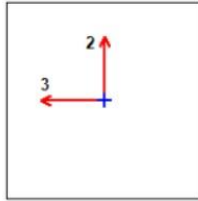


Figura 20. Momentos y cortantes máximos viga 30x25 cm
Elaborado por: Velásquez, J

1.13.3 Viga 20 x 20 cm

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-14 Beam Section Design



Beam Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (cm)	LLRF	Type
Story2	B1	56	Viga 20x20	ENVOLVENTE	0	370	1	Sway Special

Section Properties

b (cm)	h (cm)	b _f (cm)	d _s (cm)	d _{st} (cm)	d _{cb} (cm)
20	20	20	0	4	4

Figura 21. Detalles sección de la viga 20x20 cm

Elaborado por: Velásquez, J

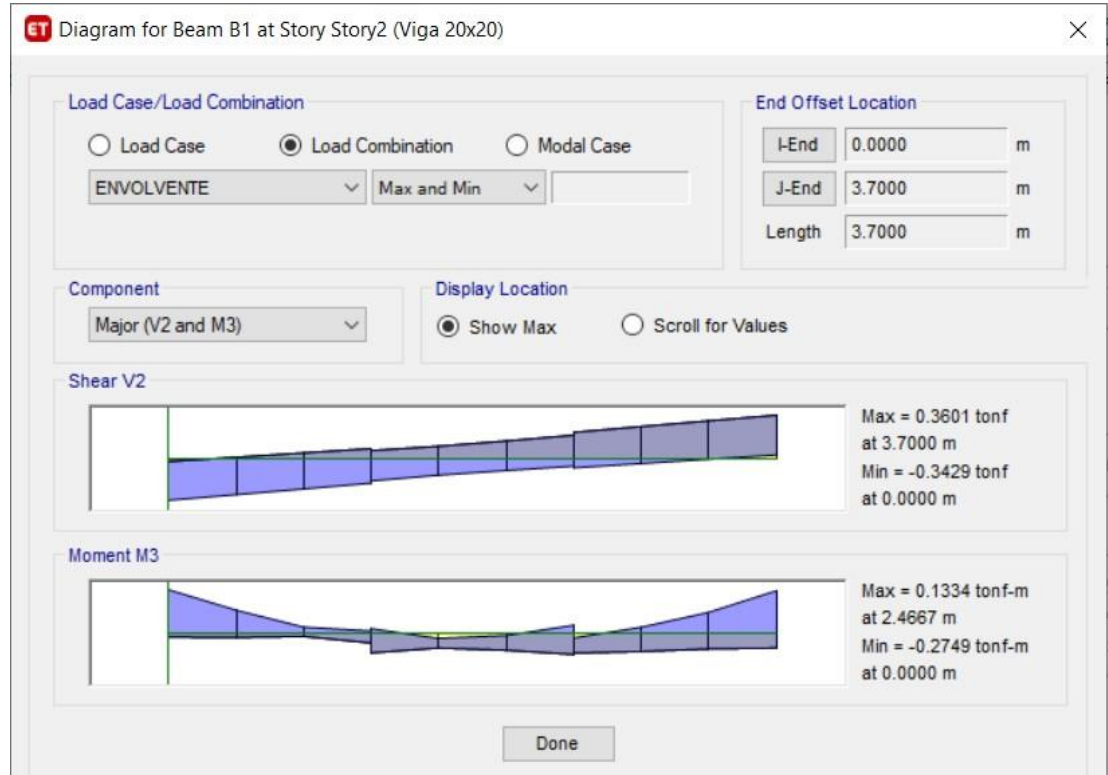


Figura 22. Momentos y cortantes máximo de la viga 20x20 cm

Elaborado por: Velásquez, J

1.14 Plintos

1.14.1 Carga Muerta

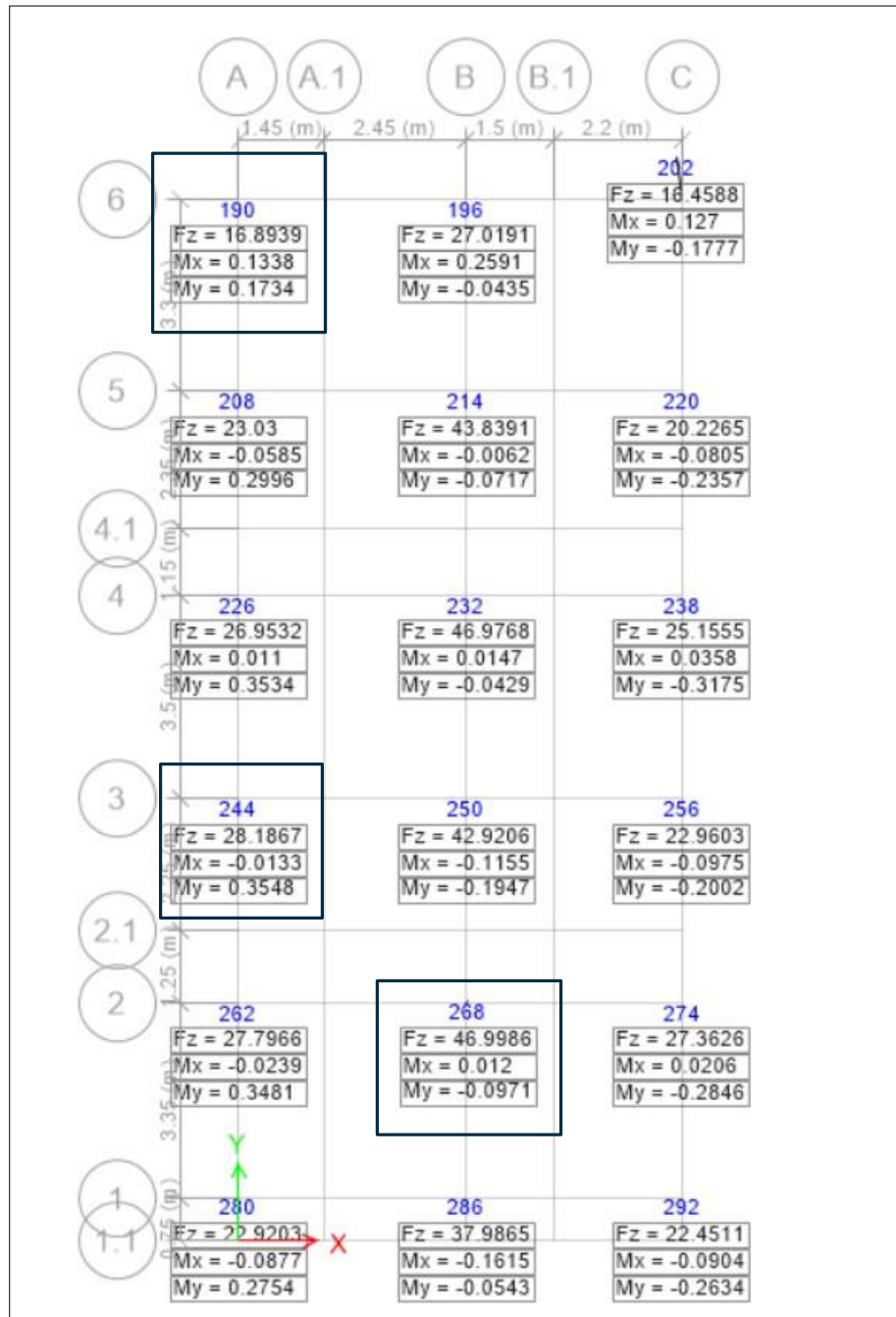


Figura 23. Esfuerzos en la cimentación producidos por la carga muerta
 Elaborado por: Velásquez, J

1.14.2 Carga Viva

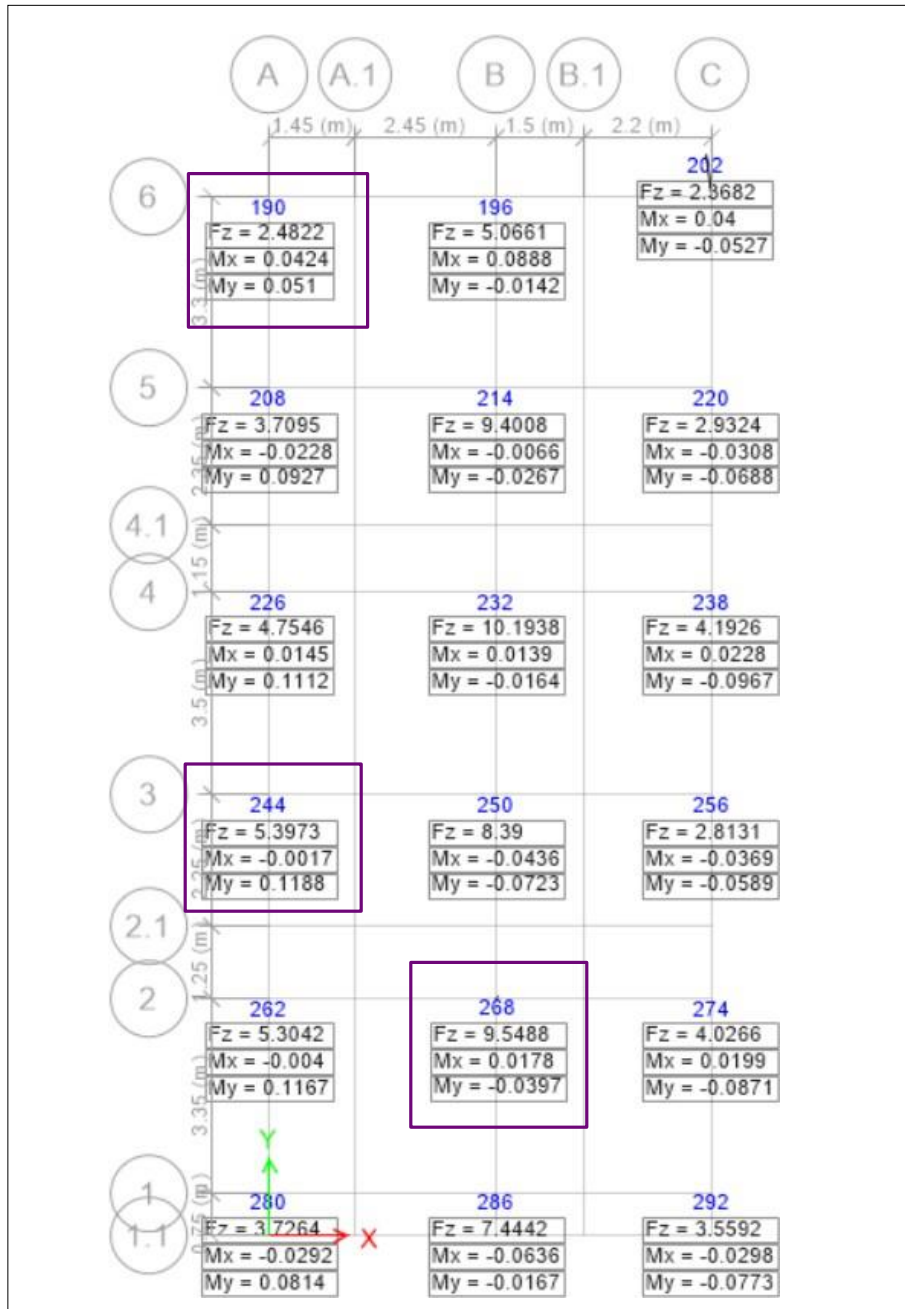


Figura 24. Esfuerzos en la cimentación producidos por la carga viva
 Elaborado por: Velásquez, J

1.15 Modelo 3D

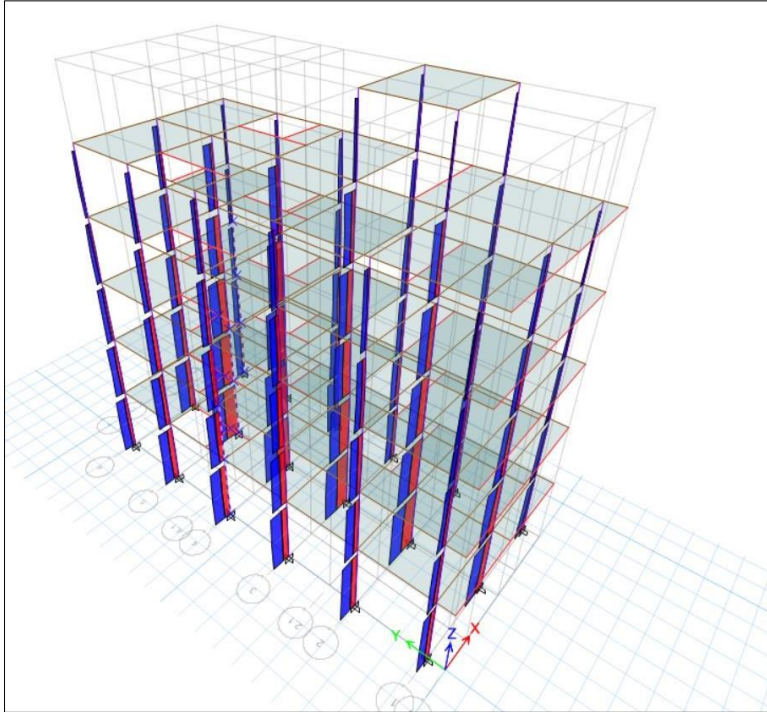


Figura 25. Carga axial
Elaborado por: Velásquez, J

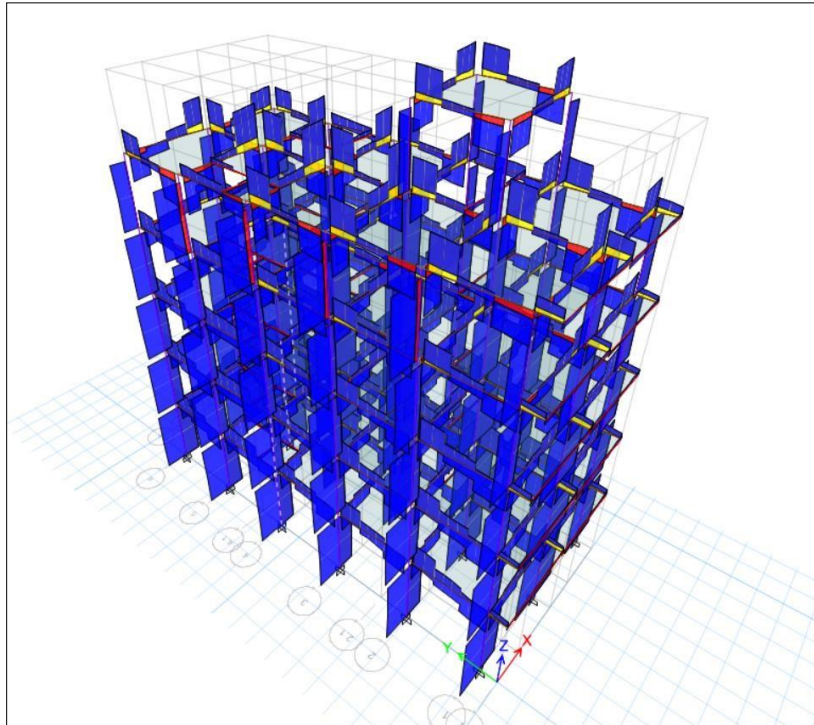


Figura 26. Esfuerzo cortante
Elaborado por: Velásquez, J

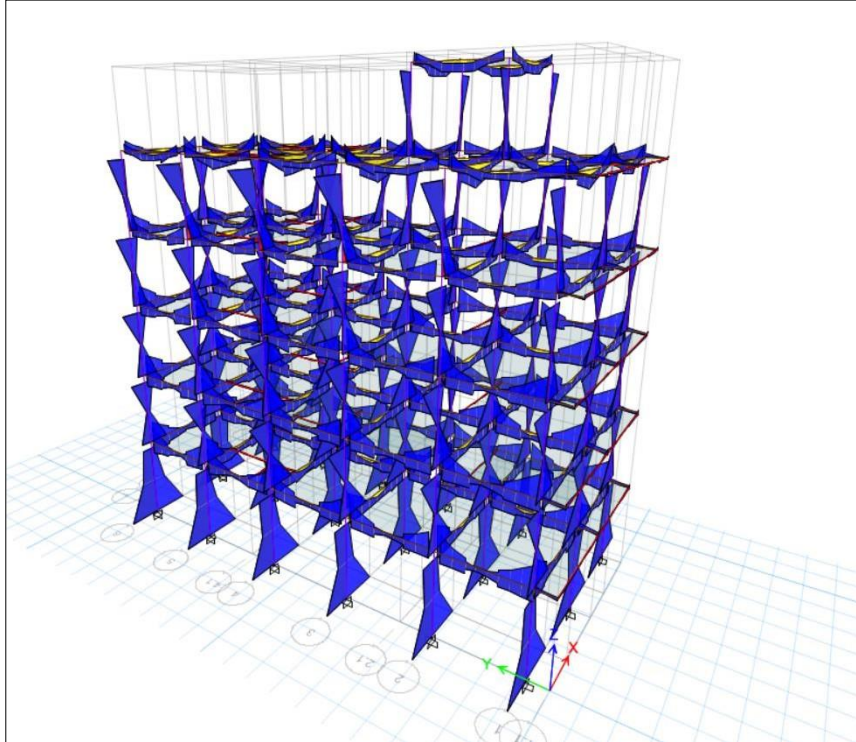


Figura 27. Momento flector
Elaborado por: Velásquez, J

1.16 Diseño de los elementos estructurales

1.16.1 Diseño de vigas

1.16.1.1 Diseño a Flexión

Las vigas son elementos que se espera se agoten por flexión, evitando siempre que se agoten por corte; por ende, el área de acero longitudinal debe proporcionar ductilidad a la viga para que pueda fluir por flexión.

Para realizar este diseño se siguen las recomendaciones de la NEC-SE-HM, de esta manera se deben tener en cuenta dos consideraciones básicas para el cálculo del refuerzo longitudinal, ya que el área del acero de diseño debe estar limitado por las siguientes expresiones:

Área de acero mínima

$$As_{min} = \frac{1.4 * b * d}{Fy}$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{f'c} * b * d}{4 * Fy}$$

Donde:

As min: Área de acero
mínima.

b: Base de la sección

d: Longitud desde el centroide del acero de refuerzo hasta la fibra extrema en
compresión.

Se escoge el mayor entre los dos.

Cantidad de Acero

$$As = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * k * d * Fy}} \right)$$

$$k = \frac{0.85 * f'c * b * d}{Fy}$$

Donde:

Mu: Momento flector
ultimo

ϕ : 0.9

$$As > As_{min}$$

Cuantía Máxima de Refuerzo

$$\rho_{max} = 0.5\rho_b$$

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{E_s} * \frac{0.003}{E_s + 0.003}$$

Donde:

ρ_b : Cuantía balanceada de la sección

E_s : Modulo de elasticidad del acero de refuerzo

β_1 : 0.85

NEC-SE-HM

Cuantía de acero

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

$$\rho < \rho_{max}$$

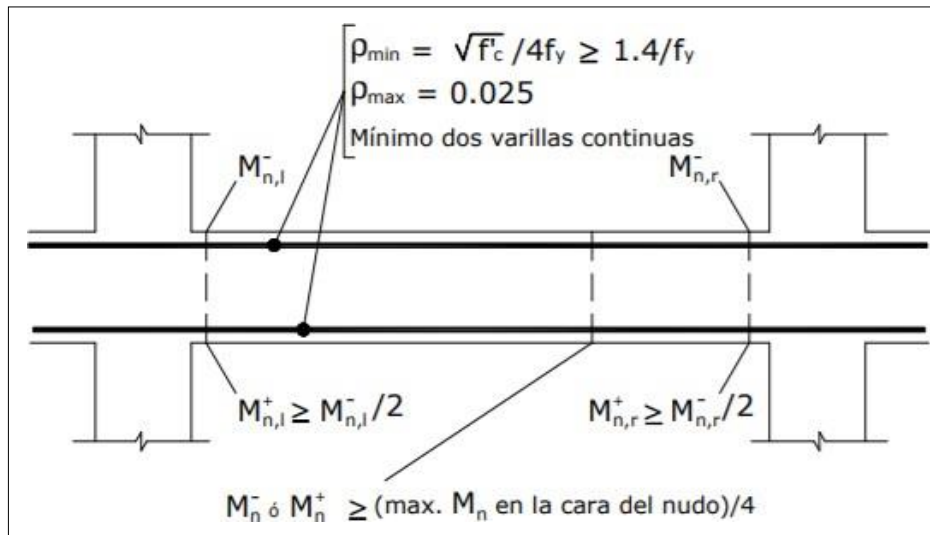


Figura 28. Requisitos del refuerzo longitudinal en elementos a flexión
Fuente: NEC Estructuras de hormigón armado

El diseño se realizó para la viga más desfavorable y de mayor longitud. En este proyecto es la viga que se encuentra en el eje 5 del segundo piso como se indica en la figura 28.

Para realizar el cálculo determinamos el Momento $Mu (-) = 3.42 \text{ T.m}$ y el Momento $Mu (+) = 1.71 \text{ T.m}$ calculado por el programa Etabs V18 y aplicamos las fórmulas antes descritas.

Tabla 26. Cálculo de acero superior y acero mínimo
Elaborado por: Velásquez, J

CALCULO DE ACERO EN VIGA A FLEXION						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		COMPROBACION DE ACERO MINIMO		
Mu(-)	3.4239	T.m	Etabs	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
F'c	240	kg/cm2		F'c	240	kg/cm2
h	0.30	m		Fy	4200	kg/cm2
r	0.04	m		b	0.25	m
b	0.25	m		d	0.26	m
d	0.26	m		As min	2.17	cm2
Fy	4200	kg/cm2		As min	1.90	cm2
Φ	0.9			ESCOJO Asmin	2.17	cm2
k	31.57					
As	3.70	cm2		As >As min	CUMPLE	
ρ	0.005693	Cuántia de acero				

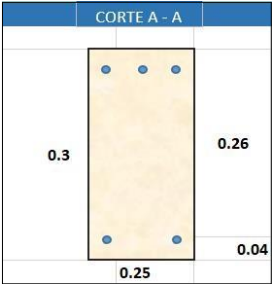
Tabla 27. Cálculo de acero inferior y acero mínimo
Elaborado por: Velásquez, J

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		COMPROBACION DE ACERO MINIMO		
Mu(+)	1.7120	T.m	Etabs	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
F'c	240	kg/cm2		F'c	240	kg/cm2
h	0.30	m		Fy	4200	kg/cm2
r	0.04	m		b	0.25	m
b	0.25	m		d	0.26	m
d	0.26	m		As min	2.17	cm2
Fy	4200	kg/cm2		As min	1.90	cm2
Φ	0.9			ESCOJO Asmin	2.17	cm2
k	31.57					
As	1.79	cm2		As >As min	NO CUMPLE	TOMO EL MIN
ρ	0.002758	Cuántia de acero				

Se determinó que en la parte superior se necesita acero de refuerzo por lo que se colocó una varilla de 14mm que irá a una longitud igual a $L/4$. En la siguiente tabla se detalla el diámetro y número de varillas en la sección de viga 30x25 cm en la parte frontal de la estructura.

Tabla 28. Cálculo de cantidad varilla en sección
Elaborado por: Velásquez, J

CANTIDAD DE VARILLA EN SECCION			
	# DE VARILLAS	Ø (mm)	AREA cm2
A.SUPERIOR	2	14	3.08
A. Refuerzo	1	14	1.54
	AREA TOTAL EN BARRAS		4.62
	Usar 2Ø14 + 1Ø14		
A.INFERIOR	2	14	3.08
A. Refuerzo	0	14	0.00
	AREA TOTAL EN BARRAS		3.08
	Usar 2Ø14		



Comparación cálculo manual de viga a flexión con resultados de Etabs V18

Se determinó la cantidad de acero necesario mediante el programa de análisis estructural, el cual indica la cantidad de acero de refuerzo en la parte superior e inferior del elemento. Se puede observar que la cantidad de acero necesario en la viga coincide con el acero calculado manualmente.

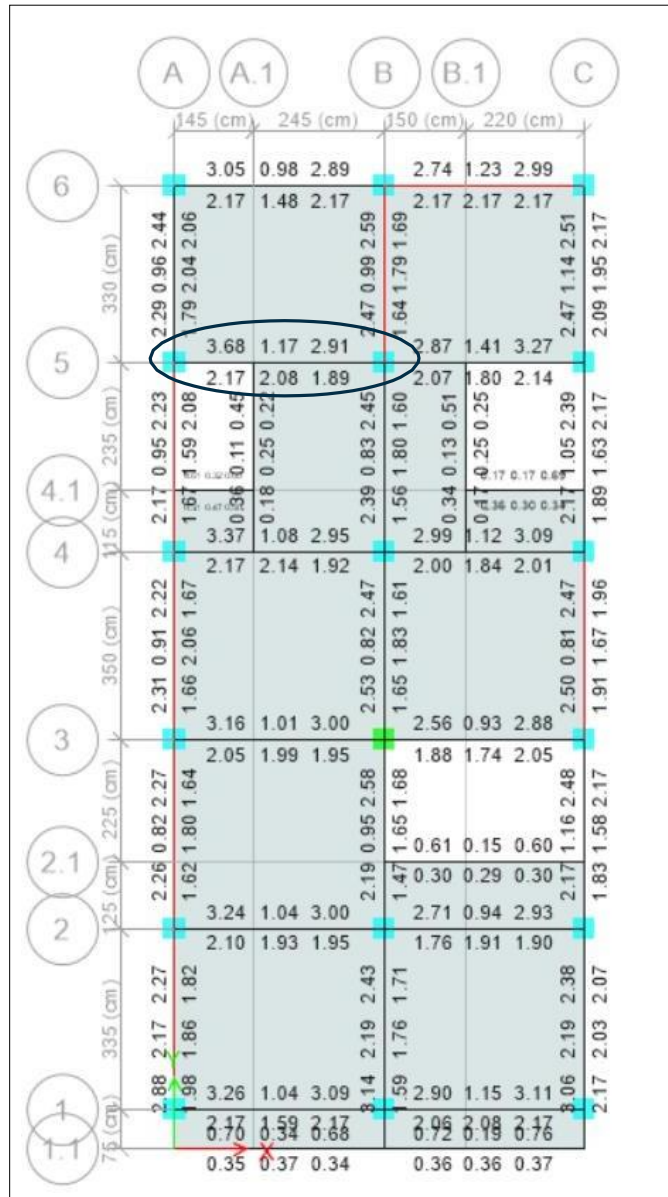


Figura 29. Cálculo de acero en viga por programa Etabs V18
 Elaborado por: Velásquez, J

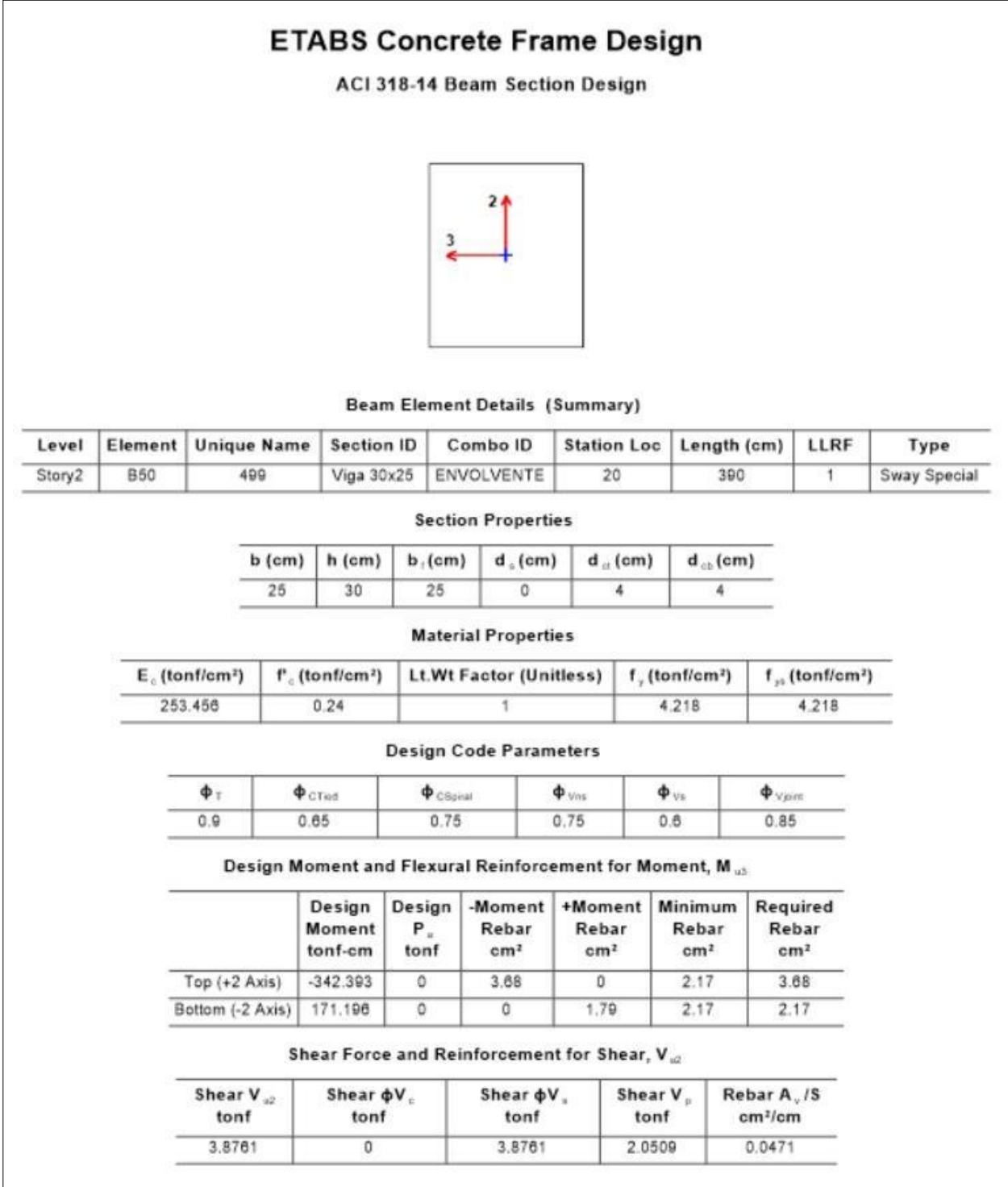


Figura 30. Detalle de cálculo de acero en viga por programa Etabs V18
Elaborado por: Velásquez, J

Para el caso de las vigas de 20x20 cm se usó la cantidad de acero mínima debido a que son vigas secundarias que soportan cargas menores.

1.16.1.2 Diseño a corte

En vigas de hormigón armado se presentan dos maneras para poder resistir el corte. La primera es la resistencia que presenta solo el hormigón y la segunda es la resistencia que presenta el acero transversal o diagonal.

Por ello la resistencia nominal viene dado por la siguiente expresión:

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde:

V_n : Resistencia nominal al cortante

V_c : Resistencia nominal al cortante proporcionada por el hormigón, siendo ésta $V_c: 0.17\sqrt{f'_c}$ [MPa]

V_s : Resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

Requisitos para corte [NEC-SE-HM, 5.1.1]

$$V_u < \phi V_n$$

Donde:

V_u : Esfuerzo de corte solicitante mayorado en la sección

V_n : Resistencia nominal a cortante de la viga de hormigón armado.

ϕ : Factor de reducción de resistencia a cortante, cuyo valor para la NEC-SE-HM, 3.3.4 y el ACI 21.2.1 es de 0.75

Diseño a corte de la viga

Usualmente se determina el valor del acero requerido por cortante con la siguiente expresión:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_u - V_c}{\phi F_y * d}$$

Para el diseño de corte se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones que estipula el ACI 2014, capítulo 18, estructuras sismo resistentes. Para el diseño se usaron los siguientes datos:

$$\phi \text{ Estribo} = 10 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ Varilla longitudinal} = 14 \text{ mm}$$

El espaciamiento, “S”, de los estribos requeridos por la norma ACI 18.4.2.4, nos indica que:

El primer estribo no debe estar a más de 50 mm de la cara del miembro de apoyo.

El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de:

$$s = \frac{d}{4}$$

$$s = 6 * \phi \text{ varilla longitudinal}$$

$$s = 200 \text{ mm}$$

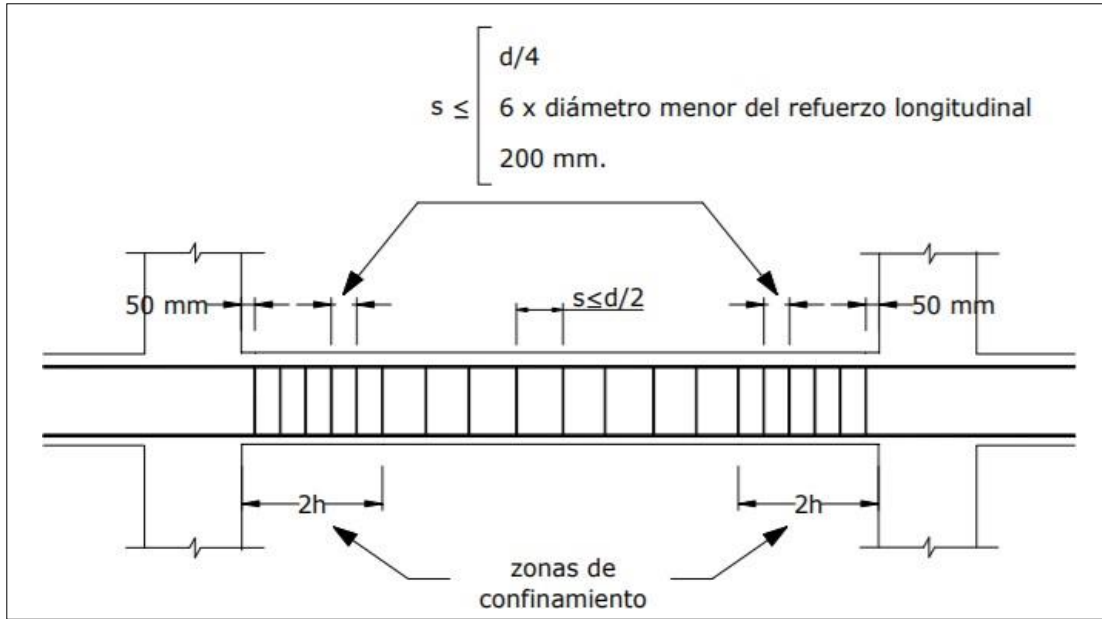


Figura 31. Separación de estribos
Fuente: NEC Estructuras de hormigón armado

En nuestro análisis obtuvimos la siguiente distribución de estribos:

Tabla 29. Distribución de estribos
Elaborado por: Velásquez, J

CALCULO DE ACERO EN VIGA A CORTE							
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	Descripción	formula	Calculo	unidad	utilizar
h	0.30	m	confina.	$2 \cdot h$	0.6	m	0.60 m
b	0.25	m		$Ln/3$	1.3	m	
r	0.04	m	So laterales	$d/4$	7	cm	7 cm
d	0.26	m		$6 \times \emptyset \text{ min-long}$	8.4	cm	
Ln	3.9	m	S centros	200	20	cm	13 cm
				$d/2$	13	cm	
				$8 \times \emptyset \text{ min-long}$	11	cm	

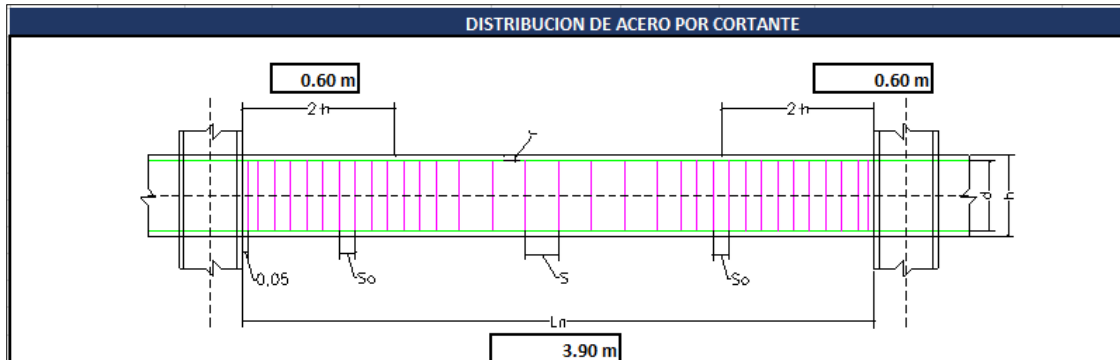


Figura 32. Detalle de estribos
Elaborado por: Velásquez, J

En el anexo 2 se puede verificar que la cantidad de acero y el espaciamiento cumplen con las comprobaciones para el diseño a corte.

1.17 Diseño de Columnas

1.17.1 Diseño a Flexo- Compresión

Las secciones de columnas están gobernadas por los momentos de la envolvente de diseño del modelo con diafragmas de losa, puesto que este modelo genera que las columnas absorban mayor cantidad de momento.

El diseño a flexo-compresión, se lo realiza mediante diagramas de interacción (representan la capacidad inherente a la columna) y con los datos de momento flector y carga axial que provienen de la envolvente de diseño que se calcula en software Etabs V18.

En las siguientes figuras se expone la comprobación entre la capacidad (diagrama de interacción) y las solicitaciones (momento y carga axial), y se observa que la capacidad es mayor a las solicitaciones, por lo tanto, es suficiente la sección y armado propuesto y se procede a calcular el refuerzo transversal.

SENTIDO "X"

Tabla 30. Datos de la curva de interacción (0 grados)
 Elaborado por: Velásquez, J

Point	M3 (Tn.m)	P (Tn)
1	0	208.2799
2	6.2023	208.2799
3	9.7082	191.5457
4	12.3862	161.1076
5	14.1961	128.4445
6	15.3735	90.6578
7	16.9123	76.6704
8	17.384	53.6265
9	13.0132	12.9145
10	6.0161	-35.0884
11	0	-70.1152

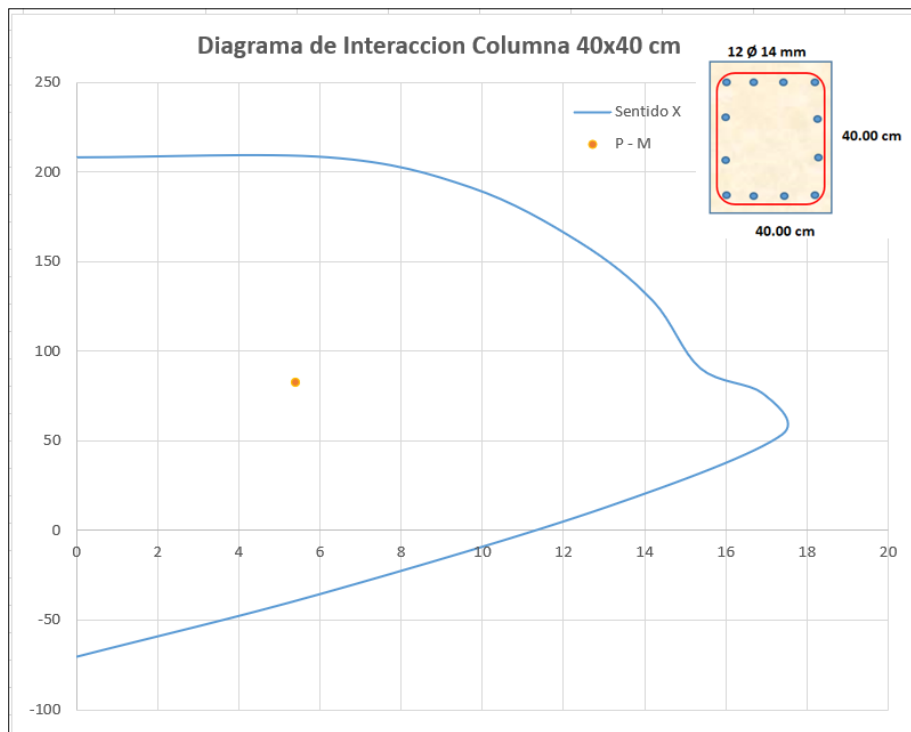


Figura 33. Diagrama de interacción sentido "X"
 Elaborado por: Velásquez, J

SENTIDO "Y"

Tabla 31. Datos de la curva de interacción (90 grados)
Elaborado por: Velásquez, J

Point	M2 (Tn.m)	P (Tn)
1	0	208.2799
2	6.2023	208.2799
3	9.7082	191.5457
4	12.3862	161.1076
5	14.1961	128.4445
6	15.3735	90.6578
7	16.9123	76.6704
8	17.384	53.6265
9	13.0132	12.9145
10	6.0161	-35.0884
11	0	-70.1152

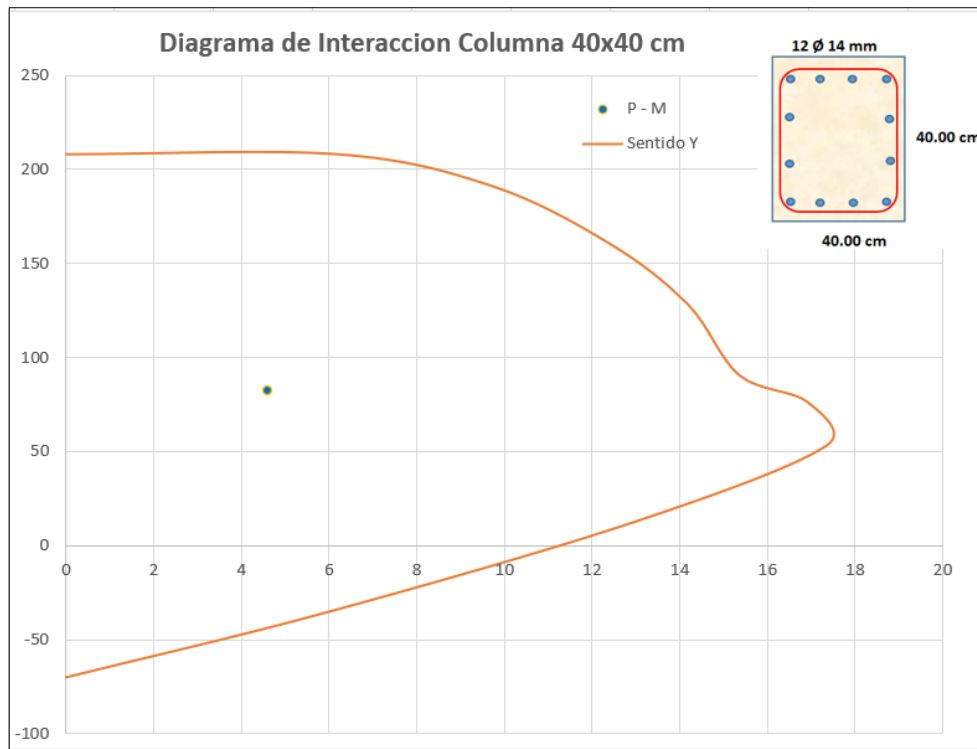


Figura 34. Diagrama de interacción sentido "Y"
Elaborado por: Velásquez, J

También se puede verificar el diseño a flexo- compresión comprobando que la cuantía de acero se encuentre dentro de la cuantía mínima utilizada en las columnas del 1% y la máxima del 3 %, de acuerdo a las recomendaciones del ACI y la Norma Ecuatoriana de la Construcción para diseño sismo-resistente.

Para ello se calcula la cantidad mínima de acero para posteriormente encontrar la cuantía mediante las siguientes expresiones:

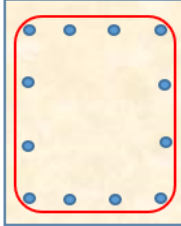
$$A_{smin} = 0.01 \cdot b \cdot h$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot h}$$

$$1\% \leq \rho \leq 3\%$$

Tabla 32. Cálculo de acero mínimo y cuantías mínimas
Elaborado por: Velásquez, J

CALCULO ACERO MINIMO		Cuantias minimas y maximas para refuerzo en colum		
b	40.00 cm	$A_{s,max} = 0,025a \cdot t \text{ si } F_c' < 280$ $A_{s,min} \geq 0,01a \cdot t$		
t	40.00 cm			
FY	4200			
ASMIN	16.00 cm ²			
ASMAX	40.00 cm ²			
		# BARRAS	Ø	AREA
ESQUINAS		4	14	6.2 cm ²
CARAS		8	14	12.3 cm ²
ACERO TOTAL EN BARRAS				18.47
				CUMPLE!!
Usar en las esquinas 4Ø14		mm		
Usar en las caras 8Ø14		mm		



40.00 cm

40.00 cm

Tabla 33. Comprobación de la cuantía de refuerzo
Elaborado por: Velásquez, J

CUANTIA DE REFUERZO			
ρ	0.0115	≥ 0.1	CUMPLE
ρ	0.0115	≤ 0.3	CUMPLE

La cuantía obtenida es igual a 1.15% es decir cumple con la norma y por tanto la sección y el armado son suficientes para soportar las solicitaciones de la columna.

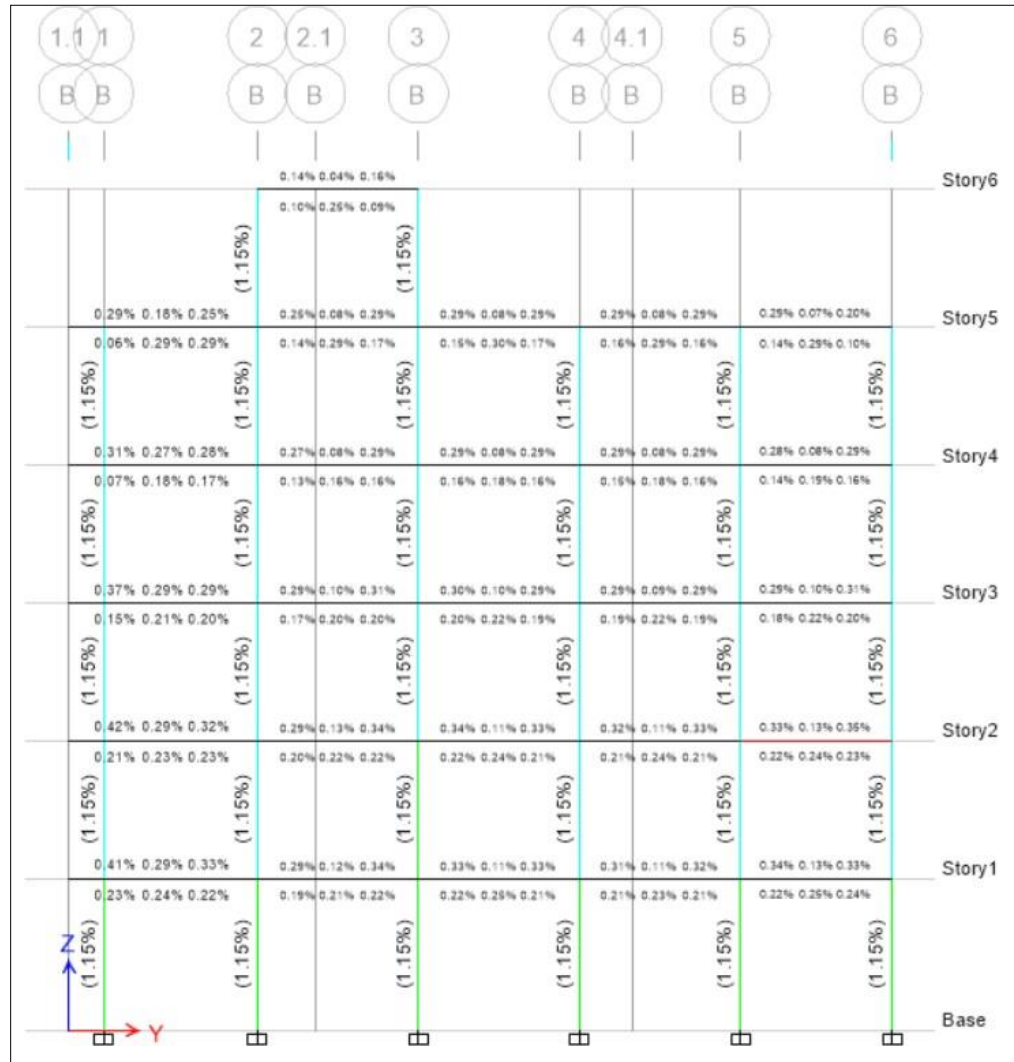


Figura 35. Cuantía de refuerzo (Etabs V18)
Elaborado por: Velásquez, J

1.17.2 Diseño de refuerzo transversal

Este tipo de refuerzo es el encargado de resistir el corte actuante en toda la altura de la columna y proporcionar el suficiente confinamiento a la misma.

Dentro de este procedimiento se deben establecer los espaciamientos entre estribos y la longitud L_o , que es la longitud donde se espera exista fluencia de los elementos.

Longitud de confinamiento (L_o)

$$L_o \geq \frac{h_n}{6}$$

$$L_o \geq h_c$$

$$L_o \geq 450 \text{ mm}$$

Separación entre estribos lateral (so)

$$s_o \leq 100 \text{ mm}$$

$$s_o \leq 6 * \emptyset \text{ refuerzo longitudinal menor}$$

Separación entre estribos parte central (s)

$$s \leq 150 \text{ mm}$$

$$s \leq 6 * \emptyset \text{ refuerzo longitudinal menor}$$

La siguiente figura representa las especificaciones para el refuerzo transversal indicadas por la norma.

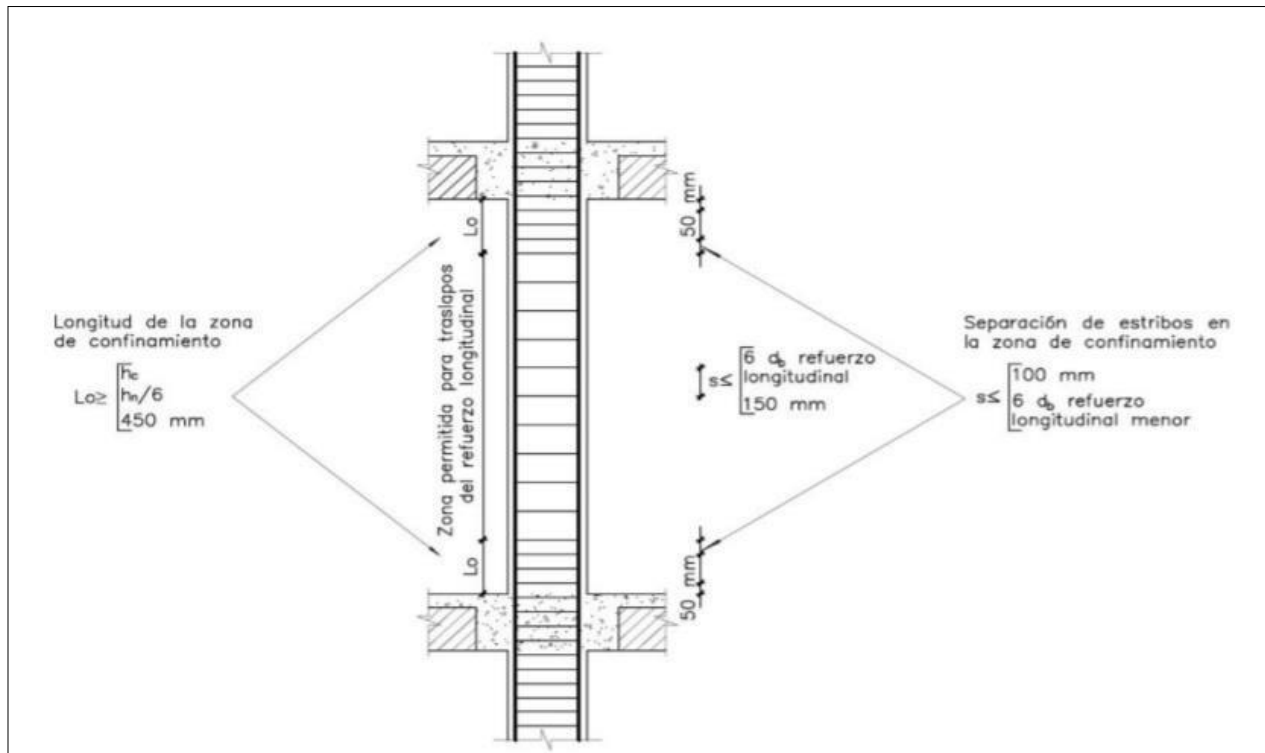


Figura 36. Separación de estribos
Fuente: NEC Estructuras de hormigón armado

En nuestro análisis obtuvimos la siguiente distribución de estribos:

Tabla 34. Longitud de confinamiento y separación entre estribos de la columna
Elaborado por: Velásquez, J

DISTRIBUCION DE ESTRIBOS EN COLUMNA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	Descripcion	formula	Calculo	Asumo
hc	40.00 cm	confina. $Lo \geq$	$hn/6$	55.00 cm	0.55 m
t	40.00 cm		hc	40.00 cm	
Hn	3.30 m		450 mm	45.00 cm	
		So ≤	6x∅ min-l	8.40 cm	8.00 cm
			100mm	10.00 cm	
		S ≤	6x∅ min-l	8.40 cm	8.00 cm
			150mm	15.00 cm	

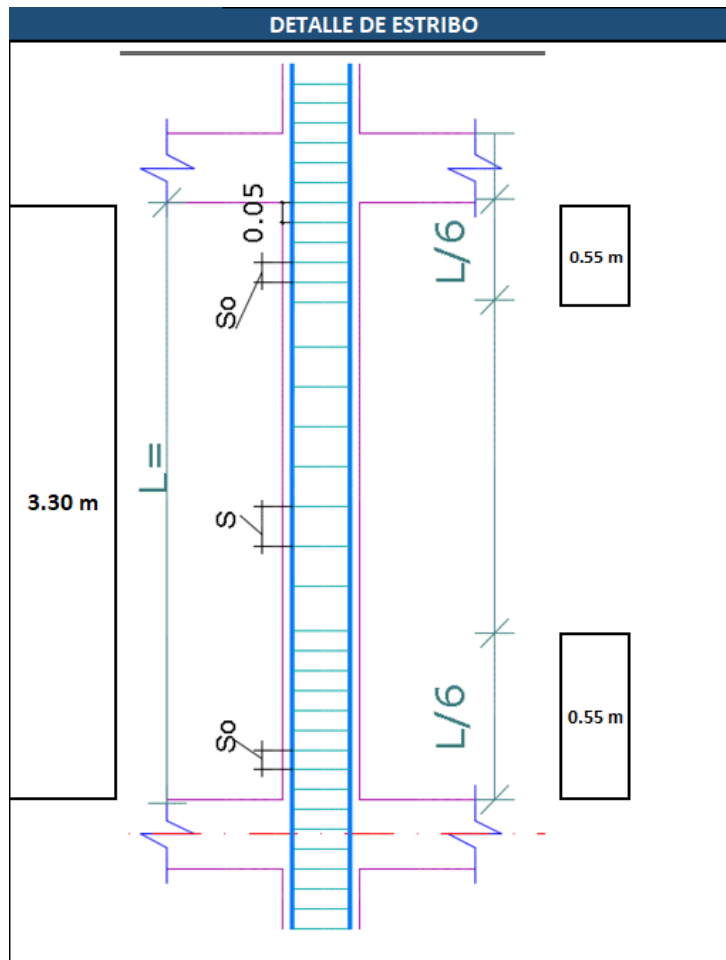


Figura 37. Distribución de estribos en columna
Elaborado por: Velásquez, J

1.18 Diseño de losa aligerada

1.18.1 Diseño de losa a Flexión

Para diseñar el acero requerido para resistir los momentos flectores, se usó el programa Etabs V18. Las viguetas se consideran como vigas rectangulares, teniendo en cuenta que para hallar el acero a tracción se consideran secciones rectangulares de 50 x 20 cm y para hallar el acero a compresión se consideran secciones rectangulares de 10 x 20 cm, verificando que la compresión no pase del ala, es decir que la altura del rectángulo en compresión sea menor que 5 cm. En caso de que sea mayor a la altura del ala se analizará como viga T.

Acero a Tracción

Tabla 35. Cálculo de acero a tracción en vigueta

Elaborado por: Velásquez, J

CALCULO DE ACERO EN VIGA A FLEXION						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	Etabs	COMPROBACION DE ACERO MINIMO		
Mu(-)	0.6830	T.m		DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
F'c	240	kg/cm2		F'c	240	kg/cm2
h	0.20	m		Fy	4200	kg/cm2
b	0.50	m		bw	0.1	m
r	0.02	m		d	0.18	m
t	0.05	m		As min	0.60	cm2
bw	0.1	m		As min	0.52	cm2
d	0.18	m		ESCOJO Asmin	0.60	cm2
Fy	4200	kg/cm2		As >As min		
Φ	0.9			CUMPLE		
β	0.85					
k	43.71					
As	1.02	cm2				
ρ	0.005642	Cuantia de acero				

Acero a Compresión

Tabla 36. Cálculo de acero a compresión en vigueta
Elaborado por: Velásquez, J

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	Etabs	COMPROBACION DE ACERO MINIMO		
Mu(+)	0.3415	T.m		DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
F'c	240	kg/cm2		F'c	240	kg/cm2
h	0.20	m		Fy	4200	kg/cm2
b	0.10	m		bw	0.1	m
r	0.02	m		d	0.18	m
t	0.05	m		As min	0.60	cm2
bw	0.1	m		As min	0.52	cm2
d	0.18	m		ESCOJO Asmin	0.60	cm2
Fy	4200	kg/cm2		As >As min NO CUMPLE TOMO EL MIN		
Φ	0.9					
β	0.85					
k	8.74					
As	0.52	cm2				
ρ	0.002873	Cuantía de acero				
Posicion del Eje Neutro						
T	2172.28	kg				
Cc	2172.28	kg				
a	1.06	cm				
c	1.25	cm	SE ANALIZA COMO VIGA RECTANGULAR			

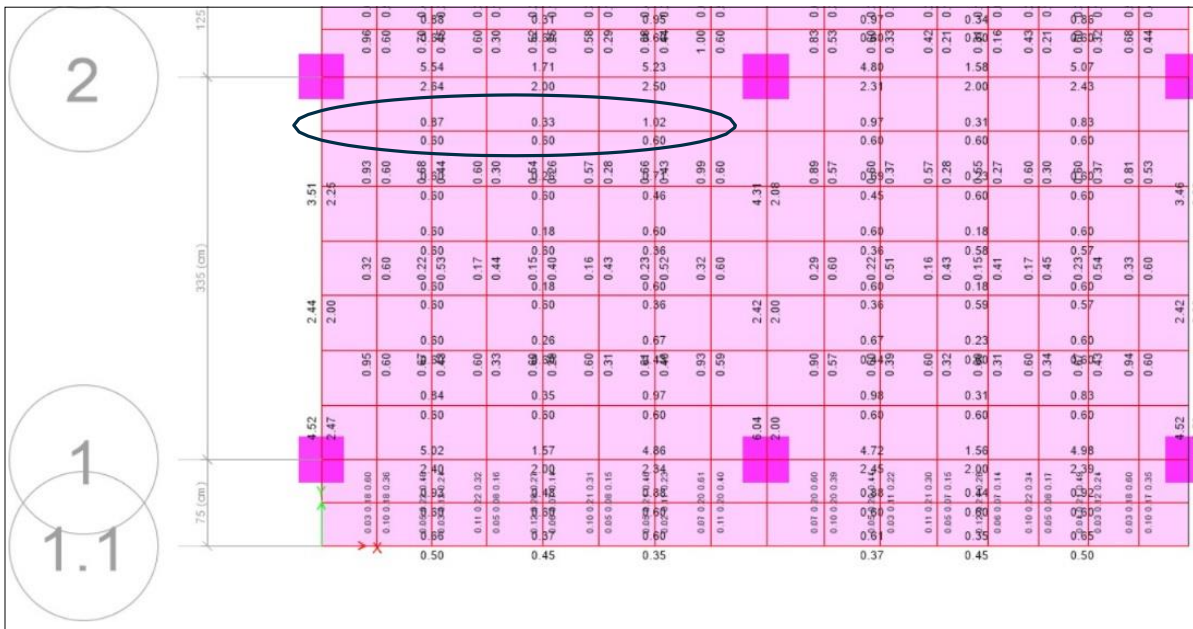


Figura 38. Distribución de acero en losa aligerada (Etabs V18) Nota: la figura se recortó para mejor visualización

Elaborado por: Velásquez, J

1.19 Diseño de Cimentaciones

Para el diseño de la cimentación del proyecto, se consideró un esfuerzo del suelo $q_a = 20 \text{ T/m}^2$; la resistencia última del hormigón es 240 Kg/cm^2 , el esfuerzo de fluencia del acero es $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y el nivel de cimentación es 1.50 m por debajo de la superficie del suelo. Se diseñó como solución de cimentación el uso de zapatas aisladas, de acuerdo a lo especificado por el estudio de suelos.

1.19.1 Dimensionamiento de la superficie de contacto entre el plinto y el suelo de soporte

Los estados de carga de servicio ($S = D + L$) se utilizan para dimensionar la superficie de contacto entre el plinto y el suelo de soporte, debido a que la resistencia del suelo se la cuantifica mediante esfuerzos admisibles.

Para calcular la sección transversal requerida usamos la siguiente expresión:

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

Las excentricidades de carga son iguales a:

$$e_x = \frac{M_y}{P}$$

$$e_y = \frac{M_x}{P}$$

Se verifica si la carga está ubicada en el tercio medio de la cimentación:

$$e_x < \frac{b}{6}$$

$$e_y < \frac{L}{6}$$

Donde:

A: Sección transversal de cimentación

P: Carga de servicio

qa: esfuerzo admisible del suelo

Mx: Momento en dirección x

My: Momento en dirección

y b: ancho de la zapata

L: largo de la zapata

Si se supone que el suelo trabaja con un comportamiento elástico, y debido a que la carga se encuentra en el tercio medio de la cimentación, puede aplicarse la siguiente expresión para calcular el esfuerzo máximo en el suelo:

$$q_{max} = \frac{P}{A} \left| 1 + \frac{6ex}{b} + \frac{6ey}{L} \right|$$

Si el esfuerzo máximo es mayor al admisible se debe incrementar la sección transversal de cimentación.

1.19.2 Diagrama de reacciones del suelo de cimentación bajo cargas últimas:

Los estados de carga últimos ($U = 1.4D + 1.7L$) se emplean 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.

Las excentricidades de cargas últimas son:

$$e_x = \frac{M_{uy}}{P_u}$$

$$e_y = \frac{M_{ux}}{P_u}$$

La carga está ubicada en el tercio medio de la cimentación, por lo que los cuatro esfuerzos últimos que definen el volumen de reacciones del suelo se pueden calcular mediante las siguientes expresiones:

$$q_1 = \frac{P}{A} \left| 1 + \frac{6ex}{b} + \frac{6ey}{L} \right|$$

$$q_2 = \frac{P}{A} \left| 1 - \frac{6ex}{b} + \frac{6ey}{L} \right|$$

$$q_3 = \frac{P}{A} \left| 1 + \frac{6ex}{b} - \frac{6ey}{L} \right|$$

$$q_4 = \frac{P}{A} \left| 1 - \frac{6ex}{b} - \frac{6ey}{L} \right|$$

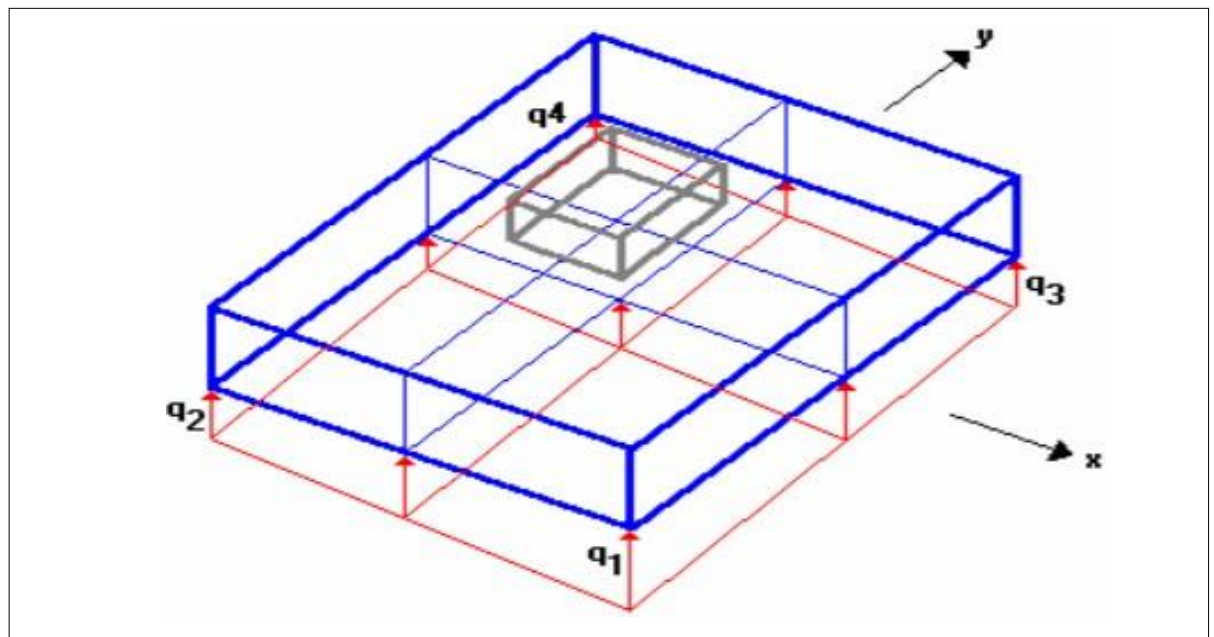


Figura 39. Esfuerzos últimos de reacciones de suelo
Fuente: Romo, 2008

1.19.3 Diseño a Cortante Tipo Viga

El peralte de los plintos está definido por su capacidad resistente a cortante tipo viga y a cortante por punzonamiento. Para ambos casos se utilizan los estados de carga últimos.

En el proyecto se asumió una altura tentativa de 40 cm 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 (se ha supuesto un recubrimiento mínimo de 7.5 cm para el acero, y un diámetro aproximado de las varillas de refuerzo en las dos direcciones del orden de 15 mm).

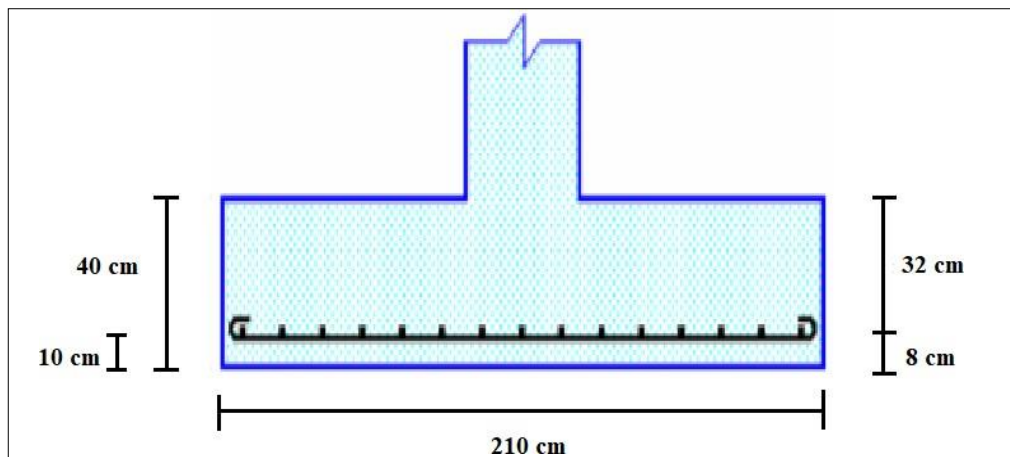


Figura 40. Detalle del plinto
Elaborado por: Velásquez, J

La sección crítica al cortante tipo viga de este proyecto se encuentra a 30 cm (dx) de la cara de la columna en la dirección X, y a 32 cm (dy) de la cara de la columna en la dirección Y, en las dos orientaciones básicas, hacia el lado en que están presentes los esfuerzos máximos.

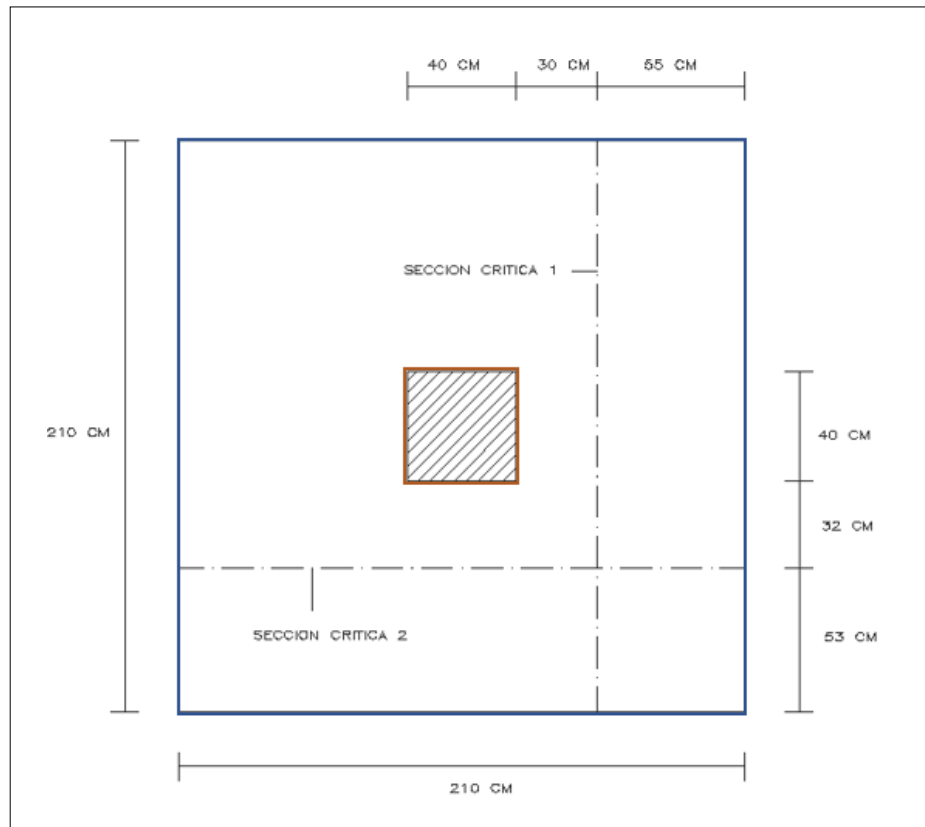


Figura 41. Sección crítica a cortante
Elaborado por: Velásquez, J

Diseño en la Dirección X

La variación lineal de los esfuerzos de reacción del suelo, y el hecho de que la carga está ubicada en el tercio medio de la cimentación, determina que el promedio de todos los esfuerzos del suelo en la dirección X sean los esfuerzos sobre el eje centroidal, en dicha dirección.

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

$$q_{min} = \frac{P}{A} \left[1 - \frac{6ex}{b} \right]$$

La fuerza cortante que actúa sobre la sección crítica es:

$$V_u = \left(\frac{q_{max} - q}{2} \right) * \left(\left(\frac{b - b_{columna}}{2} \right) - dx \right) * L$$

El esfuerzo cortante que actúa sobre la sección es:

$$v_u = \frac{V_u}{\emptyset * L * dx}$$

$$\emptyset = 0.85$$

El esfuerzo de corte que es capaz de resistir el hormigón es:

$$V_{cu} = 0.53 * \sqrt{f'_c}$$

$$v_u < V_{cu}$$

El esfuerzo de corte solicitante debe ser inferior a la capacidad resistente del hormigón, para que el peralte de la zapata sea aceptable para la sollicitación analizada.

Diseño en la Dirección Y

Los esfuerzos de reacción del suelo sobre el eje centroidal en la dirección Y son:

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

$$q_{min} = \frac{P}{A} \left[1 - \frac{6ey}{L} \right]$$

La fuerza cortante que actúa sobre la sección crítica es:

$$V_u = \left(\frac{q_{max} - q}{2} \right) * \left(\left(\frac{L - L_{columna}}{2} \right) - dy \right) * b$$

El esfuerzo cortante que actúa sobre la sección es:

$$v_u = \frac{V_u}{\emptyset * b * dy}$$

El esfuerzo de corte que es capaz de resistir el hormigón es:

$$V_{cu} = 0.53 * \sqrt{f'_c}$$

$$v_u < V_{cu}$$

1.19.4 Diseño a Cortante por Punzonamiento

La sección crítica a punzonamiento se sitúa alrededor de la columna con una separación de $d/2$ de sus caras (15 cm en la dirección X, y 16 cm en la dirección Y para el edificio en estudio).

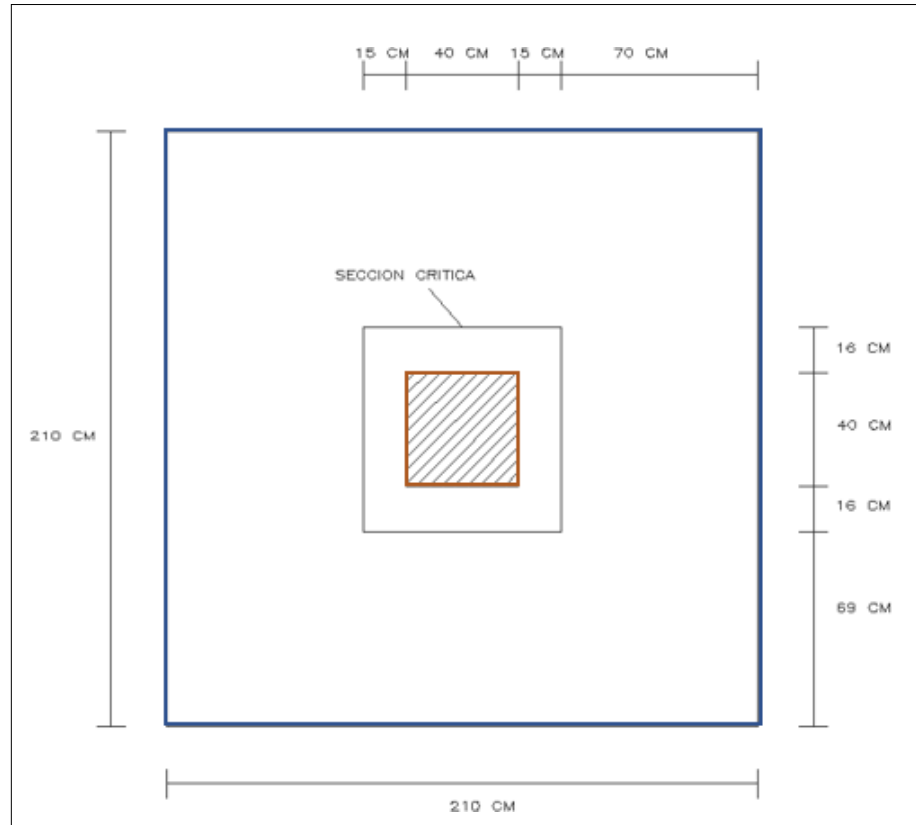


Figura 42. Sección crítica por punzonamiento
Elaborado por: Velásquez,

La variación lineal de los esfuerzos de reacción del suelo, y el hecho de que la carga está ubicada en el tercio medio de la cimentación, determina que el promedio de todos los esfuerzos del suelo de cualquier sección cuyo centroide coincida con el centroide del plinto, sea el esfuerzo centroidal.

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

La fuerza cortante que actúa sobre la sección crítica es:

$$Vu = (\bar{q}) * [(b * L) - ((bcolumna + dx + dx) * (Lcolumna + dy + dy))]$$

El esfuerzo cortante por punzonamiento que actúa sobre la sección es:

$$vu = \frac{Vu}{\emptyset * b * d}$$

El esfuerzo resistente a corte por punzonamiento es:

$$Vcu = 1.06 * \sqrt{f'c}$$

$$vu < Vcu$$

1.19.5 Diseño a Flexión

Las secciones críticas de diseño a flexión en las dos direcciones principales se ubican en las caras de la columna.

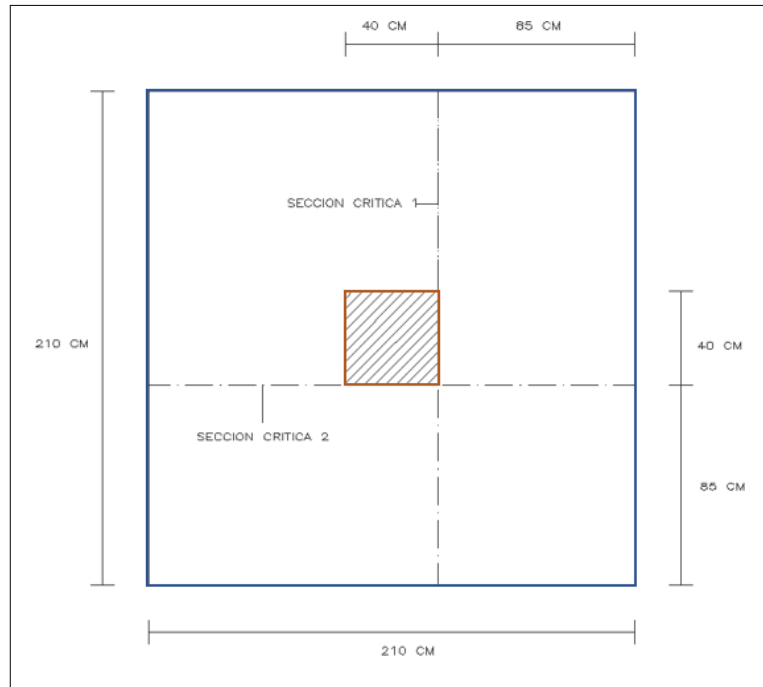


Figura 43. Sección crítica por flexión
Elaborado por: Velásquez, J

Diseño a Flexión en la Dirección X

El refuerzo requerido por flexión será mayor en la franja en que se encuentra el máximo esfuerzo espacial de reacción del suelo ($q_1 \Leftrightarrow q_2$).

Para un ancho de diseño de 100 cm, se tiene la siguiente expresión para calcular el momento flector en la zona crítica:

$$M_u = \left[\frac{q_1 \cdot l \cdot \left(\frac{b - b_{columna}}{2} \right)^2}{2} + \left(\frac{((q_1 - q_2) \cdot \left(\frac{b - b_{columna}}{2} \right))}{2} * \frac{2 * \left(\frac{b - b_{columna}}{2} \right)}{3} \right) \right] * 100$$

La sección de acero requerida, en la dirección X, para resistir el momento último en 100 cm de ancho es:

$$As = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * k * dx * Fy}} \right)$$

$$k = \frac{0.85 * f'c * b * dx}{Fy}$$

La cuantía mínima de armado a flexión es:

$$\rho_{min} = \frac{14}{Fy}$$

$$As_{min} = \rho_{min} * b * dx$$

Diseño a Flexión en la Dirección Y

El refuerzo requerido por flexión será mayor en la franja en que se encuentra el máximo esfuerzo espacial de reacción del suelo ($q_1 \Leftrightarrow q_3$).

Para un ancho de diseño de 100 cm, se tiene la siguiente expresión para calcular el momento flector en la zona crítica:

$$Mu = \left[\frac{\sigma * L * \left(\frac{L - L_{columna}}{2} \right)^2}{2} + \left(\frac{[(q_1 - q_3) * \left(\frac{L - L_{columna}}{2} \right)]}{2} * \frac{L - L_{columna}}{3} \right) \right] * 100$$

La sección de acero requerida, en la dirección Y, para resistir el momento último en 100 cm de ancho es:

$$A_s = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi * k * d_y * F_y}} \right)$$

$$k = \frac{0.85 * f'_c * b * d_y}{F_y}$$

La cuantía mínima de armado a flexión es:

$$\rho_{min} = \frac{14}{F_y}$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d_y$$

Los resultados obtenidos del diseño de las zapatas se pueden observar en el Anexo 3.

1.20 Diseño de Nudos

1.20.1 Comprobación de columna fuerte- viga débil

Una de las hipótesis fundamentales del diseño sismo resistente, es lograr diseñar nudo fuerte que soporte las acciones provenientes de un evento sísmico, en el cual la columna sea fuerte y la viga débil ante los efectos de flexión; además se debe diseñar para asegurar que la formación de rotulas plásticas se formen en las vigas cuando la estructura se comporte inelásticamente.

Al analizar columna fuerte – viga débil con la ayuda del programa Etabs 18, comprobamos que cumple los momentos nominales de las columnas en un nudo que debe ser mayor de 6/5 de la suma de los momentos nominales de las vigas, esto para proveer de mayor resistencia a flexión en las columnas que en las vigas que forman el nudo.

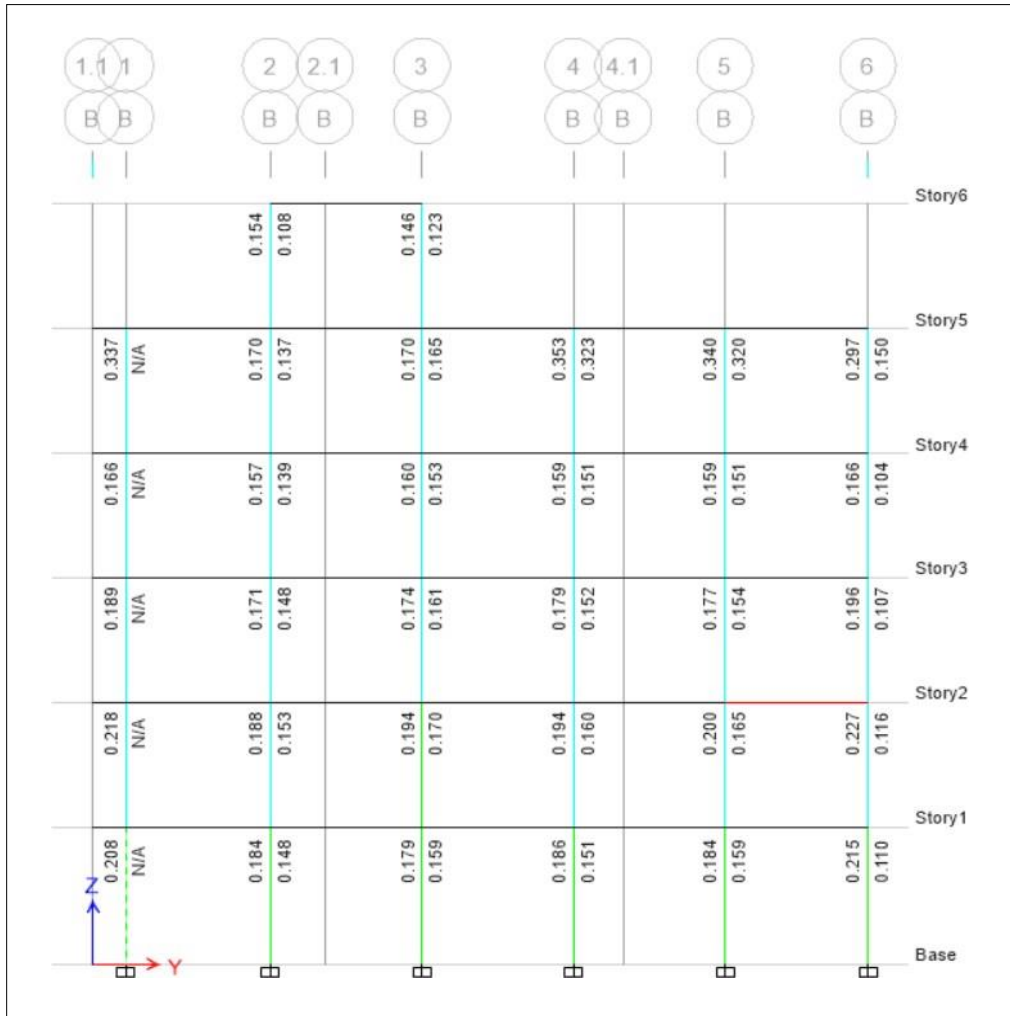


Figura 44. Comprobaciones columna fuerte-viga débil
Elaborado por: Velásquez, J

CAPÍTULO 2

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PARA UN EDIFICIO DE CINCO PLANTAS

2. 1 Antecedentes y generalidades del proyecto.

2.1.1 Clave catastral del predio:

El predio donde se construirá el proyecto, tiene el código catastral 1001038026000

2.1.2 Nombre del propietario:

El nombre del propietario es: Sra. ROSA TOLEDO LOPEZ.

2.1.3 Ubicación del proyecto:

El proyecto se encuentra ubicado en la Ciudad de Cuenca, Parroquia Huayna Cápac.



Figura 45. Sitio del proyecto
Fuente: Google Maps

2.2 Introducción

El capítulo presente contiene la memoria técnica – descriptiva, y los criterios de diseño aplicados para proyectar las instalaciones hidrosanitarias en la edificación, a través de los cálculos de agua fría y caliente, instalaciones de alcantarillado sanitario y pluvial.

2.3 Descripción general del proyecto

De acuerdo a lo señalado en los planos arquitectónicos, definiremos el número de piezas sanitarias para la edificación de acuerdo a la actividad a desarrollarse, funcionando en cada planta el sistema de agua potable fría y caliente, con un correspondiente sistema de drenaje de aguas servidas y aguas lluvias.

2.4 Generalidades

2.4.1 Estado Actual:

Como datos generales para el diseño tenemos lo siguiente:

Tabla 37. Cuadro de áreas m²
Elaborado por: Velásquez, J

PLANTAS	AREA
PLANTA BAJA	137.86
SEGUNDA PLANTA	135.09
TERCERA PLANTA	135.09
CUARTA PLANTA	135.09
QUINTA PLANTA	135.09
TOTAL	678.22

El predio consta con red matriz pública de agua potable y de alcantarillado.

2.5 Partes del proyecto

El diseño hidrosanitario del presente proyecto comprende los siguientes sistemas:

Sistema de Agua Fría

Sistema de Agua Caliente

Sistema de Alcantarillado Sanitario

Sistema de Alcantarillado Pluvial

Sistemas de Agua Fría

Las redes se diseñan de manera tal que aseguren los caudales necesarios para los diferentes aparatos y mantengan las velocidades requeridas que satisfagan la demanda existente.

2.5.1 Criterios de Diseño

Población de Diseño

Se calculó el número de dormitorios simples y dormitorios dobles por piso para calcular el número de habitantes en la edificación. Se consideró que por cada dormitorio simple existen 1.5 habitantes y por cada dormitorio doble existen 2.5 habitantes.

Tabla 38. Número de habitantes de la edificación
Elaborado por: Velásquez, J

PLANTA	DORMITORIOS SIMPLES	HAB	TOTAL	DORMITORIOS DOBLES	HAB	TOTAL	
PB	0	1.5	0	0	2.5	0	
P2	2	1.5	3	3	2.5	7.5	
P3	2	1.5	3	2	2.5	5	
P4	2	1.5	3	2	2.5	5	
P5	2	1.5	3	2	2.5	5	
			12			22.5	
TOTAL HAB						35	

Dotación

Para el cálculo de la demanda final del agua de la vivienda, se utilizó dotaciones de agua adecuadas para cada uno de los usos de los distintos aparatos sanitarios; para los cuales se adopta una dotación de 350 litros/Hab/día para la vivienda y para el salón de eventos una dotación de 40 litros/m² área útil/día, obtenidos de la Tabla 39.

Tabla 39. Dotaciones para edificaciones de uso específico

Fuente: Fuente: Norma NEC-11 capítulo 16

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en	L/ocupante/día	350 a 800

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
adelante		
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m ² área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

Caudal Medio Diario

Se estableció con base al volumen total consumido en un día en la edificación. Se calculó el Caudal Medio Diario para bloques de viviendas mediante la siguiente formulación:

$$Q_{md} = \frac{\#Hab \times Dot}{86400} \times f$$

Al caudal medio diario se le multiplica por un factor de seguridad (f) por concepto de “Población Ambulatoria”, la misma que hará uso de los servicios sanitarios de la vivienda.

Tabla 40. Caudal Medio Diario bloque de vivienda
Elaborado por: Velásquez, J

Funcionalidad	Bloques de viviendas	Unidades
Variable	HAB	
Dotación	350	l/Hab/día
Factor	1.25	
# Hab	35	
Qmd	0.177	l/s

Para calcular el Qmd de la sala de fiestas se reemplazó el número de habitantes por el área útil del salón y se usó la formulación antes descrita.

Tabla 41. Caudal Medio Diario salas de fiesta
Elaborado por: Velásquez, J

Funcionalidad	Salas de Fiesta	Unidades
Variable	m ² útil	
Dotación	40	l/m ² área útil/día
Factor	1.25	
m ²	110	
Qmd	0.064	l/s

Finalmente, se suma los dos caudales para obtener un Qmd total de la edificación.

Qmd Total	0.241	l/s
------------------	--------------	------------

2.5.2 Acometida

Se denomina acometida a la derivación de agua de la tubería de abastecimiento público hacia la red interna de una edificación. Para su cálculo se consideran dos criterios según la Norma NEC 11- Cap. 16:

La velocidad del agua en la acometida debe fluctuar el valor de 1.5 m/s.

Considerando una velocidad de diseño y el caudal medio diario total anteriormente calculado podemos obtener el área y posteriormente dimensionar la acometida.

$$A = \frac{Qmd}{Velocidad}$$

Tabla 42. Cálculo del diámetro de la acometida (Primer criterio)
Elaborado por: Velásquez, J

Velocidad	1.5	m/s
Qmd Total	0.0002409	m ³ /s
Área	0.00016059	m ²
Radio	0.007149648	m
Diámetro	0.014299297	m
Diámetro	0.562963319	pulg
Diámetro Comercial	¾	pulg

La tubería hasta el depósito de almacenamiento debe calcularse para suministrar el consumo total diario en un tiempo máximo de 4 horas.

Si se considera el tiempo de llenado de 4 horas que nos pide la norma, el volumen de nuestra cisterna va a quedarse estático, por lo que se cambia el tiempo de llenado entre 15 a 24 horas para evitar alteraciones en la calidad del agua. En este proyecto se consideró un tiempo de llenado de 18 horas.

Tabla 43. Cálculo del diámetro de la acometida (Segundo criterio)
Elaborado por: Velásquez, J

Tiempo Llenado Cisterna	18	h
Qmd Total	0.241	l/s
QD	0.321180556	lt
QD	0.000321181	m ³
Área	0.00021412	m ²
Radio Tubería	0.008255703	m
Diámetro	0.016511406	m
Diámetro	0.650054048	pulg
Diámetro Comercial	¾	pulg

Para dimensionar la acometida tomaremos el mayor de los valores calculados, siempre y cuando este no exceda de una pulgada que es el valor máximo aprobado.

2.5.3 Cisterna

Las cisternas son reservorios que sirven para almacenar la cantidad de agua que se prevé se consumirá en la edificación durante un día, deben ser herméticas para evitar contaminación y contar con un continuo mantenimiento para asegurar la calidad del agua, se ubican debajo de los sótanos o parqueaderos de las edificaciones.

Volumen de la cisterna- agua potable

Debe proveerse un depósito de almacenamiento, cuyo volumen útil corresponda al consumo que se requiere en la edificación para el suministro estimado en 24 horas, obteniendo lo siguiente:

$$V_{ap} = \frac{Q_{md} [\text{m}^3/\text{s}]}{t [\text{s}]}$$

Tabla 44. Volumen Cisterna- Agua Potable
Elaborado por: Velásquez, J

QMD T	0.241	l/s
QMD T	0.000240885	m ³ /s
t ap	86400	S
Vap	20.8125	m³

Adicionalmente para el cálculo del volumen total que tendrá nuestra cisterna, se tiene que sumar el volumen del sistema contraincendios comprendido por los gabinetes y los rociadores.

2.5.4 Red de Distribución de Agua Fría

Esta red está diseñada para ser construida con tuberías y accesorios de PVC que presentan mayor resistencia a la corrosión, salvo casos de accesorios en bronce tales como: válvulas, llaves de paso, etc, propias para aislar tramos que puedan presentar desperfectos o para dar mantenimiento.

En este caso diseñaremos la red mediante el método de determinación de caudales

para aparatos de uso simultáneos donde se emplean las siguientes formulas y tablas:

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

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F(0,04 + 0,04 \times \log(\log(n)))$$

Donde:

n = número total de aparatos servidos

ks = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

qi = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 9)

F = factor que toma los siguientes valores:

F = 0, según Norma Francesa NFP 41204

F = 1, para edificios de oficinas y semejantes

F = 2, para edificios habitacionales

F = 3, hoteles, hospitales y semejantes

F = 4, edificios académicos, cuarteles y semejantes

F = 5, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

Cuando se trate de calcular el coeficiente de simultaneidad para varias viviendas, casas, o departamentos semejantes pertenecientes a un mismo predio o complejo habitacional, se puede utilizar la ecuación:

$$k_{ss} = \frac{19 + N}{10 \times (N + 1)}$$

y el caudal máximo probable de estas viviendas con la ecuación:

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

Donde:

N = número de viviendas, casas y departamentos iguales, del predio

K_s = simultaneidad para el número de aparatos de la vivienda tipo

K_{ss} = simultaneidad entre viviendas, casas y departamentos iguales

Q_i = caudal instalado por vivienda

Para calcular el caudal máximo probable se divide en tramos, en cada tramo se analiza el aparato sanitario y su caudal instantáneo correspondiente, que se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 45. Caudales instantáneos mínimos y presiones
Fuente: Normas NEC-11 Capítulo 16

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Para determinar el valor de n se considera un valor inicial de 2 para un aparato sanitario debido a que si colocamos 1 en la fórmula para obtener el k_s nos da como resultado indeterminado.

En este diseño solo se considera el factor de k_{ss} en los montantes debido a que al considerar en los tramos la velocidad real no cumple con la especificada en la norma.

La velocidad de diseño del agua en las tuberías debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, valores mínimo y máximo, respectivamente. Se considera óptimo el valor de velocidad de 1.2 m/s.

Una vez obtenido el caudal máximo probable en cada tramo y asumiendo una velocidad de diseño de 2 m/s se dimensiona cada tubería encontrando el área y a su vez el diámetro.

Se especifica el diámetro comercial que se usara para cada tramo y se comprueba la velocidad real que se encuentre dentro del rango que nos da la norma.

En base a todo lo mencionado anteriormente se obtuvo lo descrito en el anexo 4.

2.5.6 Pérdidas de carga por longitud

De acuerdo con la normativa nacional vigente se indica que para el cálculo de pérdidas de carga por longitud en m.c.a se aplicará la ecuación:

$$hf = m \times L \times \frac{V^{1.75}}{D^{1.25}}$$

V=velocidad real en metros sobre segundo

D=Diámetro en metros

L= longitud de tubería en metros

m= constante del material del tubo, que adopta los valores de la tabla.

Tabla 46. Valores de la constante del material del tubo.

Fuente: Normas NEC-11 Capítulo 16

Material	Valores de m	
	Desde*	Hasta**
Plástico	3.8×10^{-4}	5.35×10^{-4}
Cobre	4.7×10^{-4}	5.55×10^{-4}
Acero	6.5×10^{-4}	7.44×10^{-4}
Hierro galvanizado	7.5×10^{-4}	9.29×10^{-4}
Hierro fundido	8.5×10^{-4}	1.28×10^{-3}

Por lo que en este diseño se asume un valor de $m = 0.00054$

2.5.7 Pérdidas de carga por accesorios

Las pérdidas se realizarán en base a las longitudes equivalentes realizadas por cada accesorio en función de la tabla 11, que se detalla a continuación.

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

Dónde:

Le = longitud equivalente, en metros

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio, según Tabla 11.

d = diámetro interno, en milímetros

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

Como nuestras tuberías son de PVC se asume un valor de C=150.

Tabla 47. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes
Fuente: Normas NEC-11 Capítulo 16

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40

Finalmente se encuentra el caudal máximo probable total y las pérdidas totales que serán igual a la suma de las pérdidas de carga por longitud más las pérdidas por accesorios.

QMP	1.80	lt/s
Hf. Long	35.55605	Mca
Hf. Acc	244.5007	Mca
HFT	280.0568	Mca

En base a las pérdidas obtenidas, se presentan los valores que se detallan en el anexo 3.

2.5.8 Bomba de Agua

El abastecimiento desde la red pública se almacenará directamente en la cisterna. Con la ayuda de un equipo de presión, el agua será impulsada adecuadamente para vencer la diferencia de niveles y satisfacer todos los aparatos sanitarios de la edificación.

Para calcular la potencia de la bomba se usó la siguiente expresión:

$$Potencia = \frac{Q_{max} \times HDT}{76 \times eficiencia}$$

HDT: altura dinámica total

Qmax: caudal máximo probable total

Eficiencia: bombas entre 2-5 HP (70%), bombas mayores a 5 HP (75%)

La altura dinámica total (HDT), será igual a:

HDT= HFT+ Alt. Edificio + Alt. Subsuelo+ Alt.succion

Para el diseño se asumió el 10% de las pérdidas debido a que se colocaron válvulas de retención después de cada montante lo que nos asegura que el flujo quede presurizado.

Tabla 48. Cálculo de potencia de bomba
Elaborado por: Velásquez, J

Pérdidas	274.663	Mca
10% pérdidas	27.466	M
Alt. Edificio	22	M
Altura Subsuelos	0	M
Alturas Succión	1.18	M
HDT	60.646	M
Qmax	1.799296	lt/s
Eficiencia	70	%
Potencia	2	HP

2.5.9 Hidroneumático

El equipo para inyección de presión deberá situarse en la planta baja del edificio, en una habitación independiente que permita aislar el ruido y que sea de fácil acceso para las acciones de operación y mantenimiento.

Cálculo del caudal medio:

$$Q_m = \frac{Q_a + Q_b}{2}$$

Donde:

Qa= caudal máximo

Qb= 2/3 del caudal máximo

El volumen de regulación se determina con la expresión:

$$V_r = \frac{Q_m \times T}{4} [lt]$$

T = período de bombeo en minutos, de acuerdo a la potencia de los motores:

Tabla 49. Período de bombeo T
Fuente: Manual de instalaciones hidrosanitarias

Hp	1 a 3	3 a 5	5 a 7.5	7.5 a 15.0	15.0 a 30.0	> 30.0
T	1.2	1.5	2.0	3.0	4.9	6.0

El volumen del tanque hidroneumático se calculó con la siguiente expresión:

$$V = \sqrt[2]{Qm} \times 0.65 \times (Pb - Alt. succion) [lt]$$

Donde:

Pa: Hace referencia directamente a HDT

Pb: Presión atmosférica + Pa [atm]

Para calcular el volumen del hidroneumático se debe transformar Pb de atm a m.c.a.

Tabla 50. Cálculo del volumen del hidroneumático
Elaborado por: Velásquez, J

HDT	61.1857	mca
Qa	1.7993	l/s
Pb	2.0000	HP
Qb	1.1995	l/s
Qm	1.4994	l/s
Pa (HDT)	61.1857	mca
Pb (Pa+ 1.14 atm)	72.96187756	mca
Tiempo	1.2	min
Vr	26.98943995	lt
V	62.58632879	lt

2.6 Sistema de Agua Caliente

2.6.1 Red de Distribución de Agua Caliente

El sistema de agua caliente es alimentado directamente desde la red de agua fría, se utilizará una bomba de calor que estará ubicada a 3 metros sobre la terraza y funcionará a gravedad cumpliendo con las presiones mínimas para cada aparato especificados en la tabla 2.9. Esta red será instalada con PVC apropiado para el caso con los selladores para el efecto.

La red contará con una tubería de recirculación de agua caliente que ayudará a que el agua regrese a la bomba de calor y caliente de nuevo el agua que no se ha consumido.

Para el diseño de las tuberías y bajantes de agua caliente se realizó el mismo procedimiento que en el agua fría, se dividió en tramos y se seleccionó el caudal instantáneo en cada tramo que se especifica en la tabla 9. Al obtener el caudal máximo probable en cada tramo se procedió a dimensionar el diámetro para cada tubería. En este caso no se consideran las pérdidas ya que el sistema fluirá a gravedad. Después de lo descrito se adjuntan los cálculos en el anexo 5.

2.6.2 Bomba de Calor

Se instaló un sistema de calentamiento de agua centralizado, debido a que se requería calentar grandes cantidades de agua para múltiples viviendas y varias plantas del mismo edificio.

Para determinar el mínimo volumen de agua (V_w) necesario para satisfacer un volumen demandado (V_d) a una determinada temperatura de uso (T_s) se debe utilizar la ecuación:

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

Donde:

V_w = volumen de agua acumulado, capacidad del termo (L)

V_d = volumen de agua demandado para consumo, (L)

T_s = temperatura de uso del agua en el mueble sanitario, en promedio se requiere una temperatura de 38 °C.

T_{in} = temperatura del agua fría que ingresa al calentador, el agua fría en las instalaciones circula alrededor de 15 °C.

T_{out} = temperatura del agua a la salida del calentador, varía entre 60 °C y 80 °C.

$$V_d = (0.25 \times Q_{mp}) \times t$$

t= tiempo que el equipo es capaz de calentar el agua, en general se necesita 45 min para calentar toda el agua del depósito de la bomba de calor.

QMP	0.35	lt/s
------------	------	------

Para el dimensionamiento del volumen de agua demandado se considera el 25% del caudal máximo probable del agua caliente, que sería la porción de agua calentada total consumida en nuestra edificación.

Tabla 51. Volumen de bomba de calor
Elaborado por: Velásquez, J

T	0.75	Hora
Ts	38	°C
Tin	15	°C
Tout	60	°C
Vd	939.245	Lts
Vw	480.0583	Lts

Para calcular la energía requerida en la bomba se tiene la siguiente expresión:

$$Er = Vw \times (Tout - Tin)$$

Energía Requerida		
Er	21602.62	Kcal

La potencia calórica se calculó mediante la expresión, como muestra lo siguiente:

$$Pot\ ca = \frac{Er}{0.9\ tpro}$$

Donde:

Potca = 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 52. Potencia calórica
Elaborado por: Velásquez, J

Pot	32003.89	kcal/hora
Pot	126917	BTU/hora
Pot	37.22031	KW/h

La edificación contará con un medidor general de agua caliente ubicado antes de la bomba de calor, el total del uso del agua caliente se dividirá para el número de departamentos y se cobrará mediante una alícuota mensual.

2.7 Sistema de Alcantarillado Pluvial

2.7.1 Red de Aguas Lluvias

El desagüe de aguas lluvias está conformado por el conjunto de bajantes, colectores y canales necesarios para evacuar la escorrentía superficial producida por la lluvia.

Para calcular el caudal de escorrentía se recomienda utilizar el método racional, dada su simplicidad:

$$Q = 2.78 \times 10^{-4} C \times i \times A$$

Donde:

Q= caudal pluvial, (l/s)

C= coeficiente de escurrimiento, (adimensional)

A= área de drenaje (m²)

i = intensidad de la lluvia (mm/hora)

Se obtiene las áreas cooperantes de las terrazas y del subsuelo.

Dada la configuración del proyecto y el tipo de zona en donde se va a desarrollar, se adopta el uso del factor de escurrimiento de 0.7 obtenido de la siguiente tabla.

Tabla 53. Coeficientes de escurrimiento
 Fuente: Norma urbana del Ecuador para estudios y diseños

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

La determinación de la intensidad se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$i = 201.93 \times T^{0.1845} \times t^{-0.4926}$$

Esta intensidad de lluvia es para el sector del aeropuerto de Cuenca donde se ubica el edificio en análisis.

Tabla 54. Ecuaciones IDF para estaciones seleccionadas
 Fuente: Instituto Nacional de meteorología e hidrología

M0067	CUENCA AEROPUERTO	5 <60	$i = 201.93 * T^{0.1845} * t^{-0.4926}$	0.9885	0.9771
		60 <1440	$i = 1052.78 * T^{0.1767} * t^{-0.8921}$	0.9979	0.9958

Para determinar el tiempo de retorno (t) se usó la siguiente tabla:

Tabla 55. Tiempo de retorno
 Fuente: Norma urbana del Ecuador para estudios y diseños

Zona Residencial	15
Zona Comercial e Industrial	50
Colectores Principales	100

Para determinar el tiempo de concentración (T) se usó la siguiente tabla:

Tabla 56. Tiempo de concentración

Fuente: Norma urbana del Ecuador para estudios y diseños

Áreas densamente desarrolladas	Áreas densamente desarrolladas con un alto porcentaje de zonas impermeables y posean sumideros cercanos entre sí.	5
Áreas desarrolladas	Áreas desarrolladas con pendientes más o menos planas	15
Zonas residenciales	Zonas residenciales de topografía plana con sumideros lejanos entre sí.	30

La evacuación de las aguas lluvias se la hará con tuberías de PVC con diámetros de 110mm, la descarga irá al alcantarillado combinado público. Las pendientes serán de 1 % en drenaje pluvial; y los resultados se pueden observar en el anexo 6.

2.8 Sistema de Alcantarillado Sanitario

2.8.1 Red de Aguas Servidas

En la calle donde se encuentra ubicado el sitio en estudio existe una red de alcantarillado combinado de 400 mm de diámetro, que va por el eje central de la calzada a una profundidad de 2.81 m (dato obtenido del departamento de Agua potable y alcantarillado).

Para la recolección de las aguas lluvias se proponen bajantes de tuberías de PVC en diámetros de 110 mm, que se conectarán a las cajas de revisión. El diseño de la red de evacuación de aguas servidas debe estar alejado de los aparatos sanitarios evitando taponamientos, además la evacuación será por gravedad.

Por otro lado, las tuberías deben ser impermeables, impidiendo el paso de olores a la edificación. El diseño de estas redes se prevé con tubería PVC de uso sanitario para todos los tubos y accesorios, mismos que irán en pisos y paredes. Los pozos de revisión serán de hormigón como se detalla en los planos.

Las descargas puntuales de los diferentes aparatos sanitarios, independientemente de su diámetro de conexión, se harán sobre los siguientes diámetros mínimos:

Tabla 57. Unidades de consumo y diámetros mínimos
 Fuente: Norma urbana del Ecuador para estudios y diseños

Aparato Sanitario	Unidades	Diámetro mínimo
Inodoro (Tanque)	4	110
Inodoro (Válvula)	8	110
Bidé	3	75
Lavabo	2	50
Fregadero	2	75
Fregador con triturador	3	75
Lavadero de ropa	2	50
Ducha privada	2	50
Ducha pública	3	50
Tina	3	75
Urinario de pared	4	50
Urinario de piso	8	50
Urinario corrido	4	50
Bebedero	2	50
Sumidero	2	50
Conexión	0	0

Se considera las unidades de consumo para cada aparato sanitario o en caso de ser una conexión se acumula las unidades de consumo y se les asigna el diámetro mínimo que les corresponde con su respectiva pendiente que varía entre 1% a 2%.

Los ramales y los colectores deben estar conectados con un ángulo de 45° para evitar obstrucciones de sólidos.

En el caso de las bajantes se considera las unidades de consumo acumuladas y se toma el diámetro correspondiente de la siguiente tabla:

Tabla 58. Unidades de consumo y diámetros para bajantes sanitarios
Fuente: Norma urbana del Ecuador para estudios y diseños

Tubería (mm)	Tubería (pulg)	< 3 pisos Horizontal	< 3 pisos Vertical	> 3 pisos Horizontal	> 3 pisos Vertical
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
100	4	160	240	500	90
125	5	360	540	1100	200
150	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			

El dimensionamiento depende del número de pisos que va a tener nuestra edificación y si es una tubería horizontal o vertical. Por otro lado, la red sanitaria se muestra en el anexo 7.

2.8.2 Sistema de Ventilación

El sistema de evacuación de aguas servidas está acompañado del respectivo sistema de ventilación. El objetivo del sistema de ventilación es conectar los aparatos sanitarios con el aire exterior para lo cual se utilizó un sistema de ventilación general que está conectada con Yee invertidas. Además, debido a que la cubierta es inaccesible el remate de la tubería de ventilación tendrá una altura de 1.50 m.

2.9 Especificaciones técnicas

2.9.1 Sistema de agua:

Tuberías y accesorios

Todas las tuberías y accesorios a utilizarse en este proyecto serán de la marca Plastigama o similar en los diámetros y longitudes indicadas en los planos.

Las tuberías y accesorios serán de PVC y cumplirán las características generales:

- Sistema de unión: tipo roscable.

- Amplia gama de accesorios y presiones.
- Bajo coeficiente de fricción, asegura mayor capacidad de conducción.
- Elevada resistencia a la corrosión o ataque de químicos, norma DIN 8078
- Elevada resistencia a asentamientos diferenciales y permite deflexiones.
- No favorece la adherencia de algas, hongos, moluscos.
- Bajo peso facilita el transporte y manipulación.
- Son fáciles de desmontar e instalar.

Los accesorios de instalación como codos, tees, uniones, reducciones, etc., estarán debidamente acoplados con pegas apropiadas que impidan fugas del agua.

2.9.2 Red de Aguas Lluvias y Servidas:

Tuberías y accesorios

Todas las tuberías y accesorios a utilizarse en este proyecto serán de la marca PLASTIGAMA TIPO B o similar en los diámetros y longitudes indicadas en los planos. Cumplirán como características generales:

- Elasticidad
- Superficies interiores lisas
- Tuberías livianas y manejables
- Dimensiones estandarizadas
- Estanqueidad en las juntas Auto extingüibles
- Elevada resistencia a la corrosión o ataque de químicos, norma DIN 8078
- No favorecer la formación de hongos y/o raíces

La gradiente de las tuberías será de 1%, esta red se colocará sobre un lecho de arena, con una profundidad adecuada para llegar al pozo ubicado dentro del terreno del propietario.

Las bajantes serán de PVC de diámetros especificados. Ningún bajante será embebido en las columnas de la edificación, sino a las paredes mediante la colocación de una columna específica para los tubos, misma que será parte de la pared.

2.9.3 Pozos de revisión

Los pozos de revisión se construirán con ladrillo artesanal revestido de hormigón simple con un enlucido impermeabilizante, a fin de evitar filtraciones. Su dimensión será de 80 x 80 cm con una tapa de seguridad de hormigón armado, ubicado de acuerdo a los planos. El pozo de revisión final o albañal tendrá dimensiones de 100 x 100 cm.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.1 Introducción

La elaboración del diseño de protección contra incendios para el presente proyecto tiene como fin, el poder garantizar un correcto funcionamiento del sistema ante posibles incendios, considerando varias normativas para la toma de criterios y diseño, como el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios, la ley de defensa contra incendios, A-01257-RO-E114, o las normas de la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego, bien conocidas como “NPFA”.

3.2 Información del proyecto

Tabla 59. Información del Proyecto
Elaborado por: Velásquez, J

NOMBRE DEL PROYECTO	Edificación de 5 pisos
TIPO DE EDIFICACION	Privada
UBICACIÓN	Ciudad de Cuenca, parroquia Huayna Cápac
PROPIETARIO	Sra. Rosa Toledo López
CLAVE CATASTRAL	1001038026000

3.3 Ubicación

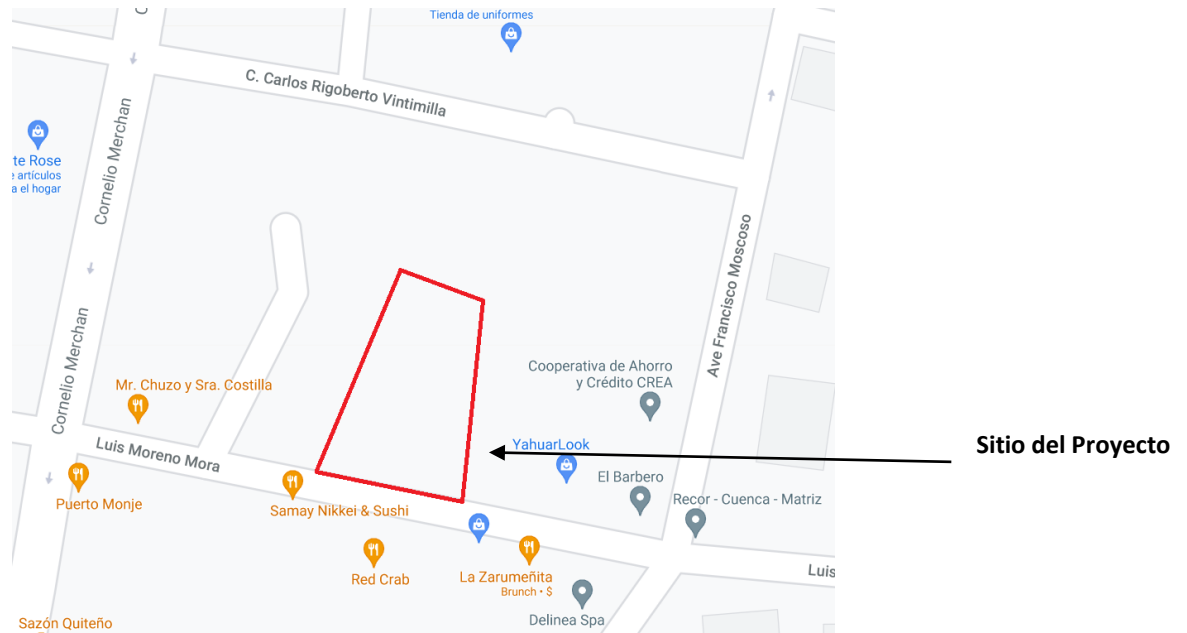


Figura 46. Sitio del proyecto
Fuente: Google Maps

3.4 Antecedentes

El proyecto corresponde a una edificación de 5 pisos, con la configuración que se detalla a continuación:

Tabla 60. Configuración de los pisos
Elaborado por: Velásquez, J

PISO	USO	CANTIDAD
PRIMERA PLANTA	Área común	1
SEGUNDA PLANTA ALTA	Departamentos	1
TERCERA PLANTA ALTA	Departamentos	2
CUARTA PLANTA ALTA	Departamentos	2
QUINTA PLANTA ALTA	Departamentos	2

3.5 Objetivos

3.5.1 General

El principal objetivo que busca los diferentes reglamentos para la prevención contra incendios es dar cumplimiento a las diferentes normas y códigos de la ley de defensa contra incendios, para así poder salvar vidas y bienes de valor que estén dentro de la zona de proyecto. Para esto se debe tener planes de protecciones preventivas y de control contra incendios. Por tal motivo, se hará un estudio y reglamentación de los diferentes factores que inciden en el control y mitigación de incendios.

3.5.2 Específicos

Implementar medidas de seguridad, prevención, control y mitigación contra incendios, para generar construcciones que sean seguras ya que, en caso de suscitarse un siniestro, se pueda evacuar y salvaguardar la vida de las personas a través de diferentes implementaciones las mismas que deben ser revisadas por el cuerpo de bomberos, para dar el visto bueno a las diferentes actividades a realizarse en la edificación del proyecto.

3.6 Detalle del proyecto por número de plantas y unidades construidas

Tipo de proyecto: El proyecto comprende una construcción que contiene cinco plantas.

El proyecto está compuesto por una planta baja que sirve de zona común y de cuatro plantas en la cual cada una alberga dos departamentos para uso, además de zonas de servicio, utilería y lavanderías.

Normativas vigentes para los elementos estructurales:

- Los elementos estructurales serán de hormigón armado y con recubrimiento de 2 cm de enlucido a prueba de fuego. Art. 111.- Pisos, losa y paredes. (INEN 2124) Los materiales a emplearse en la construcción, acabados, decoración de pisos, losa y paredes de las vías de evacuación o áreas de circulación general del edificio, serán a prueba de

fuego y en caso de arder no desprenderán gases tóxicos o corrosivos que puedan resultar nocivos. Por lo que el recubrimiento de pisos, techos y paredes serán de 2 cm de enlucido. Art. 112.- en fin, se aplicará todo lo dispuesto en el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios.

3.7 Sistema contraincendios

3.7.1 Aplicación del reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios

Art. 1.- [Ámbito de aplicación].- Las disposiciones del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, serán aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a construirse, así como la modificación, ampliación, remodelación de las ya existentes, sean públicas, privadas o mixtas, y que su actividad sea de comercio, prestación de servicios, educativas, hospitalarias, alojamiento, concentración de público, industrias, transportes, almacenamiento y expendio de combustibles, explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de siniestro. Adicionalmente esta norma se aplicará a aquellas actividades que, por razones imprevistas, no consten en el presente Reglamento, en cuyo caso se someterán al criterio técnico profesional del Cuerpo de Bomberos de su jurisdicción en base a la Constitución Política del Estado, Normas INEN, Código Nacional de la Construcción, Código Eléctrico Ecuatoriano y demás normas y códigos conexos vigentes en nuestro país.

Toda persona natural y/o jurídica, propietaria. Usuaria o administrador, así como profesionales del diseño y construcción, están obligados a cumplir las disposiciones contempladas en el presente Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, basados en Normas Técnicas Ecuatorianas INEN.

Art. 2.- Control y responsabilidad. - Corresponde a los cuerpos de bomberos del país, a través del Departamento de Prevención (B2), cumplir y hacer cumplir lo

establecido en la Ley de Defensa Contra Incendios y sus reglamentos; velar por su permanente actualización.

La inobservancia del presente Reglamento, establecerá responsabilidad según lo dispone el artículo 11 numeral 9 y artículo 54 inciso segundo de la actual Constitución Política del Estado.

3.7.2 Columna de agua para incendios

Art. 36.- [Columna de agua]. La columna de agua es una instalación de uso exclusivo para el servicio de extinción de incendios, es una tubería dispuesta verticalmente con un diámetro mínimo de 2 1/2 pulgadas dependiendo del cálculo hidráulico y el número de equipos instalados para mayores secciones, a éstas se acoplarán las salidas por piso en diámetro mínimo de 1 1/2 pulgadas, será de hierro galvanizado o cualquier material resistente al fuego contemplado en norma INEN, Código Ecuatoriano de la Construcción y con un RF-120, capaz de soportar como mínimo, una presión de 20 Kg/cm² (285 PSI).

3.7.3 Presión mínima de agua en caso de incendio

Art. 37.- Presión mínima de descarga. -La presión mínima de descarga (pitón) requerida en el punto más desfavorable de la instalación de protección contra incendios para vivienda será de tres punto cinco kilogramos por centímetro cuadrado (3.5 Kg/cm²) (50 PSI) y para industria cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 Kg/cm²) (70 PSI). Este requerimiento podrá lograrse mediante el uso de un sistema adicional de presurización, el mismo que debe contar con una fuente de energía autónoma independiente a la red pública normal para lo cual se instalará un sistema de transferencia automática y manual.

Tomando en cuenta que la presión mínima para Gabinetes de Clase II (salida de conexión de manguera de 1 1/2 pulgadas) dictada por la NFPA 14 es de 65 PSI, se utilizará dicho valor en los cálculos hidráulicos para validar el sistema, al ser esta mayor que la dictada por el Art. 37 se está cumpliendo la normativa ecuatoriana a la perfección.

3.7.4 Reserva de agua exclusiva para incendios

Art. 41.- [Reserva de agua].- En aquellas edificaciones donde el servicio de protección contra incendios requiera de instalación estacionaria de agua para este fin, se debe prever del caudal y presión suficientes, aún en caso de suspensión del suministro energético o de agua de la red general (municipal) por un período no menor a una hora. La reserva de agua para incendios estará determinada por el cálculo que efectuará el profesional responsable del proyecto.

Art. 42.- [Cisterna exclusiva].- Se construirá una cisterna exclusiva para incendios, en el lugar graficado en los planos aprobados; con materiales resistentes al fuego y que no puedan afectar la calidad del agua. Cuando la presión de la red municipal o su caudal no sean suficientes, el agua provendrá de una fuente o tanque de reserva, asegurándose que dicho volumen calculado para incendios sea permanente.

Art. 43.- [Ubicación de la reserva de agua].- Las especificaciones técnicas de ubicación de la reserva de agua y dimensionamiento del equipo de presurización estarán dadas por el respectivo cálculo hidráulico contra incendios, el mismo que será revisado y aprobado por el cuerpo de bomberos de su respectiva jurisdicción.

Art. 44.- [Reserva de uso mixto].- Si la cisterna de reserva es de uso mixto (servicio sanitario y para la red de protección contra incendios) debe asegurarse que la acometida para cada una de ellos se ubique a alturas que justifiquen las respectivas reservas, colocándose siempre la toma para Incendios desde el fondo mismo de la cisterna de reserva

Art. 45.- [Necesidad de una cisterna intermedio].- Si el cálculo hidráulico contra incendios, por la altura de la edificación, hace necesaria la instalación de una cisterna intermedio, éste será de una capacidad mínima de mil litros (1000 lts.) alimentado por una derivación de 2 1/2 pulgadas (63.5 mm) de diámetro, de hierro galvanizado, bronce o material similar que no sea afectado por el fuego, con un dispositivo automático de cierre flotante, que soporte una presión doble a la del servicio en ese lugar.

No aplica

Art. 46.- [Colector].- En caso de que exista más de un compartimiento en el tanque de reserva (caso específico de los tanques altos), debe existir un colector, el mismo que tomará el agua desde el fondo de cada uno de los compartimientos de tanque. Poseerá una válvula esclusa en cada extremo para limpieza y llave de paso para cada compartimiento, debiendo hacer la toma para los distintos usos posterior a esta Última. Su diámetro se especificará en cada caso, no debiendo ser inferior a la suma de la sección utilizada para el uso más exigido.

No aplica

Art. 47.- [Ínter colector].- En caso de existir dos o más cisternas, cuyos colectores se unan entre sí mediante una cañería, esta se denominará ínter colector y su diámetro se especificará en cada caso particular, sobre la cual se pueden efectuar las condiciones señaladas para colector, las derivaciones que surtirán a los distintos usos.

No aplica

3.8 Sistema contra incendios

3.8.1 Sistema de gabinetes

A continuación, se presenta las clases de gabinetes existentes para el uso, debido a que el sistema a analizar es un sistema mixto (gabinete-rociador) se considera el uso del tipo de clase II para el mismo, en el cual se detallan los diferentes parámetros que se usaran como datos de partida para el diseño del mismo.

Tabla 61. Clase de gabinete
Elaborado por: Velásquez, J

REQUERIMIENTOS	I	II	III
Diámetros de la manguera	2 1/2 "	1 1/2 "	Unió I y II
Presión mínima (psi)	100	65	100
Presión máxima (psi)	175	100	175
P máx. Cualquier pto. (psi)	400		
Caudal (gpm)	250	100	250
Cálculo hidráulico	2 a la vez	1 a la vez	2 a la vez

El rango de velocidades permisible en estos sistemas está en el orden de 2-4 m/s que, y el material usado para el sistema es de metal, debido a que permite mayores velocidades. En este estudio se consideró una velocidad de 3m/s.

Para saber el caudal que transporta el sistema de tuberías para incendios se lo considera de la siguiente tabla que está en función del caudal que permite cada tamaño de tubería y el material del mismo

A. Velocidades	2-4 m/s	3	m/s
-----------------------	---------	---	-----

Tabla 62. Caudales que permite cada diámetro de tubería
Elaborado por: Velásquez, J

Diam (pulg)	Material	Diam. (int) (mm)	A (m2)	Q (l/s)
3/4	HG (Hierro galvanizado)	19,94	0,000312277	0,936831412
1	HG	26,04	0,000532564	1,59769213
1 1/2	HG	38,24	0,001148486	3,445457548
2	HG	50,42	0,001996621	5,989862027
2 1/2	AC (Acero)	62,62	0,003079754	9,239261574
3	AC	74,8	0,004394334	13,18300242
4	AC	99,2	0,007728821	23,18646175
6	AC	148,46	0,017310467	51,93140213

Para las pérdidas de carga, se considera el diámetro de la tubería en base de la siguiente formulación detallada que depende del diámetro de la tubería calculada para cada tramo:

Tabla 63. Formulación de pérdidas de carga
Elaborado por: Velásquez, J

Diam. (pulg)	Formulación
< 2"	Flamant
>= 2"	Hazen Williams

Una vez escogido la formulación a usar, se debe escoger el coeficiente de dicha formulación, que depende del tipo de material a usar, ya sea Acero, Hormigón galvanizado:

Tabla 64. Coeficientes en función del material de la tubería
Elaborado por: Velásquez, J

	F. Flamant	F. Hazen
AC	0,00018	120
HG	0,00031	100
CPVC	0,0001	140

Una vez escogido el coeficiente y en función de la formulación escogida se utiliza una de las 2 fórmulas que se detallan a continuación:

F. Flamant

$$j = \frac{6.1 * C * Q^{1.75}}{D^{4.74}}$$

j: [m/m]

C: coef. Flamant

Q: [m³/s]

D: [m]

F. Hazen Williams

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

j: [m/m]

C: coef. Flamant

Q: [m³/s]

Para las pérdidas de accesorios se utiliza el concepto de longitud equivalente que se detalla a continuación:

Tabla 65. Coeficientes K1, K2

Elaborado por: Velásquez, J

	K1	K2
Codo 90	0,52	0,04
Tee	0,53	0,04
Reducción	0,15	0,01

La ecuación a usar es la que se detalla a continuación:

$$Le = [k1 * Diam + k2] * \left[\frac{120}{C} \right]^{1.85}$$

En función a todo lo detallado se procedió al cálculo para el sistema contra incendios y el que se detalla en los ANEXOS correspondientes.

3.8.1.2 Volumen adicional del contraincendios para la cisterna

En base al art.44 el tipo de sistema a trabajar será aquel dado por una reserva de uso mixto en la cisterna para la red de contraincendios.

Para el cálculo del volumen adicional del sistema mixto por parte de la red de gabinetes, se toma en consideración varios factores, como el caudal escogido, que depende de la tipología del gabinete que para este estudio será del tipo II, y en función del tiempo de reacción que es de 30 minutos para la zona del presente proyecto, se procede a la realización del cálculo del volumen adicional que es de 11.36 m³ en función de la red de gabinetes , en el cual dicho cálculo se lo detalla en el ANEXO 8.

3.8.1.3 Dimensionamiento de la tubería:

Para la realización del cálculo de la red de gabinetes se toma en recomendación, todos los criterios que fueron mencionados con anterioridad para su respectivo cálculo, una vez escogido el valor del caudal en base del tipo de gabinete escogido (tipo II) para el presente estudio, se procede a realizar el cálculo del diámetro en función del caudal y de los valores que tiene la tabla 2, que hace referencia al caudal que permite cada diámetro de tubería. Se toma en consideración criterio de la tabla 62, en donde diámetros mayores a 2 se considera materiales de construcción de acero, y para valores menores se recomienda hierro galvanizado. En base a lo mencionado se realiza el cálculo, el cual se lo detalla en el ANEXO 9.

3.8.1.4 Cálculo de las pérdidas de carga y presión

Para el cálculo de las pérdidas en el sistema de gabinetes, se considera como punto de diseño el más alejado de la edificación. Para la primera parte se analiza el diámetro que se usará para el sistema.

Con base a la fórmula y el coeficiente a usar que se encuentra en la tabla 3 que depende del diámetro de la red, se tiene que las pérdidas por fricción y por longitud equivalente y el total, así como la presión de cada tramo es la que se detalla en el ANEXO 10.

Para el diseño de la red de tuberías del contraincendios se aprecia que tendrá un diámetro de 2 ½” con una presión en el punto inicial de la cisterna de 79.85 mca.

Para el cajetín se usa los valores mínimos de construcción de 80x80 cm y 20cm de profundidad a una altura de 1.5 desde el suelo del respectivo piso.

Se instalará un cajetín en cada piso de manera estratégica.

3.8.1.5 Cálculo de la bomba para el contraincendios.

Para el diseño se tomó en cuenta varios parámetros: Caudal de llegada, Total de pérdidas de altura debido a los accesorios, altura total, y la presión mínima.

La potencia será calculada por la siguiente ecuación:

$$Potencia (HP) = \frac{G * Q * H}{75 * n}$$

En donde:

G= peso específico del agua: 1000 kgf/m³

Q= Caudal m³/s

H= altura en metros (H= altura física+ presión mínima + pérdida de carga)

n= rendimiento del conjunto motor-bomba

Se tiene que el contraincendios con base del sistema de gabinetes, requiere de una bomba de 21 HP, dicho cálculo se detalla en el ANEXO 11.

3.9 DISEÑO DE ROCIADORES

Los rociadores son considerados sistemas que pueden usarse de manera autónomas o de maneras combinadas con los denominados sistemas de gabinetes, y tienen como objetivo detectar el cambio de temperatura del ambiente, y cuando esta supere el rango permitido por el mismo, ejerce la liberación del agua a presión, abarcando una zona de protección para la cual el diseño fue considerado. Para el diseño se toma en cuenta el número de rociadores con los cuales se va a contar en la instalación. En este estudio se tomó en cuenta el tipo de color del bulbo del rociador en función de la siguiente tabla:

Tabla 66. Rangos, clasificaciones y códigos de color de temperatura
Fuente: NFPA

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

La normativa en el Art. 139 nos dice que: La clasificación de los riesgos se considerará de la siguiente manera:

Riesgos leves (bajo). - Menos de 160,000 kcal /m². Lugares donde el total de materiales combustibles de clase A que incluyen muebles, decoraciones y contenidos, es de menor cantidad. Estos pueden incluir edificios o cuartos ocupados como oficinas, salones de clase, iglesias, salones de asambleas, y otros. Esta clasificación previene que la mayoría de los artículos contenidos combustible o no, estands dispuestos de tal forma que no se produzca rápida propagación del fuego. Están incluidas, también pequeñas cantidades de materiales inflamables de la clase B, utilizados para máquinas copadoras, departamentos de arte, y otros; siempre que se mantengan en envases sellados y estén almacenados en forma segura.

Riesgo ordinario (moderado).- Entre 160,000 y 340,000 kcal. / m². Lugares en donde la cantidad total de combustibles de clase A e inflamables de clase B, están presentes en una proporción mayor que la esperada en lugares con riesgo leve (bajo). Estas localidades podrían consistir en comedores, tiendas de mercancía y el almacenamiento correspondiente, manufactura ligera, operaciones de investigación, salones de exhibición de autos, parqueaderos, taller o mantenimiento de áreas de servicio de lugares de riesgo menor ajo) y depósitos con mercancías de clase 1 o II como las descritas por la NFPA 13, Norma para instalación de sistema de regaderas.

Riesgo extra (alto). - Más de 340,000 kcal / m² . Lugares en donde la cantidad total de combustibles de clase A e inflamables de clase B están presentes, en almacenamiento, en producción y/o como productos terminados, en cantidades sobre o por encima de aquellos esperados y clasificados como riesgos ordinarios (moderados). Estos podrían consistir en talleres de carpintería, reparación de vehículos, reparación de aeroplanos y buques, salones de exhibición de productos individuales, centros de convenciones, de exhibiciones de productos, depósitos y procesos de fabricación tales como: pintura, inmersión, revestimiento, incluyendo manipulación de líquidos inflamables, también está incluido en el

almacenamiento de mercancías en proceso de depósito diferentes a la clase 1 y clase II. *Referencia NFPA 10

La consideración tomada para el trabajo es que la edificación está dentro de una clasificación ordinaria debido a la actividad que ejerce el edificio, en donde el mismo es usado para departamentos. Se considera de igual forma el rociador que se va a utilizar que está en función del catálogo disponible para el mismo.

En base al catálogo escogido para el trabajo, se tiene que el rociador a usar es del tipo: Cobertura de ½” modelo: K80 RD022 con los siguientes parámetros:

Tabla 67. Especificaciones del rociador del catálogo
Fuente: Catálogo de distribuidor de productos

TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO	
Temperatura nominal de funcionamiento	Color del bulbo
57°C (135°F)	Naranja
68°C (155°F)	Rojo
79°C (175°F)	Amarillo
93°C (200°F)	Verde
141°C (286°F)	Azul

ESPECIFICACIONES	
Factor K	K80 (K5.6)
Tamaño orificio estándar	15mm (1/2")
Tamaño rosca	½" NPT
Presión de trabajo max.	12 bar (175 psi)
Presión operacional min.	0.5 bar (7psi)
Prueba de presión de fábrica	100% a 34 bar (500psi)
Peso	57 gr (2oz)
Equipado con protector de bulbo	Quitar después de instalar el rociador

El caudal de diseño está dado por la siguiente expresión:

$$Q = K * \sqrt{p}$$

En donde:

Q: caudal (gpm)
K: (gpm/ psi ^{1/2}) o (us) . Es la misma unidad
P: presión de salida del rociador (psi)

En función a esta formulación se obtuvo el caudal máximo y mínimo que tiene el rociador como especificación, detallada en la tabla a continuación:

Tabla 68. Caudal máximo y mínimo
Elaborado por: Velásquez, J

Caudal	Qmin	14,82	gpm
	Qmax	74,08	gpm

Para el presente estudio la presión de trabajo debe considerar un valor dentro del rango de caudal mencionado con anterioridad, sin embargo el rango adecuado del mismo tiene un valor aproximado entre 15-20 psi , ya que con presiones más bajas del valor recomendado en el rango de presión de trabajo, se deberá necesitar un mayor número de rociadores, no obstante, al tener una presión alta, se requiere menos rociadores, aunque un criterio a considerar en estos aspectos es las exigencias de la potencia de la bomba a usar, así como las pérdidas de carga, ya que al tener menos rociadores la presión compartida será mucho más alta.

3.9.1 Criterios de diseño.

El diseño de los rociadores por norma, se encuentran regulados por la NFPA 13 que trata sobre el uso de rociadores para sistemas de contraincendios. Los criterios de diseño para el cálculo hidráulico para edificaciones de esta envergadura se hacen con el criterio de 5 rociadores simultáneos, ya que, al tratarse de un sistema ordinario de departamentos, se toma el criterio mencionado, aludiendo a que se activen como mínimo cinco de ellos al mismo tiempo, en caso de un incendio.

3.9.2 Metodología de dimensionamiento

Para el trabajo se usará el método de ubicación geométrica que consiste en seccionar por áreas cada planta de la edificación, en lugares estratégicos donde sea considerado mayor riesgo, frente a un incendio. Para lo cual se consideró el área de cobertura del rociador escogido del catálogo. En función del rociador escogido: modelo: K80 RD022, se tiene que el radio de cobertura es:

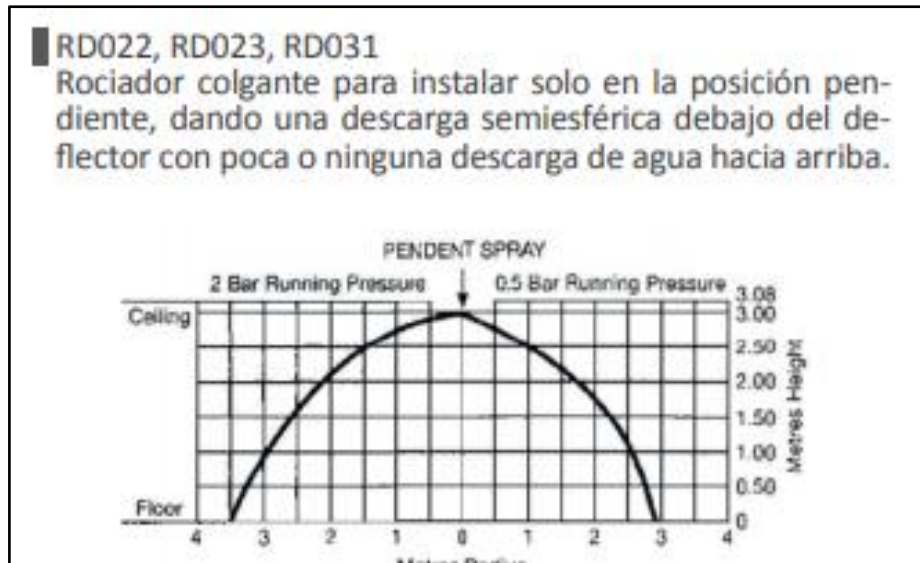


Figura 47. Radio de cobertura
Fuente: NFPA

Al tener radios diferentes se realiza el diseño por el más desfavorable, en el cual se toma el radio de menor diámetro de 2.5 m.

Para el dimensionamiento de la red de tuberías de rociadores se tiene que tomar en cuenta lo mencionado; así se lo calculará en función del mínimo de rociadores simultáneos que es de cinco para este estudio utilizando la fórmula que se presenta en detalle:

$$Qd = \#rociadores\ simultaneos * K * \sqrt{p}$$

3.9.3 Cálculo del número de rociadores

Para saber la cantidad de rociadores que se utilizarán en la edificación, se optó por usar el método geométrico que fue mencionado, el cual consiste en dividir por áreas cada planta de la edificación, teniendo en consideración las separaciones normadas por el reglamento que se detallan a continuación, y que están en función de la separación entre rociadores y la separación entre el radio de cobertura y las paredes:

Tabla 69. Normas para la separación entre rociadores
Elaborado por: Velásquez, J

Ocupación	Riesgo ligero
Separación entre rociadores	Mínimo 2.4 m y máximo 4.6 m
Separación a paredes	½ de la separación entre rociadores, y mínimo 102 mm

Con base a todo lo mencionado anteriormente, se tiene el cálculo detallado en el ANEXO 12.

3.9.4 Cálculo de la red de tuberías para rociadores

3.9.4.1 Volumen adicional a la cisterna

Con base al art.44 el tipo de sistema a trabajar será aquel dado por una reserva de uso mixto en la cisterna para la red de contraincendios.

Para el cálculo del volumen adicional del sistema mixto por parte de la red de gabinetes, se toma en consideración varios factores, como el caudal escogido, que depende de la tipología del gabinete que para este estudio será del tipo II, y en función del tiempo de reacción que es de 30 minutos para la zona del presente proyecto, se procede a la realización del cálculo del volumen adicional que es de 14.22 m³ en función de la red de gabinetes , en el cual dicho cálculo se lo detalla en el ANEXO 13.

3.9.4.2 Red de tuberías para el sistema de rociadores

Para el dimensionamiento de la red de tubería se toma el mismo criterio utilizado en el cálculo de la red de gabinetes, y se considera que el análisis se lo realiza con el criterio de trabajo más desfavorable que es cuando se activan 5 rociadores de manera simultánea, obteniendo los resultados que se detallan en el ANEXO 14.

Para el cálculo de la red de tubería del sistema de rociadores, se toma en consideración todos los criterios mencionados con anterioridad, una vez obtenido el valor del caudal respectivo para cada uno de los tramos del proyecto, se procede a realizar el cálculo del diámetro en función del caudal y de los valores que tiene

la tabla 3.2 que hace referencia al caudal que permite cada diámetro de tubería, cabe recalcar que cuando las tuberías tienen un diámetro mayor a 2” se considera el material de base de acero, mientras que las tuberías de diámetro menor se usa hierro galvanizado. En función del gabinete tipo II, se tiene los diferentes diámetros para cada tramo. En base a lo mencionado se realiza el respectivo cálculo como se detalla en el ANEXO 15.

3.9.4.3 Cálculo de las pérdidas de carga

Utilizando el criterio de gabinetes y acumulando los respectivos caudales en los ramales de unión, se obtuvo el diámetro de diseño para cada tramo analizado, de igual forma se tomó como material de constructivo acero por lo cual con base al criterio de gabinetes se usó los respectivos coeficientes para las pérdidas de carga que se muestran en el ANEXO 16 en el cual también se detalla la presión para cada uno de los tramos respectivos.

3.9.4.4 Cálculo de la bomba para la red de rociadores

De igual forma, en base del sumatorio total de pérdidas, la altura del edificio y la presión mínima se realiza el respectivo cálculo de la bomba para la red de rociadores. Para el diseño se tomó en cuenta varios parámetros: Caudal de llegada, Total de pérdidas de altura debido a los accesorios, Altura total, y la presión mínima.

La potencia será calculada por la siguiente ecuación:

$$Potencia (HP) = \frac{G * Q * H}{75 * n}$$

En donde:

G= peso específico del agua: 1000 kgf/m³

Q= Caudal m³/s

H= altura en metros (H= altura física+ presión mínima + perdida de carga)

n= rendimiento del conjunto motor-bomba

Se tiene que el contraincendios en base del sistema de rociadores requiere de una

bomba de 22 HP, dicho cálculo se detalla en el ANEXO 17.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UN EDIFICIO DE 5 PISOS

4.1 Introducción

El proyecto denominado “La Roncadora”, es un edificio ubicado en el cantón Cuenca en la parroquia Huayna Cápac, el mismo está destinado para uso residencial. Consta de 5 plantas, la primera está destinada para un salón de eventos, mientras que las plantas restantes constan de 2 departamentos.

El alcance del estudio es realizar la cuantificación de volúmenes de obra, análisis de precios unitarios, cronograma valorado de trabajo, presupuesto referencial, fórmula polinómica de reajuste de precios y especificaciones técnicas de cada rubro correspondiente tanto de la parte estructural de la edificación como de la parte hidrosanitaria, mediante el uso del software ProExcel 2021.

4.2 Generalidades

4.2.1 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en la Ciudad de Cuenca, Parroquia Huayna Cápac. En la calle Luis Moreno Mora entre las calles Cornelio Merchán y Francisco Moscoso.

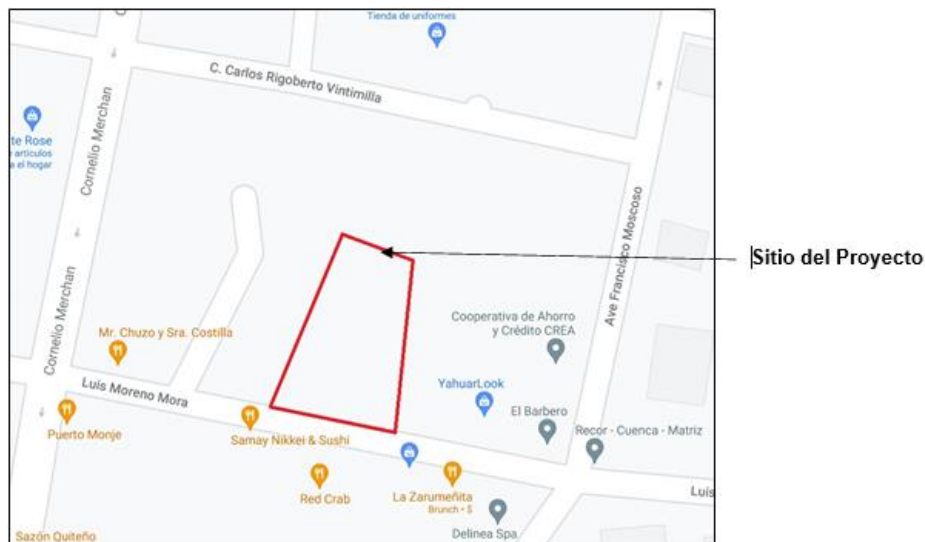


Figura 48. Sitio del Proyecto

Fuente: Google Maps

4.2.2 Área de Terreno y Área de Construcción

Tabla 70. Cuadro de áreas m²
Elaborado por: Velásquez, J

AREA DE TERRENO	Área
Terreno	918.96
TOTAL	918.96 m²
AREA DE CONSTRUCCION	Área
Planta Baja	137.86
Segunda Planta	135.09
Tercera Planta	135.09
Cuarta Planta	135.09
Quinta Planta	135.09
Cubierta	135.09
TOTAL	951.17 m²

4.2.3 Descripción de la Infraestructura

La edificación está compuesta de cinco plantas. La altura entre piso es de 3.00 m para cada planta a excepción de la planta baja donde la altura es de 3.30 m. La distribución se presenta de la siguiente forma:

- Planta Baja N: +0.00: Salón de uso múltiple (eventos) y cuarto de máquinas.
- Plantas Altas N: +3.30, +6.30, +9.30, +12.30: La configuración de cada una de las plantas es de dos departamentos.
- Planta Alta N: +15.30: cubierta inaccesible y ubicación de la bomba de calor.
- Planta Alta N: +18.30: altura de la tapa grada.

El modelo estructural escogido consta de pórticos sismo resistentes de hormigón armado con vigas descolgadas y losas nervadas en dos direcciones, la cimentación está diseñada con zapatas aisladas.

Para las instalaciones de agua potable se opta por usar tubería de PVC roscable para la distribución desde la cisterna. El sistema cuenta con un grupo de elevación de 2 HP, ayudado de un tanque hidroneumático de 60 Litros. Por otro lado, la distribución de agua caliente se ejecuta con tuberías de polipropileno de alta

densidad, el sistema de calentamiento de agua es centralizado y se requiere de la instalación de una bomba de calor de 40 Kw/hora.

Tanto para el desagüe pluvial como para el sanitario, se establecen tuberías de PVC. Las bajantes se conectan a cajas de revisión para luego ser evacuadas a la red pública. Por último, el sistema contra incendios está compuesto por rociadores y gabinetes. Los rociadores están conectados directamente por una red de tuberías de hierro galvanizado y accesorios de acero a la cisterna. El sistema contraincendios cuenta con dos bombas de 20 HP de potencia que ayudaran a cumplir con la presión requerida en todos los puntos necesarios.

4.2.4 Costos Indirectos

El porcentaje de costos indirectos calculado es de 21.45%.

4.2.5 Costo por metro cuadrado de construcción

El costo por metro de construcción es de \$ 224.83.

4.2.6 Autor del Presupuesto

Josué Velásquez S.

4.3 Presupuesto referencial

Incluyendo todos los conceptos de trabajo definidos en la cuantificación de volúmenes, el valor estimado en del presente proyecto es de DOCIENTOS TRECE MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA 26/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE

AMÉRICA (USD\$ 213,850.26), valor sin incluir IVA y se desglosa a continuación:

Tabla 71. Presupuesto referencial del proyecto
Elaborado por: Velásquez, J

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	P-T
1	Movimiento de Tierras				
1.1	Desbroce y Limpieza	m2	137.855	2.67	368.07
1.2	Replanteo y nivelación	m2	137.855	2.08	286.74
1.3	Excavación de material sin clasificar a mano	m3	110.19	12.01	1,323.44
1.4	Excavación de material sin clasificar a maquina	m3	84.44	2.09	176.49
1.5	Transporte de material hasta 6 Km	m3-Km	233.57	0.35	81.75
1.6	Sobre acarreo (distancia mayor a 6 Km)	m3-Km	1,868.52	0.29	541.87
1.7	Relleno con Material de Mejoramiento Compactado	m3	80.09	14.08	1,127.60
2	Cimentación				
2.1	Replanteo con Hormigón f'c= 180 kg/cm2	m3	3.12	142.30	443.98
2.2	Encofrado recto de madera zapatas y vigas de cimentación	m2	106.67	31.52	3,362.24
2.3	Acero de refuerzo en barras zapatas y vigas de cimentación(fy=4200 kg/cm2)	Kg	2,698.00	2.05	5,530.90
2.4	Hormigón zapatas y vigas de cimentación f'c= 240 kg/cm2	m3	31.09	319.07	9,918.85
3	Contrapiso				
3.1	Lastre losa de contrapiso	m3	9.0128	11.00	99.14
3.2	Malla Electrosoldada contrapiso	m2	112.66	9.29	1,046.61
3.3	Losa de contrapiso H.S 180 Kg/cm2	m3	13.5192	6.73	758.20
4	Columnas				
4.1	Encofrado recto de madera columnas	m2	414.72	15.18	6,295.45
4.2	Acero de refuerzo en barras columnas (fy=4200 kg/cm2)	kg	16,232.00	2.05	33,275.60
4.3	Hormigón columnas f'c= 240 kg/cm2	m3	41.47	319.07	13,232.47
5	Vigas				
5.1	Encofrado recto de madera vigas	m2	574.11	9.68	5,557.38
5.2	Acero de refuerzo en barras vigas (fy=4200 kg/cm2)	kg	8,789.00	2.05	18,017.45
5.3	Hormigón vigas f'c= 240 kg/cm2	m3	42.27	319.07	13,487.09
6	Losas				
6.1	Encofrado recto de madera losas	m2	693.75	16.46	11,419.12
6.2	Acero de refuerzo en barras losas (fy=4200 kg/cm2)	kg	3,290.00	2.05	6,744.50
6.3	Hormigón losas f'c= 240 kg/cm2	m3	68.95	319.07	21,999.88
6.4	Malla Electrosoldada losas	m2	641.5	9.29	5,959.54
6.5	Bloque Alivianado 0.15 x 0.2 x 0.4	UND	3360	0.85	2,856.00
7	Agua Potable				
7.1	Suministro e Instalación Tubería PVC Roscable 1 1/2"	ML	2	8.72	17.44
7.2	Suministro e Instalación Tubería PVC Roscable 1"	ML	7	6.32	44.24
7.3	Suministro e Instalación Tubería PVC Roscable 3/4"	ML	70	4.29	300.30
7.4	Suministro e Instalación Tubería PVC Roscable 1/2"	ML	190	5.67	1,077.30
7.5	Suministro e Instalación Codo HH 90° PP 1"	UND	3	5.06	15.18
7.6	Suministro e Instalación Codo HH 90° PP 3/4"	UND	31	3.86	119.66

7.7	Suministro e Instalación Codo HH 90° PP 1/2"	UND	140	3.50	490.00
7.8	Suministro e Instalación Tee PP 1 1/2"	UND	1	8.50	8.50
7.9	Suministro e Instalación Tee PP 1"	UND	1	5.55	5.55
7.10	Suministro e Instalación Tee PP 3/4"	UND	17	4.35	73.95
7.11	Suministro e Instalación Tee PP 1/2"	UND	37	3.66	135.42
7.12	Suministro e Instalación Reductor PP 1 1/2" x 1/2"	UND	1	4.24	4.24
7.13	Suministro e Instalación Reductor PP 1" x 3/4"	UND	1	4.06	4.06
7.14	Suministro e Instalación Reductor PP 3/4" x 1/2"	UND	21	2.74	57.54
7.15	Suministro e Instalación llave de paso PVC 3/4"	UND	14	18.36	459.00
7.16	Suministro e Instalación llave de paso PVC 1/2"	UND	12	8.16	97.92
7.17	Suministro e Instalación válvula check 1"	UND	1	11.44	11.44
7.18	Suministro e Instalación válvula check 3/4"	UND	7	15.11	105.77
7.19	Equipo de Bombeo (incluye 1 bomba, accesorios en tubería, válvulas e instalación), P=2 HP	UND	1	665.06	665.06
7.20	Equipo Hidroneumático (incluye 1 tanque de 60L, accesorios e instalación)	UND	1	241.22	241.22
7.21	Micromedidor de Agua	UND	7	10.75	75.25
7.22	Macromedidor de Agua	UND	1	25.36	25.36
7.23	Caja para medidores	UND	1	81.78	327.12
7.24	Cisterna 3 x 6 x 2.6 m	UND	1	6,411.87	6,411.87
7.25	Instalación Sanitario con deposito	UND	13	249.34	3,241.42
7.26	Instalación de lavabo	UND	13	152.27	1,979.51
7.27	Instalación de fregadero	UND	9	114.25	1,028.25
7.28	Instalación ducha individual	UND	12	93.97	1,127.64
8	Agua Caliente				
8.1	Suministro e Instalación Tubería PP 1 1/4"	ML	18	5.82	104.76
8.2	Suministro e Instalación Tubería PP 1"	ML	3	3.63	10.89
8.3	Suministro e Instalación Tubería PP 3/4"	ML	67	3.33	223.11
8.4	Suministro e Instalación Tubería PP 1/2"	ML	128	4.06	519.68
8.5	Suministro e Instalación Codo HH 90° PP 1 1/4"	UND	4	7.10	28.40
8.6	Suministro e Instalación Codo HH 90° PP 3/4"	UND	6	3.86	23.16
8.7	Suministro e Instalación Codo HH 90° PP 1/2"	UND	67	3.50	234.50
8.8	Suministro e Instalación Tee PP 1 1/4"	UND	6	7.40	44.40
8.9	Suministro e Instalación Tee PP 1"	UND	1	5.55	5.55
8.10	Suministro e Instalación Tee PP 3/4"	UND	18	4.35	78.30
8.11	Suministro e Instalación Tee PP 1/2"	UND	23	3.66	84.18
8.12	Suministro e Instalación Reductor PP 1 1/4" x 1"	UND	1	3.73	3.73
8.13	Suministro e Instalación Reductor PP 1" x 3/4"	UND	1	4.06	4.06
8.14	Suministro e Instalación Reductor PP 3/4" x 1/2"	UND	19	2.74	52.06
8.15	Suministro e Instalación Llave de Paso PP Roscable 1/2"	UND	12	8.16	97.92
8.16	Suministro e Instalación válvula de compuerta metálica 3/4"	UND	11	16.04	176.44

8.17	Bomba de Calor (incluye 1 bomba, accesorios en tubería, válvulas e instalación), P=40 Kw/h	UND	1	3,174.08	3,174.08
8.18	Macromedidor de agua	UND	1	25.36	25.36
9	Drenaje Sanitario y Pluvial				
9.1	Suministro e Instalación Tubería PVC 4" Sanitaria	ML	164	8.27	1,356.28
9.2	Suministro e Instalación Tubería PVC 3" Sanitaria	ML	13	7.70	100.10
9.3	Suministro e Instalación Tubería PVC 2" Sanitaria	ML	50	5.02	251.00
9.4	Suministro e Instalación Tubería PVC 4" Ventilación	ML	17	8.27	140.59
9.5	Suministro e Instalación Codo Sanitario PVC 90° E/C 4"	ML	11	7.74	85.14
9.6	Suministro e Instalación Codo Sanitario PVC 45° E/C 4"	UND	45	9.50	427.50
9.7	Suministro e Instalación Codo Sanitario PVC 45° E/C 3"	UND	3	6.21	18.63
9.8	Suministro e Instalación Codo Sanitario PVC 45° E/C 2"	UND	15	4.47	67.05
9.9	Suministro e Instalación Tee Sanitaria PVC E/C 4"	UND	4	9.21	36.84
9.10	Suministro e Instalación Yee Sanitaria PVC E/C 4"	UND	14	6.36	89.04
9.11	Suministro e Instalación Yee Sanitaria PVC E/C 3"	UND	8	5.79	46.32
9.12	Suministro e Instalación Yee Sanitaria PVC E/C 2"	UND	3	2.85	8.55
9.13	Suministro e Instalación Yee Sanitaria Doble PVC 4"	UND	5	21.93	109.65
9.14	Suministro e Instalación Yee Reductora Sanitaria PVC E/C 4" x 2"	UND	26	4.25	110.50
9.15	Suministro e Instalación Yee Reductora Sanitaria PVC E/C 4" x 3"	UND	3	7.74	23.22
9.16	Suministro e Instalación Reductor Excéntrico PVC 4" x 2"	UND	10	4.31	43.10
9.17	Suministro e Instalación Reductor Excéntrico PVC 4" x 3"	UND	4	5.13	20.52
9.18	Suministro e Instalación Reductor Excéntrico PVC 3" x 2"	UND	4	3.84	15.36
9.19	Suministro e Instalación Sifón Sanitario PVC 2"	UND	13	5.04	65.52
9.20	Suministro e Instalación Rejilla de Desagüe 4"	UND	5	13.09	65.45
9.21	Suministro e Instalación Rejilla de Desagüe 2"	UND	30	9.33	279.90
9.22	Caja de revisión 0.8 x 0.8 x 0.8 m	UND	2	111.36	222.72
9.23	Caja de revisión 1 x 1 x 1 m	UND	1	126.17	126.17
10	Sistema Contraincendios Gabinetes				
10.1	Tubería de acero, de D=2 1/2", suspendida bajo techo o sobre bancada de apoyo con piezas de sujeción, codos, tees y demás accesorios, instalada y probada.	ML	28	65.57	1,835.96
10.2	Gabinete Metálico con vidrio 0.8 x 0.8 x 0.2 m anclado a muro (incluye extintor)	UND	5	732.51	3,662.55
10.4	Equipo de bombeo contra incendios, formado por una bomba principal de 21HP, caudal de 6 lt/s, 82 m.c.a., totalmente montados en bancada metálica, incluidos todos los accesorios como calderín con membrana neumática, valvulería, presostatos y cuadro eléctrico.	UND	1	5,074.81	5,074.81
10.5	Siamesa Bronce 4" X 2.1/2" X 2.1/2"	UND	1	196.41	196.41
11	Sistema Contraincendios Rociadores				

11.1	Tubería de acero, de D=3", suspendida bajo techo o sobre bancada de apoyo con piezas de sujeción, codos, tes y demás accesorios, instalada y probada.	ML	3	89.44	268.32
11.2	Tubería de acero, de D=2 1/2", suspendida bajo techo o sobre bancada de apoyo con piezas de sujeción, codos, tes y demás accesorios, instalada y probada.	ML	46	65.57	3,016.22
11.3	Tubería de acero, de D=1", suspendida bajo techo o sobre bancada de apoyo con piezas de sujeción, codos, tes y demás accesorios, instalada y probada.	ML	74	41.84	3,096.16
11.4	Rociador Comercial Cobertura Estándar 1/2" K80 RD030, color de bulbo naranja.	UND	31	31.12	964.72
11.5	Equipo de bombeo contra incendios, formado por una bomba principal de 21HP, caudal de 8 lt/s, 65 m c.a., totalmente montados en bancada metálica, incluidos todos los accesorios como calderín con membrana neumática, valvulería, presostatos y cuadro eléctrico.	UND	1	5,074.81	5,074.81
				TOTAL	213,850.26

4.4 Cronograma valorado de trabajo

El tiempo estimado para la ejecución de la obra es de 10 meses. Durante este periodo se llevarán a cabo las obras preliminares, instalaciones hidrosanitarias y la parte estructural de la edificación.

4.5 Fórmula de reajuste de precios y cuadrilla tipo

Se presenta el cálculo de la fórmula polinómica en base a los componentes agrupadostanto de mano de obra, materiales y equipos:

Tabla 73. Fórmula Polinómica de reajuste de precios
Elaborado por: Velásquez, J

TERMINOS		
B	Mano de Obra	0.241
C	Acero en barras	0.219
D	Madera aserrada. cepillada y/o escuadrada (preparada)	0.178
E	Cemento Portland Tipo I Sacos	0.077
F	Tubos y Acc. de hierro o acero (I)	0.040
G	Tubos y accesorios de PVC Para desagüe	0.011
H	Equipo y maquinaria de Construcción vial	0.010
I	Tubos y accesorios de PVC Para presión	0.003
J	Tubos y Accesorios de Polipropileno de Alta Densidad	0.003
X	Componentes No Principales	0.218
		1.000

Fórmula Polinómica:

$$Pr=Po(0.241 B1/Bo + 0.219 C1/Co + 0.178 D1/Do + 0.077 E1/Eo + 0.04 F1/Fo + 0.011 G1/Go + 0.01 H1/Ho + 0.003 I1/Io + 0.003 J1/Jo + 0.218 X1/Xo)$$

La cuadrilla tipo, en función de las categorías ocupacionales que se presentan en la Contraloría General del Estado, consta de:

Tabla 74. Cuadrilla tipo
Elaborado por: Velásquez, J

ESTR. OC. B3	0.021
ESTR. OC. C1	0.031
ESTR. OC. C1 CHOFER	0.001
ESTR. OC. D2	0.326
ESTR. OC. E2	0.621
	1.000

$$Bo = (0.021 \text{ ESTR. OC. B3} + 0.031 \text{ ESTR. OC. C1} + 0.001 \text{ ESTR. OC. C1 CHOFER} + 0.326 \text{ ESTR. OC. D2} + 0.621 \text{ ESTR. OC. E2})$$

4.6 Especificaciones técnicas

4.6.1 Desbroce y Limpieza del Terreno Descripción:

Este concepto de trabajo consiste en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc y cualquier vegetación.

Especificaciones:

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.

Previo a la ejecución se requiere:

- Reconocimiento del terreno en el que se proyecta la edificación.
- Determinar las precauciones y cuidados para no causar daños y perjuicios a propiedades ajenas, que se encuentren contiguas a la zona de trabajo.
- Definir los límites del área que va ser limpiada, ya sea por descripción en planos o por indicación de la fiscalización.

Durante la ejecución:

- Comprobación de la ejecución correcta de los trabajos.
- El material o elementos retirados y que puedan ser utilizados en el proceso de construcción, previa indicación de fiscalización, serán ubicados en un sitio determinado de la obra.
- Acarreo permanente del material retirado, hacia el sitio especificado por el Municipio para su desalojo.

Posterior a la ejecución:

- Aprobación de los trabajos correctamente ejecutados.
- Mantenimiento del terreno limpio, libre de escombros y maleza.

Medición y forma de pago:

Se medirá el área del terreno realmente limpiada y su pago se lo efectuará por metro cuadrado “m²”. No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el Constructor fuera de las áreas que se indique en el proyecto, o disponga el ingeniero Fiscalizador de la obra.

Concepto de trabajo:

500004 Desbroce y Limpieza del terreno.

4.6.2 Replanteo y Nivelación

Descripción:

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

Especificaciones:

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 teodolitos, 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. Estos hitos serán mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

Previo a la ejecución se requiere:

- Previo a la ejecución del rubro, se comprobará la limpieza total del terreno, con retiro de escombros, malezas y cualquier otro elemento que

interfiera el desarrollo del rubro.

- Inicialmente se verificará la exactitud del levantamiento topográfico existente: la forma, linderos, superficie, ángulos y niveles del terreno en 22 el que se implantará el proyecto, determinando la existencia de diferencias que pudiesen afectar el replanteo y nivelación del proyecto; en el caso de existir diferencias significativas, que afecten el trazado del proyecto, se recurrirá a la fiscalización para la solución de los problemas detectados.
- Se recomienda el uso de mojones de hormigón y estacas de madera resistente a la intemperie.

Durante la ejecución:

- La localización y replanteo de ejes, niveles, centros de columnas y alineamiento de la construcción debe ser aprobada por fiscalización y verificada periódicamente.
- Los puntos de referencia de la obra se fijarán con exactitud y deberán marcarse mediante puentes formados por estacas y crucetas, mojones de hormigón, en forma estable y clara.

Posterior a la ejecución:

- Es necesario mantener referencias permanentes a partir de una estación de referencia externa.
- Se realizará la verificación total del replanteo, mediante el método de triangulación, verificando la total exactitud y concordancia con las medidas determinadas en los planos.
- El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta lograr su concordancia total con los planos.

Medición y forma de pago:

Para su cuantificación se medirá el área del terreno replanteada y su pago se realizará por metro cuadrado “m²”.

Concepto de trabajo:

500001 Replanteo y nivelación.

4.6.3 Excavaciones Descripción:

Se entenderá por excavación a los cortes de terreno para la conformación de plataformas, taludes o zanjas o para cimentar estructuras alojar tuberías u otros propósitos, incluyendo las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para construir las obras civiles respectivas, según lo indicado en los planos arquitectónicos. Las excavaciones pueden ser de tipo manual o a máquina.

Excavación a mano: Es aquella que se realice sin la participación de equipos mecanizados ni maquinarias pesadas, en materiales que pueden ser removidos mediante la participación de mano de obra y herramienta menor, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5 cm, y el 40% del volumen excavado.

Excavación a máquina: Es la excavación que se realiza mediante el empleo de equipos mecanizados, y maquinaria pesada. Este tipo de excavación se utilizará para realizar los respectivos cortes previos a la conformación de los terraplenes donde se implantará las diferentes estructuras. Así mismo para la construcción de sub-drenes, de infraestructura sanitaria o aquellas excavaciones requeridas en el lecho de los ríos para la construcción de los pasos subfluviales.

Especificaciones:

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de

conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

Está prohibido al Constructor interrumpir las vías de circulación sin los permisos correspondientes, y está obligado a solicitar el catastro de las obras existentes, para dar las soluciones respecto a las interferencias que puedan presentarse. El replanteo del terreno determinará la zona a excavar y se iniciará con la ubicación de los sitios de control de niveles y cotas, para luego ubicar el equipo mecánico, aprobado por fiscalización, para la remoción de la primera capa de terreno.

Toda la excavación será ejecutada en capas similares, es decir que la excavación total de la obra lleve nivel continuo a medida que se avanza con el rubro, en las profundidades sucesivas recomendadas por el estudio de suelos o por la fiscalización. 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.

Después de terminar cada excavación, de acuerdo a las indicaciones de los planos y del Fiscalizador, el contratista deberá informar de inmediato al Fiscalizador y no podrá iniciar la construcción hasta que el fiscalizador haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase de material de la cimentación. No se alterará El terreno natural adyacente a las obras.

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.

Cualquier contaminación del material de mejoramiento será responsabilidad del constructor y a su costo, por lo que deberá tomar todas las medidas necesarias que eviten.

Previo a la ejecución se requiere:

- Determinación y trazado de las excavaciones que deben efectuar manualmente, de acuerdo a los planos del proyecto.
- Ninguna excavación se podrá efectuar en presencia de agua, cualquiera que sea su procedencia.
- Colocación de barreras, señales y si es necesario luces, en los bordes de las excavaciones.
- Determinación de los lugares de acopio del material resultante de la excavación, para su posterior desalojo.

Durante la ejecución:

- La excavación a máquina, bajo ningún concepto se realizará hasta la cota final de diseño, para los espacios o lugares en los que se cimentarán elementos estructurales. Estos deberán terminarse a mano, en los últimos 10 cm.
- Los materiales producto de la excavación serán dispuestos temporalmente a los costados de la excavación, de forma que no interfiera en los trabajos que se realizan y con la seguridad del personal y las obras.
- Para protección de las excavaciones, deberán utilizarse taludes, entibados, tablestacas, acodalamientos u otro sistema con capacidad resistente para evitar derrumbes, de ser necesario se deberá cubrir para evitar que el agua afecte las excavaciones. Los costos que estas actividades representen serán a cuenta del contratista y se deberá considerar en el análisis del precio unitario de este rubro.
- Verificación de cotas y niveles de las excavaciones. Cualquier excavación en exceso, será a cuenta del constructor y deberá igualmente realizar el respectivo relleno, conforme las indicaciones del consultor del estudio de suelos, estructural y la fiscalización. A criterio de fiscalización y/o

constructor, cuando se llegue a nivel de fundación y se encuentre un terreno diferente al determinado en el estudio de suelos, se verificarán la resistencia efectiva y se solicitará al calculista y al consultor de los estudios de suelos las soluciones para los elementos estructurales.

Posterior a la ejecución:

- Verificar las tolerancias permitidas, para cotas y secciones transversales no podrá variar en más de 20 mm.
- Realizar una prueba de resistencia efectiva del suelo a nivel de fundaciones estructurales y comparación de los resultados obtenidos con los de diseño. • Previo a la colocación de hormigón no debe existir agua en la excavación, y así se mantendrá hasta que hayan fraguado morteros y hormigones.
- Desalojar el material excavado de acuerdo a la disposición de fiscalización, a los lugares permitidos por la municipalidad.

Medición y forma de pago:

La excavación sea a mano o a máquina se pagará en metros cúbicos “m³” con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del Fiscalizador. Se tomarán en cuenta las sobreexcavaciones.

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.

Concepto de trabajo:

500048 Excavación de material sin clasificar a máquina. 500029 Excavación de material sin clasificar manual.

4.6.4 Transporte de Material

Descripción:

En este se incluye el cargado y el transporte de los materiales producto de las excavaciones y limpieza, hasta el lugar que indique la Fiscalización. El recorrido máximo es de 6 Km. pasado los cuales se pagará sobreacarreo con el valor determinado en el desglose de precios unitarios. No se incluye en este rubro 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:

El acarreo de materiales producto de las excavaciones o determinados en los planos y o documentos de la obra, autorizados por la Fiscalización, se deberá realizar por medio de equipo adecuado sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. El transporte deberá hacerse a los sitios señalados y por las rutas de recorrido fijadas por el fiscalizador, si el contratista decidiera otra ruta u otro sitio de recepción de los materiales desalojados, o transportados, la distancia para el pago será aquella determinada por el fiscalizador o los planos.

Previo a la ejecución se requiere:

- Previamente a este trabajo todas las obras componentes del proyecto deberán estar totalmente terminadas.

Durante la ejecución:

- El Constructor deberá retirar de los sitios ocupados aledaños a las obras las basuras o desperdicios, los materiales sobrantes y todos los objetos de su propiedad o que hayan sido usados por él durante la ejecución de los trabajos y depositarlos en los bancos del desperdicio señalados por el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra.

Medición y forma de pago:

La limpieza y desalojo de materiales le será medido y pagado al Constructor en metros cúbicos “m³”, recorridos hasta 6 km.

Concepto de trabajo:

515225 Transporte de material hasta 6 km. 500103 Sobre acarreo (distancia mayor a 6 Km).

4.6.5 Rellenos Descripción:

Será el conjunto de operaciones para la construcción de rellenos con material de mejoramiento aprobado previamente por Fiscalización, hasta llegar a los niveles y cotas determinadas y requeridas. 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.

Especificaciones:

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con el material indicado.

Como norma general el apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos. Es importante que el relleno seleccionado esté libre de material orgánico y, si es material granular, el tamaño del agregado será menor o igual que 5 cm.

Previo a la ejecución se requiere:

- Definición de la granulometría, humedad óptima y la densidad máxima. Verificación del índice de plasticidad del material de relleno permitido y porcentaje máximo permisible de materia orgánica.
- En general y de no existir especificación contraria, el grado de compactación de los rellenos, mediante verificación con los ensayos de campo, deberán satisfacer al menos el 96% de la densidad establecida.
- Las excavaciones tendrán las paredes rugosas, para mejorar la adherencia del relleno.
- Todo relleno se efectuará en terrenos firmes, que no contengan agua, materia orgánica, basura y otros desperdicios.

Durante la ejecución:

- Trazado de niveles y cotas que determine el proyecto, hasta donde llegará el relleno.
- Tendido y conformación de capas no mayores de 200 mm de espesor.
- Compactación de cada capa de material, desde los bordes hacia el centro del relleno.
- Verificación del cumplimiento de la humedad óptima y de la compactación mínima requerida, antes de continuar con las siguientes capas de relleno. Se realizarán pruebas de humedad y densidad, según ensayos de campo para rellenos no estructurales por cada 100 m² o 20 m³, y/o según las especificaciones del proyecto o indicaciones de fiscalización. Adicionalmente deberá realizarse las pruebas de resistencia del suelo en los rellenos ejecutados, para elementos estructurales.

Posterior a la ejecución:

- Evitar circular con equipo pesado o acumular materiales en las zonas de relleno.
- Verificación del nivel exigido en el proyecto, aceptándose una tolerancia máxima de 20 mm. de diferencia en cualquier dirección.
- Retiro y limpieza de material sobrante o desperdicios de cualquier tipo; corte final de taludes.
- Protección de los rellenos, hasta su cubrimiento o utilización.

Medición y forma de pago:

El relleno y compactación que efectúe el Constructor será medido para fines de pago en metros cúbicos “m³”, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al Constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

Concepto de trabajo:

515533 Relleno con Material de Mejoramiento Compactado.

4.6.6 Replanteo con Hormigón $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$

Descripción:

Se refiere a la construcción de la capa de hormigón en el fondo de las excavaciones destinadas a recibir cimientos de hormigón. Antes de iniciar la colocación del acero del refuerzo, o la piedra si se trata de hormigón ciclópeo, se vaciará sobre el fondo limpio y nivelado de la excavación, una capa de hormigón simple de acuerdo a lo especificado en los planos estructurales. Como mínimo 7 cm. en plintos y zapatas y 5 cm. en cimientos de muros, vigas de cimentación y paredes.

Especificaciones:

El hormigón cumplirá con lo indicado en la especificación técnica de “Hormigón

de cemento portland” del presente estudio.

Previo a la ejecución se requiere:

- Revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos arquitectónicos y estructurales del proyecto. Verificación de la resistencia efectiva del suelo, para el replantillo de cimentaciones estructurales.
- Las superficies de tierra, Sub-base o suelo mejorado, deberán ser compactadas y estar totalmente secas.
- Excavaciones terminadas y limpias, sin tierra en los costados superiores.
- Niveles y cotas de fundación determinados en los planos del proyecto. 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.

Durante la ejecución se debe controlar:

- Calidad del hormigón vertido.
- Conformación de pendientes y caídas que se indiquen en planos.
- Espesor mínimo determinado en planos. Posterior a la ejecución:
- Prever inundaciones o acumulaciones de basura y desperdicios antes de la utilización del replantillo.
- Evitar el tránsito y carga del replantillo recién fundido.
- Cargas sobre el replantillo se aplicará cuando el hormigón haya adquirido suficiente resistencia o cuando Fiscalización autorice.

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.

Concepto de trabajo:

515460 Replantillo con Hormigón $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$.

4.6.7 Encofrados y Desencofrados de Madera

Descripción:

Se entiende por encofrado 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:

Requerimientos previos:

- Determinación de las cargas vivas, muertas y esfuerzos que soportará el encofrado.
- Diseño y cálculo de los encofrados a utilizar.
- El diseño deberá indicar la forma para el ensamble, arriostamiento, apuntalamiento y desarmado de los encofrados.
- Prever el cumplimiento de las tolerancias máximas permitidas para la fabricación y colocación del concreto: se observará a menos que fiscalización o las especificaciones estructurales determinen lo contrario,

lo establecido en el A.C.I. (American Concrete Institute)

- Todos los encofrados serán rígidos, resistentes, impermeables al mortero y limpios.
- Los enlaces o uniones de los distintos componentes de los encofrados, serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se ejecute con facilidad.
- Se presentarán muestras de la madera para encofrados y de los tableros realizados. La elaboración de los tableros se realizará del tamaño adecuado que permita el manejo manual de los obreros durante el encofrado y desencofrado de éstos o por los medios adicionales que el constructor implemente en obra. Se basará en una coordinación y tomando en cuenta las medidas comerciales de la madera a ser utilizada, de tal forma que el desperdicio sea el mínimo posible. La estructura de los tableros distribuirá las alfajías a una máxima distancia de 600mm entre ejes, en sentido transversal y longitudinal y además, se verificará que la lámina de la madera contrachapada en contacto con el hormigón sea lisa. Se recomienda que las medidas más usuales para tableros sean de 600x 1200mm. Los puntales irán con una separación adecuada, de acuerdo al material y contra venteados entre sí para mantener su forma y posición, los que no se apoyarán en ningún caso en forma directa al suelo y se utilizará elementos resistentes que evite el punzonamiento del mismo.

Medición y forma de pago:

Se medirá el área efectiva de encofrado lateral, 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.

Concepto de trabajo:

515722 Encofrado recto de madera para zapatas y vigas de cimentación. 500198 Encofrado recto de madera para columnas.

500200 Encofrado recto de madera para vigas. 500201 Encofrado recto de madera para losas.

4.6.8 Acero de refuerzo

Descripción:

Acero en barras:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, muros, canales, pozos especiales, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, etc.; de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

Malla electrosoldada:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte y colocación de malla electrosoldada de diferentes dimensiones que se colocará en los lugares indicados en los planos respectivos.

Especificaciones:

El acero utilizado estará libre de toda suciedad, escamas sueltas, pintura, herrumbre u otra sustancia que perjudique la adherencia con el hormigón. Los cortes y doblados se efectuarán de acuerdo con las planillas de hierro de los planos estructurales revisados en obra y las indicaciones dadas por el calculista y/o la fiscalización.

El armado y colocación será la indicada en planos; se verificará que los trabajos previos como replantillos, encofrados y otros se encuentren terminados, limpios y en estado adecuado para recibir el hierro de refuerzo. Conforme al orden de ejecución de la estructura, se colocará y armará el acero de refuerzo, cuidando

siempre de ubicar y asegurar el requerido para etapas posteriores, antes de los hormigonados de las etapas previas.

Se tendrá especial cuidado en el control del espaciamiento mínimo entre varillas, en la distribución de estribos y en el orden de colocación en los lugares de cruces entre vigas y columnas. Igualmente deberá verificarse en la distribución y colocación de estribos, que los ganchos de estos, se ubiquen en forma alternada.

Todo armado y colocación, será revisado en detalle con lo dispuesto en los planos estructurales, disponiéndose de las correcciones y enmiendas hasta el total cumplimiento de los mismos.

En todos los elementos terminados, se controlará los niveles y plomos de la armadura y la colocación de separadores, sillas y demás auxiliares para la fijación y conservación de la posición del hierro y el cumplimiento de los recubrimientos mínimos del hormigón.

Durante la ejecución se debe controlar:

- El acero de refuerzo, para poder ser utilizado en la obra cumplirá, con las especificaciones establecidas en la norma NEC-SE-AC, así como también, deberá cumplir con las normas para "acero de refuerzo" dadas por el ACI y las que constan en las normas de la ASTM-A615 grado 40, ASTM - A617 grado 40, o con normas equivalentes aceptadas en Ecuador, por los organismos de control de calidad, esto es, debe cumplir los requisitos técnicos del INEN 101, INEN 102, INEN 103, INEN 104.
- El acero de refuerzo debe cumplir con las indicaciones particulares que constan en los planos de diseño de cada proyecto y en cada uno de sus componentes.
- Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el fiscalizador. • Supervisar el estado del material al momento de ser colocado en obra, en caso de presentar defectos, debe ser sustituido. • Comprobar la exactitud entre los planos y el trabajo efectuado. 32

- Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

Posterior a la ejecución:

- El Constructor deberá presentar al Fiscalizador una copia certificada de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de acero de refuerzo a la obra.
- Comprobación de la exactitud y tolerancias en la colocación de aceros de refuerzo.
- Comprobación de las medidas longitudinales y diámetros del acero colocado.
- Verificación del grado de sujeción y elementos distanciadores empleados.

Medición y forma de pago:

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg) con aproximación a la décima. Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el Constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

La malla electrosoldada se medirá en metros cuadrados instalados en obra y aprobado por el Fiscalizador y el pago se hará de acuerdo a lo estipulado en el contrato.

Concepto de trabajo:

515469 Acero de refuerzo en barras ($f_y=4200$ kg/cm²). 500144 Malla electrosoldada 8-15.

4.6.9 Preparación, Transporte, Vertido y Curado del Hormigón

Descripción:

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla de: cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos), en proporciones adecuadas; a esta mezcla pueden agregarse aditivos con la finalidad de obtener características especiales determinadas en los diseños o indicadas por la fiscalización.

Especificaciones:

Para la dosificación del hormigón se debe observar la resistencia, consistencia y tamaño máximo de los áridos, las características técnicas, forma de medida, mezclado, colocado y curado, que son los datos a partir de los cuáles se determina las cantidades de material necesarios para obtener el hormigón de la resistencia especificada.

Las proporciones definitivas deben establecerse mediante diseños y ensayos de laboratorio, cuyas especificaciones se observarán en obra. En el caso de utilizar "hormigón premezclado" se exigirá a la empresa proveedora los ensayos y resultados de los materiales utilizados, así como los diseños y resultados de los ensayos que verifiquen la resistencia del hormigón solicitado.

Cumplidos y aprobados los requerimientos previos, se inicia con el vertido de los materiales en la concretera siguiendo este orden: una parte de la dosis de agua (del orden de la mitad), el cemento y el árido fino, el árido grueso y el resto del agua. En el caso de utilizar aditivos, su utilización se regirá a las especificaciones dadas por el fabricante.

Se lo colocará y distribuirá en capas uniformes horizontales y se lo vibrará secuencialmente, impidiendo en todo momento la segregación del hormigón, presiones sobre los encofrados que excedan las de diseño y el fraguado de las capas inferiores antes de la colocación de la superior. Los vibradores transmitirán vibraciones con frecuencias mayores a los 4.500 impulsos por minuto, impidiendo su utilización para conducir el hormigón a su sitio de colocación, y no se ubicarán contra los encofrados o acero de refuerzo. El período de curado

mínimo debe ser de siete días o hasta que el hormigón alcance el 70 % de su resistencia de diseño.

En el momento de desencofrado, se cuidará de no provocar daños y desprendimientos en las aristas del elemento fundido, y de existir se procederá a cubrir las fallas en forma inmediata, por medio de un mortero de similares características al hormigón utilizado.

Agua:

Se entenderá por suministro de agua para la formación de rellenos, mamposterías y hormigones de estructuras, al conjunto de operaciones que deba efectuar el constructor para disponer en el lugar de las obras. El agua a utilizar deberá ser razonablemente limpia de impurezas. El agua potable será considerada satisfactoria para emplear en la fabricación de morteros y hormigones. El agua para la fabricación de morteros y hormigones, podrá contener un máximo de impurezas que se detalla en porcentajes:

- Acidez y alcalinidad calculadas en términos de carbonato de calcio: 0,05 %.
- Sólidos orgánicos total 0,05 %.
- Sólidos inorgánicos total 0,05 %. Se la debe mantener en recipientes limpios y que posean un sistema de cubierta (tapados), en lo posible se recolectará agua para una jornada de trabajo.

Cemento Portland:

Es el producto obtenido por la pulverización del Clinker Pórtland, con la posible adición durante la molienda de una o más de las formas de sulfato de calcio, y/u otros materiales adecuados en proporciones que no sean nocivas para el comportamiento posterior del producto.

El contratista usará de preferencia el cemento nacional Portland Standard que cumpla con las especificaciones de la ASTM y INEN 152 tipo I. No se utilizarán cementos de diferentes marcas en una misma fundición.

El cemento Pórtland cumplirá con los requisitos:

- El tiempo de fraguado mínimo y máximo será de 45 minutos y 375 minutos respectivamente, según el método de Vicat.
- La mínima resistencia a la compresión será:
a los 3 días 12.4 MPa
a los 7 días 19.3 MPa
a los 28 días 27.6 MPa
- La resistencia a cualquier edad deberá ser mayor que la resistencia de una edad precedente. El cemento se puede entregar y transportar a granel o envasado en bolsas de papel kraft u otro material que asegure la eficiente protección del producto. Al ser envasado el contenido neto nominal será de 50 kg. El bodegaje se lo hará en un lugar cubierto, seco y ventilado, se recomienda levantar del piso sobre una tarima de 15cm. de alto, para poder apilar en rumas no superiores a 12 sacos cada una.

Árido Fino:

El árido fino es la arena cuyas partículas atraviesan por el tamiz INEN 4,75 mm. y son retenidas en el tamiz INEN 75 um.¹

La arena a emplearse será de primera calidad, limpia, silíceo y áspera al tacto. El grano será grueso, mediano o fino, mezclado según su empleo, de acuerdo a las dosificaciones del cuadro de hormigones. Para el muestreo del material que ingrese a obra deberá tomarse y examinarse de cada lote por separado.

Cuando se obtiene arena del banco natural o por trituración se la transportará al granel hasta el sitio de la obra. Se recomienda el bodegaje en un lugar cubierto por la posibilidad de que el agregado pueda saturarse de humedad, polvos o residuos que perjudiquen sus características. El constructor garantizará la conservación y buen estado del árido fino hasta el momento de su utilización.

Árido Grueso:

Será el árido (ripio o grava) cuyas partículas son retenidas por el tamiz INEN No. 4 (4,75 mm.). Los agregados gruesos para el hormigón estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de ellos.

El ripio utilizado se compondrá de piedra granítica triturada o similar, limpia de material calcáreo o arcilloso. Se calificará a un ripio de "bueno" cuando provenga de roca granítica, no deberá ser escamoso, ni laminado, ni de partículas alargadas, deben ser limpios y libres de recubrimientos calcáreos o arcillosos.

Para el muestreo del material que ingrese a obra deberá examinarse a cada lote por separado y cuando los áridos se encuentren en movimiento; es decir, durante la descarga del material. La fiscalización determinará las pruebas que crea necesarias, para determinar el buen estado del agregado, exigiendo los ensayos de control de calidad del producto.

El árido obtenido de un banco natural o por trituración será transportado a granel. Se recomienda el bodegaje en un lugar cubierto por la posibilidad de que el agregado pueda saturarse de humedad, polvos o residuos que perjudiquen sus características.

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; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

Concepto de trabajo:

515440 Hormigón $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$.

4.6.10 Colocación de Bloques de Alivianamiento en Losas

Descripción:

Hace referencia al replanteo y trazado en obra, de la distribución de vigas, nervadura y alivianamientos determinados en planos estructurales. El objetivo es el trazado de la ubicación de los elementos estructurales y la colocación de bloques de alivianamiento de espuma flex, de 40x20x15 cm, o huecos resultantes de la ubicación de casetones desmontables luego de la fundición; según los planos estructurales y demás documentos del proyecto.

Especificaciones:

Con los planos estructurales y previa la revisión de los encofrados de que se encuentran estables y nivelados, se inicia el proceso de replanteo (timbrado) de los elementos de la losa a fundir.

El señalamiento de las divisiones de la nervadura, sistema de alivianamiento y vigas, se realizará en los extremos opuestos de cada lado de la losa, tomando uno de éstos como el horizontal y que será el referente para que los trazos sean efectuados en ángulo recto o los previstos en planos.

Concluida la colocación de hierro, separadores, instalaciones y cualquier otro trabajo previo, se empezará a colocar los bloques, de acuerdo con los planos y los requerimientos de la obra. No se permitirá pisar en forma directa sobre éste, por lo que se debe utilizar un sistema de apoyo, que puede ser tableros de madera o similares, que protejan al alivianamiento hasta la finalización del hormigonado.

Se requiere que previamente a la ejecución se revisen:

- Planos estructurales, arquitectónicos y de instalaciones del proyecto.
- Encofrados estables, apuntalados, nivelados y estancos terminados.
- Colocación de acero de refuerzo en vigas y nervaduras terminado.
- Instalaciones, tuberías de conductos y otros elementos que deban quedar embebidos en la losa, terminados.

- Verificación y control de alivianamientos: medidas y tolerancias. Durante la ejecución se debe controlar:
- Acero estructural y su sistema de fijación.
- Verificación de medidas y ubicación de los bloques.
- Sistema de instalaciones concluido y protegido (sobre los bloques).
- Provisión de tableros, para evitar la circulación en forma directa sobre los bloques y armadura de refuerzo.
- Reemplazo de alivianamientos defectuosos o rotos.

Posterior a la ejecución:

- Sujeción de los aceros de refuerzo que se coloquen sobre el alivianamiento.
- Revisión general de las instalaciones.
- Verificación de nivelación y estabilidad de los encofrados.

Medición y forma de pago:

La medición se la hará por cantidad de unidades colocadas en obra, sin tomar en cuenta los reemplazos que se realicen durante el proceso. Su pago será en unidades "UND".

Concepto de trabajo:

500323 Bloques alivianados de 40x20x15 cm.

4.6.11 Suministro e Instalación de Tubería PVC roscable para Agua Fría Descripción:

La construcción de una red de tuberías para agua potable tiene como objeto terminar en una o más salidas, conocidas como "Punto de agua" en los diámetros establecidos en planos, desde el cual se da servicio a un artefacto sanitario o toma de agua para diferente uso.

Especificaciones:

El proceso de instalación se iniciará por el sitio de acometida de cada ambiente, mediante una universal, instalando luego las tuberías que recorren hasta los ambientes de baños o áreas de servicio, para concluir con la ubicación de los puntos de agua en estas áreas.

Se determinará el material necesario para una jornada de trabajo y se solicitará en bodega; el sobrante al final de la jornada será devuelto a bodega. Para determinar la longitud de tramos de tuberías a cortarse, se ubican los accesorios que se conectarán a los extremos del tramo y se medirá con el traslape necesario para su conexión al accesorio.

Para el roscado se utilizará la tarraja apropiada para tubería PVC con el dado y la guía que corresponda al diámetro del tubo con la especificación de rosca NPT; el roscado se realizará en una sola operación continua, sin cortar la viruta y regresando la tarraja; los filetes deberán ser precisos y limpios. Se cuidará que, al momento de conectar cada tramo de tubería, éste se encuentre limpio en su interior; el ajuste se realizará manualmente con un remate de una o dos vueltas con llave de tubo, sin forzar el ajuste perjudicando la resistencia del accesorio y los hilos de la rosca.

Una vez conectadas las tuberías se someterán a una prueba de presión no menor a 100 psi, procediendo a sellar todas las salidas en el tramo probado mediante tapones; se presurizará la red de tuberías con una bomba manual o motorizada provista de manómetro, hasta la presión de prueba manteniéndola por un lapso de quince minutos para proceder a inspeccionar la red.

La existencia de fugas será motivo de ubicación y reparación, para proceder a una nueva prueba, y cuyos costos serán a cargo del constructor. Alcanzada una presión estable de prueba, se mantendrá un tiempo mínimo de 24 horas. Fiscalización realizará la aprobación o rechazo de los puntos concluidos, verificando el cumplimiento de esta especificación, los resultados de pruebas de los materiales y de presión de agua y de la ejecución total del trabajo.

Medición y forma de pago:

La medición se hará por unidad y su pago será por metro lineal "ml". Los recorridos para llegar a los ambientes y los montantes, se cubirán como rubro aparte, como recorridos en los diámetros correspondientes.

Concepto de trabajo:

502912 tubería PVC d=1 1/2". 502906 tubería PVC d=1".

502905 tubería PVC d=3/4". 502904 tubería PVC d=1/2".

4.6.12 Suministro e Instalación de Accesorios de Polipropileno para Agua Fría y Caliente

Descripción:

Comprende los codos, tees, yees, reducciones, tapones uniones de reparación de polipropileno de alta densidad roscable compatible con tuberías de PVC que serán utilizados en el proyecto.

Especificaciones:

Los accesorios serán de un solo cuerpo fabricado por inyección en molde. No se aceptarán accesorios armados con uniones con cemento solvente para ningún diámetro. Los extremos de los accesorios de Polipropileno deben ser moldeados en fábrica con un canal en su interior, en los nudos se alojarán los cauchos o anillos elastomérico.

Para la conexión de accesorios y tuberías se empleará un sellante que asegure una junta estanca como cinta teflón o sella roscas para tubería PVC. Los accesorios cumplirán los requisitos establecidos en la Norma INEN 1373 (en lo relativo a diámetros y espesores) y en general a lo establecido en la Norma ISO 2045.

Medición y forma de pago:

Serán cuantificados en unidades "UND" y pagados según su tipo y diámetro. Su pago se efectuará una vez que se encuentren instalados y probados en obra.

Concepto de trabajo:

515708 suministro e instalación de Codo 90° PP d=1 1/4" 515696 suministro e instalación de Codo 90° PP d=1".

515697 suministro e instalación de Codo 90° PP d=3/4". 515698 suministro e instalación de Codo 90° PP d=1/2".

515699 suministro e instalación de Tee PP d=1 1/2". 515709 suministro e instalación de Tee PP d=1 1/4". 515700 suministro e instalación de Tee PP d=1".

515701 suministro e instalación de Tee PP d=3/4". 515702 suministro e instalación de Tee PP d=1/2". 515703 suministro e instalación Reductor PP 1 1/2" x 1/2". 515710 suministro e instalación Reductor PP 1 1/4" x 1" 515704 suministro e instalación Reductor PP 1" x 3/4" 515705 suministro e instalación Reductor PP 3/4" x 1/2".

4.6.13 Suministro e instalación de Tubería de Polipropileno para Agua Caliente

Descripción:

Se entenderá por tubería PP roscable, al conjunto de operaciones que deberá ejecutar el contratista para proveer e instalar en los lugares que señale el proyecto y/o el Fiscalizador, la tubería y accesorios que se requieran en la construcción del sistema de agua potable con tubería PP. Esta tubería es exclusivamente de la red de alimentación o principal, es decir no llega o alimenta directamente a ningún aparato sanitario: lavamanos, fregadero, inodoro o urinario.

Especificaciones:

Este rubro consiste en la provisión e instalación de la tubería de Polipropileno "PP" roscable con una presión nominal de trabajo a 20°C de 1 Mpa y a 40°C de 0.65 Mpa, y sus respectivos accesorios del mismo material.

El trabajo de instalación lo realizará personal calificado y con experiencia, con las herramientas y equipos apropiados y en buen estado. Los materiales mínimos son: Tubo PP roscable en la longitud necesaria en el proyecto, sellador para tuberías de PP, y los accesorios suficientes y necesarios para su instalación.

Previo a la operación del sistema, se deben realizar pruebas de presión para garantizar el servicio.

Medición y forma de pago:

Se cuantificará en metros lineales “ML” efectivamente ejecutados, con una aproximación de 2 decimales, midiendo la cantidad efectivamente trabajada en obra, y aceptada por el Fiscalizador.

Concepto de trabajo:

515716 suministro e instalación Tubería PP 1 1/4". 502926 suministro e instalación Tubería PP 1".

502925 suministro e instalación Tubería PP 3/4". 502924 suministro e instalación Tubería PP 1/2".

4.6.14 Suministro e instalación de Llaves de Paso

Descripción:

La función de una llave de paso es la de controlar el flujo de agua a través de una tubería de abastecimiento a una vivienda, a un servicio sanitario o a un grupo de ellos.

Especificaciones:

Una vez definido y preparado el sitio en que se va a instalar una llave de paso, se solicitará en bodega el material necesario. Si la llave tiene extremos roscados, se conectará a neplos del mismo material de la tubería que se utiliza; se sellarán con teflón y permatex y se ajustará con llave de pico y llave de tubo para aguante. Su posición será perpendicular a la pared y su empotramiento se determinará con respecto al plomo de la pared terminada.

Para llave de paso con extremos soldados, serán retirados los empaques de caucho y se prepararán las juntas a soldadura con un lijado fino. La llave se soldará a tramos de tubo de cobre cortados a medida. Una vez terminada la instalación se someterá a una prueba de presión no menor a 10 psi, procediendo a sellar todas

las salidas en el tramo probado mediante tapones; se presurizará la red de tuberías con una bomba manual o motorizada provista de manómetro, hasta la presión de prueba manteniéndola por un lapso de quince minutos para proceder a inspeccionar la instalación.

Las existencias de fugas serán motivo de ubicación y reparación, para proceder a una nueva prueba, y cuyos costos serán a cargo del constructor. Alcanzada una presión estable de prueba, se mantendrá un tiempo mínimo de 24 horas.

Medición y forma de pago:

La medición y pago se hará por unidad "UND" de llave instalada, con indicación del diámetro que corresponda; verificada en obra y con los planos del proyecto.

Concepto de trabajo:

502895 suministro e instalación llave de paso 3/4". 502894 suministro e instalación llave de paso 1/2".

4.6.15 Suministro e instalación de Válvulas Check

Descripción:

Se entenderá por suministro e instalación de válvulas de retención o check el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, las válvulas que se requieran. Se entenderá por válvulas de retención o check, al dispositivo que permite que el agua circule en un solo sentido; a estas válvulas también se les denomina de anti-retorno.

Especificaciones:

El suministro e instalación de válvulas de retención comprende las siguientes actividades: el suministro y el transporte de las válvulas de retención hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuir las a lo largo de las zanjas y/o estaciones; los acoples con la tubería y/o accesorios y la prueba una vez instalada para su aceptación por parte de la Fiscalización.

El Constructor proporcionará las válvulas de retención, piezas especiales y accesorios necesarios para su instalación que se requieran según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador.

El Constructor deberá suministrar los empaques necesarios que se requieran para la instalación de las válvulas de retención. Las uniones, válvulas de retención, tramos cortos y demás accesorios serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren.

Previamente a su instalación el ingeniero Fiscalizador inspeccionará cada unidad para eliminar las que presenten algún defecto en su fabricación. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de la misma, debiendo ser repuestas de la calidad exigida por el Constructor.

Antes de su instalación las uniones, válvulas de retención y demás accesorios deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Específicamente las válvulas de retención se instalarán de acuerdo a la forma de la unión de que vengan provistas, y a los requerimientos del diseño.

Las válvulas se instalarán de acuerdo con las especificaciones especiales suministradas por el fabricante para su instalación.

Para realizar la limpieza, desinfección y prueba de las válvulas de retención se hará en conjunto con la realización de la limpieza, desinfección y prueba de la conducción o red de distribución de agua potable.

Medición y forma de pago:

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de válvulas de retención para redes de distribución, líneas de conducción y líneas de bombeo de agua potable serán medidos para fines de pago en unidades “UND” colocadas de cada diámetro, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del ingeniero Fiscalizador.

Concepto de trabajo:

506617 suministro e instalación válvula check 1". 506621 suministro e instalación válvula check 3/4".

4.6.16 Suministro e instalación de Válvulas de Compuerta

Descripción:

Se entenderá por suministro e instalación de válvulas de compuerta el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, las válvulas que se requieran. Se entenderá por válvulas de compuerta, al dispositivo de cierre para regular el paso del agua por las tuberías.

Especificaciones:

El suministro e instalación de válvulas de compuerta comprende las siguientes actividades: el suministro y el transporte de las válvulas de compuerta hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuir las a lo largo de las zanjas y/o estaciones; los acoples con la tubería y/o accesorios y la prueba una vez instalada para su aceptación por parte de la Fiscalización.

Las válvulas de compuerta se deben utilizar exclusivamente para apertura y cierre. Estas válvulas deben dejar el círculo completamente libre, para permitir la utilización de cepillos especiales de limpieza de las tuberías.

Las válvulas de compuerta no deben trabajar en posiciones intermedias porque pueden vibrar, dependiendo de caudales y presiones, o sufrir cavitación o desgastes excesivos. No se deben usar para modular, es decir cambiando continuamente de posición.

Para grandes diámetros se deben tener especificaciones claras para su construcción y para el trabajo específico para el que se destinen.

Estas válvulas vienen normalmente roscadas (para diámetros pequeños) y bridadas (para diámetros grandes).

Cuando los planos lo especifiquen, las válvulas irán provistas de un volante para operación en la parte superior del vástago. El lugar visible del volante se indicará en forma realzada y por medio de una flecha el movimiento que se dará para abrir la válvula, que siempre será en el sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.

Cuando el caso lo requiera y así lo especifiquen los planos, las válvulas podrán ir provistas de un sistema de vástago y cuadro de operación de 50x50 mm. que será de igual tamaño en todos los diámetros y servirá para ser operada por medio de la llave de válvulas.

Llevarán vástagos de rosca interior no ascendente. El casquete, cuerpo, brida, prensa, estopa y volante (s fueran con volante), serán de hierro fundido; el vástago de bronce amarillo, los anillos de asiento en el cuerpo y en la cuña, de bronce amarillo, la prensa estopa con guarnición de bronce y tuercas de acero para la brida prensa estopa.

El material del cuerpo de las válvulas se sujetará a la norma ASTM A-126 clase B; las partes de bronce a ASTM B-62, el vástago a ASTM B-147. Para el caso de ser bridadas, las bridas para unión con otros accesorios cumplirán la especificación ANSI B16.1-125 y ANSI B 16.1.250 y en el caso de presiones mayores a 275 psi usar bridas con la norma ASA.

Se fabricarán para que resistan todas las pruebas requeridas y para ello se les darán las dimensiones y espesores adecuados.

Las válvulas se someterán a una presión hidrostática de prueba para verificar que en sus partes no se presenten fugas y deformaciones permanentes debido a los esfuerzos sometidos.

La presión de prueba mínima será el doble de la presión de trabajo indicada en las respectivas listas de materiales Las válvulas deberán estar protegidas contra

la corrosión mediante el mismo revestimiento que se señala para piezas especiales o accesorios de hierro fundido.

Medición y forma de pago:

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de válvulas de compuerta para redes de distribución, líneas de conducción y líneas de bombeo de agua potable serán medidos para fines de pago en unidades “UND” colocadas de cada diámetro, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del ingeniero Fiscalizador.

Concepto de Trabajo:

515711 Suministro e instalación válvula de compuerta metálica 3/4".

4.6.17 Suministro e instalación de Grupos de Elevación

Descripción:

Se refiere a la provisión e instalación de equipos de bombeo.

Especificaciones:

Se debe ubicar el equipo sobre una superficie sólida y nivelada, que sea lo más cercana posible a la fuente de suministro de agua y esté protegida de la intemperie. Asegurarse de que la bomba tenga una ventilación adecuada y que la temperatura de sus alrededores no supere los 40 °C, ya que el motor podría desconectarse automáticamente por sobrecarga.

Para evitar períodos largos de cebado y daños innecesarios a la bomba como resultado de piedras, arena y otros cuerpos extraños sólidos, es recomendable usar en la línea de succión un filtro y un kit provisto de manguera, jaula y válvula de retención. Cuidar la disposición de la línea de succión, ya que si estuviera más alta que la bomba retrasaría el escape de burbujas de aire e impediría el proceso de cebado.

Es posible instalar uniones o conectores de manguera cerca de la bomba para

facilitar su extracción cuando esta deba guardarse o someterse a mantenimiento o reparación. La cañería puede ser de cobre, acero, PVC rígido o polietileno flexible, aunque para la línea de succión no se recomienda tubería flexible.

Los tubos deben estar limpios, libres de óxido y descamaciones. Usar un sellador para las conexiones de tubería en el roscado macho de los caños metálicos, y usar 56 cinta selladora con las roscas plásticas. Todas las conexiones deben ser herméticas para asegurar un funcionamiento normal.

Medición y forma de pago:

Se medirá y pagará por unidad “UND” de bomba instalada, debidamente ejecutada y aceptada por la fiscalización. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato e incluye el costo de materiales, equipos, mano de obra y transporte.

Concepto de trabajo:

515707 equipo de Bombeo (incluye 1 bomba, accesorios en tubería, válvulas e instalación), P=2 HP.

502170 equipo de bombeo contra incendios, formado por una bomba principal de 20HP, caudal de 6 lt/s, 82 m c.a, totalmente montados en bancada metálica, incluidos todos los accesorios como calderín con membrana neumática, valvulería, presostatos y cuadro eléctrico.

4.6.18 Suministro e instalación de Tanque Hidroneumático

Descripción:

Se refiere a la provisión e instalación de un tanque hidroneumático en combinación del grupo de elevación para el suministro de agua potable dentro del proyecto.

Especificaciones:

Entre los diferentes sistemas de abastecimiento y distribución de agua en edificios e instalaciones, los Equipos Hidroneumáticos han demostrado ser una opción

eficiente y versátil, con grandes ventajas frente a otros sistemas; este sistema evita construir tanques elevados, colocando un sistema de tanques parcialmente llenos con aire a presión.

Esto hace que la red hidráulica mantenga una presión excelente, mejorando el funcionamiento de lavadoras, filtros, regaderas, llenado rápido de depósitos en excusado, operaciones de fluxómetros, riego por aspersión, entre otros; demostrando así la importancia de estos sistemas en diferentes áreas de aplicación.

Asimismo, evita la acumulación de sarro en tuberías por flujo a bajas velocidades.

Este sistema no requiere tanques ni red hidráulica de distribución en las azoteas de los edificios (evitando problemas de humedades por fugas en la red) que dan tan mal aspecto a las fachadas y quedando este espacio libre para diferentes usos.

Un sistema hidroneumático debe estar constituido por los siguientes componentes:

Un tanque de presión, consta:

- Orificio de entrada y uno de salida para el agua (en este se debe mantener un sello de agua para evitar la entrada de aire en la red de distribución), y otro para la inyección de aire en caso de que este falte.
- Un número de bombas acorde con las exigencias de la red. (Una o dos en caso de viviendas unifamiliares y dos o más para edificaciones mayores).
- Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema, en caso de faltar agua en el estanque bajo.
- Llaves de purga en las tuberías de drenaje.
- Válvula de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al estanque hidroneumático.
- Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.
- Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático; entre este y el

sistema de distribución.

- Manómetro.
- Válvulas de seguridad.
- Dispositivo para control automático de la relación aire/agua. (Puede suprimirse en caso de viviendas unifamiliares)
- Interruptores de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima, arranque aditivo de la bomba en turno y control del compresor.
- Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión. (Puede suprimirse en caso de viviendas unifamiliares)
- Tablero de potencia y control de motores. (Puede suprimirse en caso de viviendas unifamiliares)
- Dispositivo de drenaje del tanque hidroneumático y su correspondiente llave de paso.
- Compresor u otro mecanismo que reponga el aire perdido en el tanque hidroneumático.

Medición y forma de pago:

Se medirá y pagará por unidad “UND” de tanque hidroneumático instalado, debidamente ejecutado y aceptado por la fiscalización. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato e incluye el costo de materiales, equipos, mano de obra y transporte.

Concepto de Trabajo:

515706 Equipo Hidroneumático (incluye 1 tanque de 60L, accesorios e instalación).

4.6.19 Tablero para Medidores de Agua

Descripción:

Este rubro contempla el suministro y la instalación del tablero metálico para medidores de agua potable y accesorios e insumos que se requieran para la colocación del tablero en el muro, paredes y pisos según las condiciones de la obra en los lugares indicados en los planos y/o lo que indique fiscalización.

Especificaciones:

Los tableros para medidores de agua serán instalados sobrepuestos o empotrados en paredes de edificios o fuera de la edificación, o en los cerramientos y que sea de fácil acceso para que los operarios de la empresa suministradora de agua potable puedan verificar el consumo de agua. Los tableros deberán ser contruidos en lámina de acero ColdRolled calibre 16 BWG (1,588 como mínimo).

Pueden construirse en forma modular para facilitar el reemplazo de partes, montaje y desmontaje de piezas, y los trabajos de mantenimiento. Sobre el tablero metálico, se debe aplicar una pintura epóxica, color gris RAL serie 70 (similar al RAL 7032), la cual debe ser horneada y resistente a los rayos ultravioleta. El total de la capa de recubrimiento será mínimo de 60 μm en el área exterior y de 50 μm en el área interior, sin la presencia de áreas sin recubrimiento. Todas las capas de pintura deben garantizar una adherencia mínima de 400 libras/pulg², garantizada y probada según norma ASTM D 4541.

Los tableros de agua potable, no presentarán deformaciones, abolladuras o fisuras que afecten la calidad, cualquier falla que se presentare será rechazada por fiscalización.

Los sitios en donde deban colocarse los tableros para los medidores, deben estar definidos, señalizados y autorizados por la empresa suministradora de agua potable y por fiscalización.

Medición y forma de pago:

La medición y pago se efectuará por unidad “UND” instalada, y en su pago se incluirá todos los materiales, mano de obra y herramientas que se requieren para su instalación, este elemento instalado deberá ser aprobado por fiscalización y ETAPA E.P.

Concepto de Trabajo:

515727 Caja para medidores

4.6.20 Piezas Sanitarias

Descripción:

Comprenderán todas las actividades que se requieren para el suministro e instalación de, inodoros, lavamanos, urinarios, fregaderos, papeleras y toalleros para las baterías sanitarias y cocinas.

Especificaciones:

Inodoros:

El inodoro deberá ser tipo savex, color a definirse, de primera calidad, con los herrajes completos, llave angular y tubería de abasto, empaque para el desagüe, tacos y tornillos de fijación y sellantes.

Requerimientos previos:

- Revisión general de planos y artefactos sanitarios que deberán cumplir con la norma NTE INEN 1571, se realizarán pruebas y ensayos a costo del constructor; se notificará a fiscalización el inicio y condiciones de ejecución de los trabajos; verificar que se tomen las precauciones para no dañar los acabados circundantes.

Durante la ejecución:

- Se debe constatar previamente que estén todos los acabados en perfecto estado luego se replantea a lápiz en el piso para centrar perfectamente el inodoro en su sitio; se marcan las perforaciones para los pernos de

fijación, se taladran y colocan los tacos.

- Se verifica la estanqueidad total de instalación, luego de lo cual se utilizará un sellante que asegure una junta estanca como permatex y cinta teflón; así como los empaques propios del fabricante esto para la conexión de agua de los artefactos sanitarios. Para un acople correcto de la taza del inodoro a la tubería de desagüe, se utilizará un empaque de cera que se ajusta a la abertura inferior de la taza y se asienta a presión sobre la boca del desagüe en el piso, logrando la posición nivelada del artefacto; se aprietan los pernos de fijación.

Posterior a la ejecución:

- Antes de dar por terminada la instalación de una pieza sanitaria se debe realizar las pruebas respectivas para detectar si no hay fugas de agua o filtraciones, además se debe mantener los artefactos con agua a presión durante cierto tiempo; se deberá cerrar el ambiente y limpiar manchas en el piso y paredes si las hubiere. Fiscalización aceptará o rechazará el aparato instalado, verificando que cumpla con las normas y el buen funcionamiento; por último, el constructor se hará cargo del mantenimiento hasta la entrega - recepción de la obra.

Lavamanos:

El lavamanos deberá ser de china vitrificada color a definirse, de primera calidad para empotrar en mueble, con grifería completa, llave angular y tubería de abasto, empaque para el desagüe, tacos y tornillos de fijación y sellantes.

El costo de la grifería debe incluirse en un rubro aparte del lavabo.

Requerimientos previos:

- Revisión general de planos y artefactos sanitarios que deberán cumplir con la norma NTE INEN 1571, se realizarán pruebas y ensayos a costo del constructor; se notificará a fiscalización el inicio y condiciones de ejecución de los trabajos; verificar que se tomen las precauciones para no dañar los acabados circundantes, se abrirá un libro de obra y se constatará

la presencia de herramienta adecuada y mano de obra calificada.

Durante la ejecución:

- Se debe constatar previamente que estén todos los acabados en perfecto estado luego se replantea a lápiz en el piso para centrar perfectamente el lavamanos en su sitio.
- Se verifica la estanqueidad total de instalación, luego de lo cual se utilizará un sellante que asegure una junta estanca como permatex y cinta teflón; así como los empaques propios del fabricante esto para la conexión de agua de los artefactos del desagüe en el piso, logrando la posición nivelada del artefacto; se aprietan los pernos de fijación.

Posterior a la ejecución:

- Antes de dar por terminada la instalación de una pieza sanitaria se debe realizar las pruebas respectivas para detectar si no hay fugas de agua o filtraciones, además se debe mantener los artefactos con agua a presión durante cierto tiempo; se deberá cerrar el ambiente y limpiar manchas en el piso y paredes si las hubiere. Fiscalización aceptará o rechazará el aparato instalado, verificando que cumpla con las normas y el buen funcionamiento; por último, el constructor se hará cargo del mantenimiento hasta la entrega - recepción de la obra.

Fregadero:

El fregadero debe ser de acero inoxidable de dimensiones 100 x 51 cm, de un pozo, color metálico, acople para de desagüe, sifón, sellantes y demás accesorios para su correcto funcionamiento.

El suministro e instalación de grifería se pagará como un rubro a parte del fregadero.

Requerimientos previos:

- Revisar los planos arquitectónicos y verificar las especificaciones del fregadero a instalarse, que cumpla con las normas de calidad. La grifería

cumplirá con las normas NTE INEN: 602, 950, 967, 968, 969 y las establecidas en el ASTM; verificar los ambientes para ubicar correctamente los puntos de agua y de desagüe, tomar precauciones para no dañar los acabados y notificar a fiscalización el inicio de los trabajos.

Durante la ejecución:

- Antes de la instalación, se dejará correr agua en las instalaciones de agua potable, a las que se conecta el artefacto sanitario con el propósito de limpiar basuras.
- Para iniciar con la instalación del fregadero, se realizará un replanteo a lápiz en el mueble, se marca el corte del tablero, y será cortado sin fallas a continuación se conecta la tubería de desagüe mediante un acople de PVC de 38 mm. Para la conexión de la grifería del fregadero se empleará un sellante que asegure una junta estanca como permatex y cinta teflón; así como los empaques propios del fabricante. Al fregadero se le ajusta la mezcladora y el desagüe con los respectivos empaques, luego se asegura el artefacto con un sello de silicona sobre el mueble; es posible entonces conectar las llaves angulares y tuberías de abasto a la mezcladora, así como el sifón de desagüe.

Posterior a la ejecución:

- Se realizarán pruebas de funcionamiento de agua y desagües; con una inspección muy detenida para observar si hay fugas de agua o filtraciones, en cuyo caso se deberán hacer las rectificaciones respectivas y verificar nuevamente. La ubicación y todas las novedades se anotarán en el libro de obra. Se cerrarán los ambientes que tengan aparatos sanitarios para evitar daños posteriores y el constructor deberá realizar el mantenimiento hasta la entrega- recepción de la obra.

Medición y forma de pago:

La medición y pago de los inodoros se hará por "unidad" instalada, con todo el sistema de fijación y acoples, verificados en obra y con planos del proyecto. Deberá estar completo el sistema de suministro de agua potable y de desagüe de aguas servidas respecto del perfecto funcionamiento del inodoro.

El suministro del lavamanos en unidades, no se incluye la grifería, su pago se realizará a los precios del contrato, verificando las unidades instaladas en obra y con los planos del proyecto. Deberá estar completo el sistema de suministro de agua potable y de desagüe de aguas servidas para el perfecto funcionamiento del artefacto.

La medición y pago del fregadero se realizará en unidades (UND), no incluye la grifería; además se constatará en obra y en los planos las unidades instaladas.

Concepto de trabajo:

502983 instalación Sanitario con deposito. 502985 instalación de Lavabo.

502989 instalación de Fregadero.

4.6.21 Suministro e instalación de Bomba de Calor

Descripción:

Se refiere a la provisión e instalación de una bomba de calor para el suministro de agua caliente dentro del proyecto.

Especificaciones:

La bomba de calor funciona exactamente igual que una caldera, el aumento de la temperatura del agua del acueducto 10-12° a la temperatura deseada: 60-70-80 o 90° directamente sin tener que esperar. Una vez que el equipo está trabajando, se regula automáticamente para mantener la temperatura de salida fijada, en cualquier condición de temperatura exterior.

Este tipo de bombas de calor se instalarán siempre en el exterior, con espacio libre alrededor. Al ser bombas de tipo monoblock, las conexiones a realizar en la

instalación serán solo para agua. Esto permite una fácil instalación mediante tubos y conexiones de PVC. El orden de montaje a realizar en la instalación será: bomba de circulación, filtro, bomba de calor y tratamiento de agua.

Medición y forma de pago:

Se medirá y pagará por unidad “UND” de bomba instalada, debidamente ejecutada y aceptada por la fiscalización. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato e incluye el costo de materiales, equipos, mano de obra y transporte.

Concepto de Trabajo:

515725 Bomba de Calor (incluye 1 bomba, accesorios en tubería, válvulas e instalación), P=40 Kw/h.

4.6.22 Suministro e instalación Tubería Plástica PVC Desagüe

Descripción:

Se entiende suministro e instalación de tubería PVC-D el conjunto de operaciones que deben ejecutar el constructor para poner en forma definitiva la tubería de PVC EC. Tubos son los conductos construidos de cloruro de polivinilo y provistos de un sistema de empate adecuado para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

Especificaciones:

La tubería de PVC desagüe a suministrar cumplirá con la siguiente norma:

INEN 1374 "TUBERIA DE PVC RIGIDO PARA USOS SANITARIOS EN SISTEMAS A GRAVEDAD. REQUISITOS"

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo y se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor de 5 (cinco) milímetros en la alineación o nivel de proyecto; cada pieza deberá tener un apoyo completo y firme en toda su longitud, para lo

cual se colocará de modo que el cuadrante inferior de su circunferencia descansa en toda su superficie sobre el fondo de la zanja.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje. Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido, a fin de lograr un acoplamiento correcto de los tubos, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones soldadas con solventes: Las tuberías plásticas de espiga y campana se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrado por el fabricante.

Luego de lijar la parte interna de la campana y exterior de la espiga, se limpia las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso, si es necesario se aplicará dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso con un ligero chaflán. Se enchufa luego el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante. Esta unión no deberá ponerse en servicio antes de las 24 horas de haber sido confeccionada.

Medición y forma de pago:

Se medirá en metros lineales "ML" con aproximación de dos decimales. Las cantidades determinadas de acuerdo al numeral anterior serán pagadas a los precios contractuales para el rubro que conste en el contrato.

Concepto de trabajo:

502459 Suministro e instalación Tubería PVC 4" Sanitaria 502458 Suministro e instalación Tubería PVC 3" Sanitaria 502457 Suministro e instalación Tubería PVC 2" Sanitaria

4.6.23 Suministro e instalación de Accesorios para Conexiones de Tuberías de PVC Desagüe

Descripción:

Comprende los codos, tees, yees, reducciones, tapones uniones de reparación y similares que serán utilizados en el Proyecto.

Especificaciones:

Las uniones entre tuberías y accesorios deberán estar totalmente limpias antes de realizarlas. Se utilizarán limpiadores, pegamentos o sellantes líquidos garantizados para evitar fugas. Los empalmes entre tuberías de igual o diferente diámetro, se harán con accesorios que formen un ángulo de 45 grados en sentido del flujo.

El sistema deberá ser sometido a pruebas por partes y global. Ningún punto del sistema a probarse estará a una presión menor a 3,0 metros de columna de agua.

Fiscalización realizará la aprobación o rechazo de los puntos concluidos, verificando el cumplimiento de esta especificación, los resultados de pruebas de los materiales y de presión de agua y de la ejecución total del trabajo.

Medición y forma de pago:

Serán cuantificados en unidades “u” y pagados según su tipo y diámetro. Su pago se efectuará una vez que se encuentren instalados y probados en obra.

Concepto de Trabajo:

502469 Suministro e instalación Codo Sanitario PVC 90° E/C 4" 502489 Suministro e instalación Codo Sanitario PVC 45° E/C 4" 515695 Suministro e instalación Codo Sanitario PVC 45° E/C 3" 502490 Suministro e instalación Codo Sanitario PVC 45° E/C 2" 502483 Suministro e instalación Tee Sanitaria PVC E/C 4" 506388 Suministro e instalación Yee Sanitaria PVC E/C 4" 515712 Suministro e instalación Yee Sanitaria PVC E/C 3" 506387 Suministro e

instalación Yee Sanitaria PVC E/C 2" 515713 Suministro e instalación Yee Sanitaria Doble PVC 4"

506389 Suministro e instalación Yee Reductora Sanitaria PVC E/C 4" x 2"

506390 Suministro e instalación Yee Reductora Sanitaria PVC E/C 4" x 3"

502870 Suministro e instalación Reductor Excéntrico PVC 4" x 2"

515714 Suministro e instalación Reductor Excéntrico PVC 4" x 3" 515715

Suministro e instalación Reductor Excéntrico PVC 3" x 2" 502871 Suministro e instalación Sifón Sanitario PVC 2"

502885 Suministro e instalación Rejilla de Desagüe 4" 502883 Suministro e

instalación Rejilla de Desagüe 2"

4.6.24 Cajas de Registro

Descripción:

Este rubro comprende todas las actividades relacionadas para la construcción de las cajas de registro para la evacuación de aguas servidas. El rubro incluye todos los materiales, herramientas, equipos y mano de obra necesarios para su ejecución.

Especificaciones:

El fondo de la excavación se cubrirá con una capa de material seleccionado de 10 cm. de espesor, debidamente compactado, sobre el cual se fundirá una base de hormigón simple de 180 kg/cm² de 0.10m. de espesor.

Luego se construirá las paredes con ladrillo, con la aprobación del fiscalizador, pegando con mortero de arena lavada en proporción 1:5, que será enlucida interiormente con mortero 1:3 con impermeabilizante de 2 cm. de espesor y se alisará con cemento puro en todo su interior.

Sobre la base de la cámara en el fondo, se formarán con hormigón simple $f'c=180$ kg/cm², medias cañas o canales alisados con cemento puro, los que unirán las entradas con la tubería de salida y tendrán una profundidad igual a 2/3 de diámetro del tubo de salida y una pendiente del 10% en la dirección del flujo.

Las cámaras o cajas de revisión terminarán en la parte superior, continuando sus paredes en hormigón simple de 180 kg/cm² en una altura de 15 cm, 10 de ellos sobre el nivel del terreno formando un contramarco de 7 x 7 cm. en el que se empotrará un marco de ángulo de hierro de 6 x 6 cm x 3 mm. de espesor y sobre este descansará una tapa de hormigón armado que será construida fundiendo hormigón simple de 180 kg/ cm²., en un marco de ángulo de hierro de 6 x 6 cm. x 3 mm. de espesor en el que se soldará hierro de 8 mm. en los dos sentidos cada 15 cm. y se dejará previsto en el centro dos pasos de 3/4” separados 20 cm. donde se instalará una agarradera deslizable de 1/2”.

Los sumideros de patio o terraza llevarán sifón o rejilla en forma de globo, con la aprobación del fiscalizador. Material seleccionado para mejoramiento de suelo y ladrillo de primera calidad, hormigón simple de 180 kg/cm², mortero de arena lavada de grano fino en proporción 1:5 para unir los ladrillos, mortero 1:3 para el enlucido, impermeabilizante Sika o similar.

Medición y forma de pago:

La medida será de acuerdo al número de unidades “UND” construidas según los planos y las especificaciones recibidas a satisfacción del fiscalizador. El pago se hará de acuerdo con los precios establecidos en el contrato e incluirá la excavación correspondiente.

Concepto de Trabajo:

504464 Caja de revisión 0.8 x 0.8 x 1 m

515723 Caja de revisión 1 x 1 x 1 m

4.6.25 Suministro e instalación de Tuberías de Acero Galvanizado: Incluye Accesorios

Descripción:

Para las instalaciones del sistema de protección contra incendios se utilizará tubería de acero galvanizado de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas.

Se entenderá para esta instalación la tubería y accesorios de hierro galvanizado y el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del FISCALIZADOR de la Obra, las tuberías y los accesorios que se requieran en la construcción del sistema de Contra incendios.

Las tuberías de acero galvanizado están construidas por hierro maleable, que es un material intermedio entre el hierro fundido corriente y el acero. La protección contra la corrosión se efectúa mediante el proceso de galvanizado.

Los accesorios de hierro galvanizado igual que las tuberías estarán construidas de hierro maleable y la protección contra la corrosión se efectuará mediante el proceso de galvanizado. Se considera dentro de este rubro los accesorios como uniones, codos, reducciones, tees y tapones, materiales para empalmes como teflón, sellantes, e incluye el roscado de tubería.

Especificaciones:

La instalación de tuberías y accesorios de hierro galvanizado comprende las siguientes actividades: el transporte de la tubería hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuirla a lo largo de las zanjas; la operación de bajar la tubería a la zanja, los acoples entre tubería y la prueba de las tuberías ya instaladas para su aceptación por parte de la Fiscalización.

La protección de la superficie tanto exterior como interior de los tubos y accesorios deberán tener una capa homogénea de zinc que las cubrirá completamente, y no presentará ningún poro; por el proceso de la inmersión

deberán tener un depósito de zinc de 10 gr/m² , equivalente a un espesor de 0.085mm; las obtenidas por hidrólisis, deberán tener 325 gr/m² , equivalente a 0.04527 mm de espesor.

Para tubos con diámetro menor o igual a 38 mm el diámetro exterior en cualquier punto no sufrirá variaciones mayores de 0.34 mm en más, ni mayor de 0.8 mm en menos del especificado; para tubos de diámetro nominal igual o mayor a 50 mm el diámetro exterior del tubo no variará ni en más ni en menos del 1 % (uno por ciento) del diámetro especificado.

Las longitudes del tubo para usos generales estarán comprendidas entre 5.0 y 7.0m Cada tubo y accesorio de HG deberá estar roscado en sus extremos de tal manera que el número de hilos por cada 25.4 mm corresponda a la especificación de piezas estándar.

Cada tubo deberá ser razonablemente recto y exento de rebabas en las partes roscadas, así como de rugosidades. Estas tuberías y accesorios deberán cumplir con las Especificaciones: ASTM A.197 y con las especificaciones de piezas estándar; cuya resistencia a la presión hidráulica interna puede llegar de 125 a 175 lb/pul² (8.8 a 12.18 Kg/cm²).

En general se tendrá especial cuidado en las operaciones de carga, transporte, descarga y almacenamiento de las tuberías y accesorios, para evitar choques, golpes y acciones climatológicas que pudieran afectar su funcionalidad.

Particularmente, para las tuberías de y los accesorios de HF, que son frágiles, se debe evitar dejarlos caer y utilizar los medios mecánicos convenientes para su movilización. Previamente a su instalación, al ser recibidos en bodega y al ser puestos en el sitio de trabajo, las tuberías y accesorios serán inspeccionados para detectar cualquier avería producida durante el transporte, y en caso necesario deberán ser adecuados o reemplazados para su utilización segura.

Las tuberías se colocarán mediante el sistema de apoyo continuo. Se seguirá una alineación rectilínea, inclusive cuando el proyecto prevea la curvatura de la tubería utilizando el ángulo de deflexión que permite la junta. Esta curvatura se

dará solamente una vez que se haya terminado el montaje de la junta, para lo cual se respetará el ángulo máximo de deflexión recomendado por el fabricante.

El Contratista proveerá los equipos, materiales y mano de obra requeridos para la realización de las pruebas. En el caso de que las pruebas indiquen tuberías o accesorios defectuosos, éstos deberán ser reemplazados por el Contratista sin que ello sea motivo de pago adicional. En el caso de que las pruebas sean satisfactorias, el Fiscalizador dejará constancia escrita de este resultado y aprobará el planillaje de los rubros correspondientes.

La prueba de presión puede realizarse bajo las siguientes directrices:

- No iniciar la prueba antes de que hayan transcurrido 24 horas desde que fue instalado el último tramo de tuberías a ser probado.
- No probar tramos de una longitud mayor a 500 m.
- Usar una presión de prueba mínima igual a 1.125 veces la presión de trabajo (Pt) de la tubería, la cual será controlada mediante uno a varios manómetros contrastados.
- Se llenará de agua la tubería desde la parte baja y se purgará el aire contenido dentro de ella mediante válvulas instaladas en las partes altas, verificando la continuidad hidráulica antes de aplicar presión. Luego de realizar las pruebas de estanqueidad se procederá a la aplicación de pintura de señalización en color rojo de acuerdo a las disposiciones del Cuerpo de Bomberos.

Medición y forma de pago:

La medición y forma de pago, previo la aprobación de la fiscalización, se realizará por metro de tubería instalada “ML”.

Por otro lado, los accesorios serán cuantificados en unidades “UND” y pagados según su tipo y diámetro. Su pago se efectuará una vez que se encuentren instalados y probados en obra.

Concepto de Trabajo:

502945 tubería de acero, de D=3", suspendida bajo techo o sobre bancada de apoyo con piezas de sujeción, codos, tes y demás accesorios, instalada y probada.

502978 tubería de acero, de D=2 1/2", suspendida bajo techo o sobre bancada de apoyo con piezas de sujeción, codos, tees y demás accesorios, instalada y probada.

502909 tubería de acero, de D=1", suspendida bajo techo o sobre bancada de apoyo con piezas de sujeción, codos, tes y demás accesorios, instalada y probada.

4.6.26 Suministro e instalación de Gabinete Contraincendios

Descripción:

Son equipos completos de protección y lucha contra incendios; se instalan de forma fija sobre la pared y están conectados a la red de abastecimiento de agua. Están diseñados para edificaciones de cualquier tipo.

Especificaciones:

Deberán instalarse en la cantidad y ubicaciones indicadas en planos y que están debidamente identificadas de acuerdo a la simbología de planos.

Cada gabinete contra incendios tendrá una bocatoma de una y media (1 ½") pulgadas de diámetro, con rosca tipo NH; la posición de la llave quedará a noventa (90) grados a una altura de 1.20 m con respecto al piso acabado.

Todos los accesorios del gabinete deben ser Listados UL/FM. El gabinete en forma integral será aprobado por UL o similar de acuerdo a su origen. Válvula: Válvula en ángulo, con cuerpo, vástago, discos y asientos de bronce para presión de 250 libras/pulgada cuadrada, de 1½" de diámetro, con arandelas de ajuste y conexiones hembra con rosca IPT.

Niple: Para soportar percha, en bronce de 1½" de diámetro con conexiones macho y rosca IPT en el extremo de la válvula y NST en el extremo de la manguera.

Percha o rack porta manguera: Percha metálica para colgar manguera, con soporte a niple de 1½", con sus ganchos deslizables para manguera de 15 y/o 30 metros

de longitud. 71

Manguera: De lino o PVC semi-rígida, de fabricación aprobada por la Asociación Americana de Aseguradores contra incendios (NFPA), de 1½" de diámetro y 15 y/o 30 metros de longitud. La manguera tendrá conexión hembra y rosca NST para el niple y conexión macho y rosca NST para la boquilla.

Boquilla: De bronce de 1½" de diámetro y 12" de longitud, tipo chorro neblina.

Accesorios: Cada gabinete deberá contar con los siguientes accesorios mínimos:

- Hacha de tipo bombero, de 2 ¾ libras de peso y mango de 36" de longitud.
- Llave tensora "Spanner" para conexión de 1½".
- Juego de ganchos para colgar la llave y el hacha.
- Un extintor de polvo ecológico de 10 lbs. de capacidad.

La instalación de un extintor de incendios debe realizarse siguiendo la normativa vigente para este tipo de elementos de seguridad. El extintor debe estar colocado a una altura visible y accesible. Debe colocarse siempre en una pared vertical y de ser posible siempre cerca de los puntos de evacuación. Nunca debe encontrarse colocado de tal forma que la parte superior del extintor supere los 1,70 metros.

Es recomendable colocar extintores cerca de los puntos en los que existen más probabilidades de que se inicie un fuego. La ubicación del extintor debe estar correctamente señalizada mediante una señal cuadrada o rectangular situada en la pared encima del extintor de incendios. Esta señal debe ser de color rojo con la palabra extintor o un dibujo de un extintor en color blanco. Es muy importante que los extintores de incendios se encuentren colocados en lugares visibles y accesibles. Debe realizarse un mantenimiento periódico del extintor para verificar su correcto funcionamiento en caso de necesidad.

Medición y forma de pago:

La medición y pago por concepto de este rubro será por unidad "UND", de

acuerdo a la tabla de cantidades y precios del contrato, previa la comprobación del 72 funcionamiento correcto y aprobado por el fiscalizador, la entrega de los planos estará dentro del precio de las instalaciones.

Concepto de Trabajo:

503440 Gabinete Metálico con vidrio 0.8 x 0.8 x 0.2 m anclado a muro (incluye extintor).

4.6.27 Suministro e instalación de Toma Siamesa

Descripción:

La toma siamesa es una conexión requerida por los bomberos en todos los edificios, ya que les facilita la introducción de agua a los sistemas contra incendio en caso de que no se haya sofocado el incendio y necesite reabastecimiento de agua.

Especificaciones:

La siamesa será de bronce bruñido con dos conexiones a noventa grados salida estándar, portando anillas giratorias para el armado de la unión de la manguera de bomberos de 2 1/2 ", con rosca estándar de bomberos (NPT) de acuerdo a norma NFPA.

Las tapas de las conexiones serán roscadas y llevarán una cadena unida al escudo anclado en la pared, el cual llevará la siguiente leyenda: "USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS"; las bocas de impulsión tendrán una válvula de retención (check) auto contenida y serán para montaje empotrado en la pared colocada a una altura de 0,90 m, en la parte exterior desde el nivel de la rasante, Las siamesas en forma integral serán aprobadas por UL o similar de acuerdo a su origen.

Medición y forma de pago:

Se medirá y pagará por unidad "UND" de siamesa instalada, debidamente ejecutada y aceptada por la fiscalización. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato e incluye el costo de materiales, equipos, mano de obra y transporte.

Concepto de trabajo:

515720 siamesa Bronce 4"X2.1/2"X2.1/2".

4.6.28 Suministro e instalación de Rociadores

Descripción:

Los rociadores forman parte de un sistema contra incendio basado en una reserva de agua para el suministro del sistema y una red de tuberías de la cual son elementos terminales.

Especificaciones:

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 tabla 2-2.4.1 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 utilizarse deben tener una certificación UL y el bulbo debe ser del color adecuado en función del riesgo establecido.

La NFPA 13 (2019), establece que se necesita hacer funcionar 5 rociadores simultáneamente para calcular el caso más desfavorable. Este criterio se debe a que la probabilidad de que un incendio comience en un área mayor a 60 m² (área de influencia de 5 rociadores) es baja ya que los connatos de incendio comienzan en un lugar puntual de la edificación.

Además, si ya se instala un sistema contra incendios basado en una red de rociadores, la probabilidad de que el connato se extienda disminuye.

Las distancias de rociadores dentro de un compartimiento cumplen las siguientes especificaciones:

- Separación entre rociadores mínima: 2.4 metros

- Separación entre rociadores máxima: 4.6 metros
- Separación a paredes mínima: 102 milímetros
- Separación a paredes mínima: separación entre rociadores/2 75

Medición y forma de pago:

Se medirá y pagará por unidad "UND" de rociador instalado, debidamente ejecutado y aceptado por la fiscalización. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato e incluye el costo de materiales, equipos, mano de obra y transporte.

Concepto de Trabajo:

515719 Rociador Comercial Cobertura Estándar 1/2" K80 RD030, color de bulbo naranja.

CAPÍTULO 5

Conclusiones

El edificio fue diseñado bajo las versiones vigentes de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Se logró una adecuada rigidez lateral en ambas direcciones, cumpliendo con los requerimientos arquitectónicos, como las alturas de vigas, alturas mínimas de piso a techo y columnas.

El uso de programas de computadora, como ETABS V.18 facilitó, significativamente, el análisis estructural del edificio. Se puede realizar un modelo 3D del edificio para realizar el análisis sísmico y usar un modelo 2D de los pórticos para análisis por cargas de gravedad. Estos resultados fueron revisados, con el fin de que sean coherentes con los resultados obtenidos.

Del análisis modal, el periodo fundamental que se obtuvo fue de 0.83s a partir del cual se puede verificar el comportamiento del edificio. El modelo presentó que los dos primeros modos de vibrar son traslacionales en dirección X y Y respectivamente, participa más del 80% de la masa y no existe rotación. El tercer modo de vibrar es rotacional cumpliendo con las recomendaciones.

Tal como se indica en la NEC 2015 es importante aumentar las cargas sísmicas que se obtuvieron, de tal forma que la fuerza cortante dinámica debe de ser por lo menos el 80% (regular) del análisis estático. Esto implicó aumentar las cargas sísmicas en cada dirección de análisis, 1.06 en X-X y 1 en Y-Y, para satisfacer la exigencia y estar más del lado de la seguridad.

Se realizó un diseño hidrosanitario que comprende, el estudio de la instalación de agua potable, aguas servidas, aguas lluvias y diseño de cisterna para el proyecto del Edificio La Roncadora.

El cálculo de las longitudes equivalentes a través de los factores por accesorios da una mejor determinación para el cálculo de las pérdidas en el diseño hidrosanitario.

Los aportes sanitarios se harán a través de 2 bajantes que desalojarán todas las aguas

negras del edificio y se unirán a tramos de descarga los cuales llegaran a la caja de revisión, debido a que el sistema de alcantarillado del sector es de tipo combinado.

Para este proyecto se utilizó una tubería de extensa durabilidad y poca necesidad de mantenimiento; para este caso específico se recomendó la utilización de tuberías de policloruro de vinilo (PVC) para el agua fría y tuberías de polipropileno (PP) para el agua caliente, las cuales tienen una vida útil de aproximadamente 50 años. La marca que escogida fue Plastigama, ya que dentro de nuestro mercado es una de las más comunes.

Se considero un sistema containtencios mixto, gabinete-rociador del tipo de clase II, y se uso tuberias de acero, debido a que permite mayores velocidades. El gabinete contra incendio se instalará en los sitios indicados en los planos, se consideró un gabinete por nivel, un total de 5 gabinetes.

Se uso el método de ubicación geométrica para seccionar las áreas de cada planta de la edificación, en lugares estratégicos donde sean considerados de mayor riesgo, frente a un incendio.

Se contó dentro del proyecto con un total de 103 rubros principales, obtenidos a partir del cálculo de los volúmenes de obra en función de datos de los planos tanto estructurales como hidrosanitarios.

El costo indirecto que se obtuvo de la sumatoria de los costos de administración central y los costos de gastos de obra fue de 21.45%. El valor se encuentra dentro del rango aceptable que es entre 20% y 25%.

Dentro de este proyecto, para obtener el costo por hora del equipo se tomaron en cuenta los valores de depreciación, inversión, seguro, mantenimiento, consumos de combustible, consumo de lubricante y consumo de neumáticos, obteniendo un valor muy cercano al asumido en los precios unitarios.

El tiempo considerado para ejecutar el proyecto fue de 10 meses, sin embargo, no se consideró la mampostería e instalaciones eléctricas, lo que alargaría aún más el tiempo programado.

A partir del uso de la Fórmula polinómica, se pudo seleccionar que componentes tienen mayor incidencia en el costo total de la obra para reajustar sus precios.

Recomendaciones

Es importante realizar una verificación del predimensionamiento de los elementos, los cuales fueron realizados por métodos empíricos, para evitar esfuerzos muy elevados o secciones sobredimensionadas. En este caso, se mantuvieron las secciones iniciales de losas, vigas y columnas.

El detalle de los planos debe mostrarse de forma sencilla para que pueda ser leído por cualquier persona. Es necesario transmitir el diseño de los elementos estructurales hacia los planos estructurales de manera clara, simple y precisa, para evitar problemas en el momento de la construcción del edificio y lograr que se construya de manera correcta.

Es importante que la instalación de la tubería se ejecute con herramientas y equipos apropiados, para la unión de los tubos se seguirá al pie de la letra las recomendaciones indicadas por el fabricante.

Es necesario que las instalaciones sanitarias de aguas negras se diseñen y construyan de forma tal que permitan un rápido escurrimiento de los desechos, eviten obstrucciones, impidan el paso de gases y olores del sistema al interior de las edificaciones, no permitan el escape de líquidos ni formación de depósitos en el interior de las tuberías, e impidan la contaminación del agua de consumo.

La instalación del sistema contra incendio debe ser ejecutada por profesionales idóneos y habilitados, con materiales técnicamente indicados y debe ser perfectamente instalada proyectada y ejecutada de manera rápido, fácil y efectivo funcionamiento.

Para el uso de los rendimientos que proporcionan las distintas fuentes, se debe considerar que la producción de mano de obra nunca será constante, ya que su capacidad de producción puede verse afectada por diversos factores como el clima, la motivación, la ubicación de la obra, etc., afectando así el cronograma de trabajo.

Es importante solicitar a los fabricantes de los elementos, en la parte

hidrosanitaria, fichas técnicas con especificaciones mucho mas claras de como instalar ciertos aparatos para evitar retrasos.

Para calcular las cantidades de obra se debe ser lo más preciso posible para que el presupuesto calculado sea lo más realista y se evite costos adicionales en el futuro.

Bibliografía:

- Aulestia Valencia, D. (Diciembre de 2014). *Peligro sísmico Diseño sismo resistente*. Norma Ecuatoriana de la construcción. Ecuador. Recuperado el Diciembre de 2021, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>
- Aulestia Valencia, D. (Diciembre de 2014). *Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente*, 92-112. Norma Ecuatoriana de la construcción. Ecuador. Recuperado el Diciembre de 2021, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-31.pdf>
- Aulestia Valencia, D. (Diciembre de 2014). *Estructuras de hormigón armado*. Norma Ecuatoriana de la Construcción. Ecuador. Recuperado el Diciembre de 2021, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-HM-Hormig%C3%B3n-Armado.pdf>
- Etapa-EP. (s.f.). *Formulario de ingreso de estudios hidrosanitarios*. Cuenca, Ecuador. Recuperado el Enero de 2022, de <https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Agua%20Potable/ingProyectos/Formulario%20para%20revisi%C3%B3n%20de%20Estudios%20Hidrosanitarios.pdf>
- Etapa-EP. (s.f.). *Diseños Hidrosanitarios Internos del Edificio de Control para Digestores*. Recuperado el Enero de 2022, de <https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Documentos/licitacion%20publica%20planta%20guangarcucho/ANEXO%209/CONTROL%20PARA%20DIGESTORES/2.%20Memoria%20Hidrosanitario.pdf?ver=2021-08-05-102715-267>
- Janampa Cacñahuaray, R. (2018). *Diseño Estructural de un edificio Multifamiliar de 5 pisos y un semisotano, ATE-2018*. Lima, Perú. Recuperado el Enero de 2022, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35278/Janampa_CRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peréz Carmona, R. (Octubre de 2014). *Instalaciones Hidrosanitarias y de gas*. Recuperado el Enero de 2022, de <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Instalaciones-hidrosanitarias-de-gas.pdf>
- Romo, M. (s.f.). *Disentildeo de concreto armado*. Recuperado el Enero de 2022, de <http://disentildeo-de-concreto-armado-marcelo-romo-proantildeo.pdf>
- Tixi Cali, L. (Junio de 2014). *Diseño Hidro-Sanitario de un edificio de vivienda*. Quito, Ecuador. Recuperado el Enero de 2022, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3018/1/T-UCE-0011-126.pdf>

Zeisler, G., & Moehle, J. (Junio de 2019). American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-19*. Recuperado el Enero de 2022, de https://www.usb.ac.ir/FileStaff/5526_2020-1-25-11-12-7.pdf

NFPA. (2020). *Norma para la Inspeccion, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Proteccion contra Incendios a Base de Agua*. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=25>

Contraloría General del Estado. (2021). *Reajuste de precios*. Obtenido de <https://www.contraloria.gob.ec/Informativo/SalariosManoObra>

Empresa Metropolitana de Quito. (2004). *Especificaciones Técnicas para la construcción del sistema de agua potable de la comunidad de sistema de agua potables de la comunidad de joya de los sachas*. Obtenido de: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=P4N1UvGajnqRLRFC>.

GAD Municipal de Cuenca. (s.f). *Índice de Precios de la Construcción (IPCO)*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-precios-de-la-construccionipco-2/%20-126.pdf>

Anexos

Anexo 1

Peso de elementos primer piso

Carga Muerta Elementos									
Primer Piso	cantidad	largo y	ancho X	altura	peso especifico del concreto		parcial	unidad	total
COLUMNAS:	18	0.4	0.4	3.15	2.4	Tn/m3	21.7728	tn	71.49
VIGAS. H1, .30X.25:	6	3.9	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	4.21	tn	
VIGAS. H2, .30X.25:	6	3.7	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	3.996	tn	
VIGAS. H3, .20X.20:	1	3.9	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.3744	tn	
VIGAS. H4, .20X.20:	1	3.7	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.3552	tn	
VIGAS. H5, .20X.20:	1	1.45	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.1392	tn	
VIGAS. H6, .20X.20:	1	2.2	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.2112	tn	
VIGAS. H7, .20X.20:	1	3.7	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.3552	tn	
VIGAS. V1, .30X.25:	3	3.3	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	1.782	tn	
VIGAS. V2, .30X.25:	9	3.5	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	5.67	tn	
VIGAS. V3, .30X.25:	3	4.1	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	2.214	tn	
VIGAS. V4, .20X.20:	2	3.5	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.672	tn	
LOSA:	1	3.3	3.9		0.2496	Tn/m2	3.212352	tn	
LOSA:	1	3.3	3.7		0.2496	Tn/m2	3.047616	tn	
LOSA:	2	3.5	3.9		0.2496	Tn/m2	6.81408	tn	
LOSA:	1	3.5	3.7		0.2496	Tn/m2	3.23232	tn	
LOSA:	1	3.35	3.9		0.2496	Tn/m2	3.261024	tn	
LOSA:	1	3.35	3.7		0.2496	Tn/m2	3.093792	tn	
LOSA:	1	1.25	3.7		0.2496	Tn/m2	1.1544	tn	
LOSA:	1	0.75	3.9		0.2496	Tn/m2	0.73008	tn	
LOSA:	1	0.75	3.7		0.2496	Tn/m2	0.69264	tn	
LOSA:	1	1.15	1.45		0.2496	Tn/m2	0.416208	tn	
LOSA:	1	3.5	2.45		0.2496	Tn/m2	2.14032	tn	
LOSA:	1	3.5	1.5		0.2496	Tn/m2	1.3104	tn	
LOSA:	1	1.15	2.2		0.2496	Tn/m2	0.631488	tn	
								tn	71.49

Peso de elementos segundo, tercer, cuarto y quinto piso

Segundo Piso	cantidad	largo y	ancho X	altura	peso especifico del concreto	parcial	unidad	total
COLUMNAS:	18	0.4	0.4	3	2.4	Tn/m3	20.736	tn
VIGAS. H1, .30X25:	6	3.9	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	4.21	tn
VIGAS. H2, .30X.25:	6	3.7	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	3.996	tn
VIGAS. H3, .20X.20:	1	3.9	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.3744	tn
VIGAS. H4, .20X.20:	1	3.7	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.3552	tn
VIGAS. H5, .20X.20:	1	1.45	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.1392	tn
VIGAS. H6, .20X.20:	1	2.2	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.2112	tn
VIGAS. H7, .20X.20:	1	3.7	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.3552	tn
VIGAS. V1, .30X.25:	3	3.3	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	1.782	tn
VIGAS. V2, .30X.25:	9	3.5	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	5.67	tn
VIGAS. V3, .30X.25:	3	4.1	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	2.214	tn
VIGAS. V4, .20X.20:	2	3.5	0.2	0.2	2.4	Tn/m3	0.672	tn
LOSA:	1	3.3	3.9		0.2496	Tn/m2	3.212352	tn
LOSA:	1	3.3	3.7		0.2496	Tn/m2	3.047616	tn
LOSA:	2	3.5	3.9		0.2496	Tn/m2	6.81408	tn
LOSA:	1	3.5	3.7		0.2496	Tn/m2	3.23232	tn
LOSA:	1	3.35	3.9		0.2496	Tn/m2	3.261024	tn
LOSA:	1	3.35	3.7		0.2496	Tn/m2	3.093792	tn
LOSA:	1	1.25	3.7		0.2496	Tn/m2	1.1544	tn
LOSA:	1	0.75	3.9		0.2496	Tn/m2	0.73008	tn
LOSA:	1	0.75	3.7		0.2496	Tn/m2	0.69264	tn
LOSA:	1	1.15	1.45		0.2496	Tn/m2	0.416208	tn
LOSA:	1	3.5	2.45		0.2496	Tn/m2	2.14032	tn
LOSA:	1	3.5	1.5		0.2496	Tn/m2	1.3104	tn
LOSA:	1	1.15	2.2		0.2496	Tn/m2	0.631488	tn
							tn	70.45

Peso de elementos de cubierta

Cubierta	cantidad	largo y	ancho X	altura	peso especifico del concreto	parcial	unidad	total
COLUMNAS:	4	0.4	0.4	3	2.4	Tn/m3	4.608	tn
VIGAS. H, .30X25:	2	3.7	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	1.33	tn
VIGAS. V, .30X.25:	2	3.5	0.25	0.3	2.4	Tn/m3	1.26	tn
LOSA:	1	3.5	3.7		0.2496	Tn/m2	3.23232	tn
							tn	10.43

Anexo 2

Comprobaciones Diseño a corte


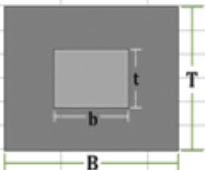
Estribos en la parte central de la viga																	
Vc max	Vs max	Vc	φVc	φVc/2	Avmin/S	Smax	Av/s	Comparar	Vs	φVs	Vs/Vsmax	Vs/Vsmax	φVn	Vu	Vp	Vp>0.5Vu	Vu<φVn
(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	mm ² /m	cm	mm ² /m	Av/s	(Tn)	(Tn)		<1	(Tn)	(Tn)	(Tn)		
13.638	21.431	5.520	4.140	2.070	210	13	1208.305	CUMPLE	13.455	10.091	0.628	CUMPLE	14.231	4.035	2.020	CUMPLE	CUMPLE

Estribos en la parte lateral de la viga																	
Vc max	Vs max	Vc	φVc	φVc/2	Avmin/S	Smax	Av/s	Comparar	Vs	φVs	Vs/Vsmax	Vs/Vsmax	φVn	Vu	Vp	Vp>0.5Vu	Vu<φVn
(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	mm ² /m	cm	mm ² /m	Av/s	(Tn)	(Tn)		<1	(Tn)	(Tn)	(Tn)		
13.638	21.431	5.520	4.140	2.070	210	7	2416.610	CUMPLE	26.910	20.182	1.256	NO CUMPLE	24.322	4.035	2.020	CUMPLE	CUMPLE

Anexo 3

Zapatas céntricas

DATOS: COLUMNA				DATOS: ZAPATA			
SECCIÓN	b:	40	cm	→	0.40	m	
	t:	40	cm	→	0.40	m	
	f'c	240	kg/cm ²	→	2400	Tn/m ²	
	f'y	4200	kg/cm ²	→	42000	Tn/m ²	
	CM	#####	kg	→	47.00	Tn	
	CV	9,548.80	kg	→	9.55	Tn	
ACERO	As	10φ	5/8"				

DESARROLLO DEL DISEÑO			
DETERMINACIÓN DE CARGAS			
Peso Servicio	Ps	57	Tn
Peso Total	PT	59.38	Tn
Peso Último	Pu	82.03	Tn
Mom ult x	Mux	4.62	Tn.m
Mom ult y	Muy	5.75	Tn.m

$P_s = CM + CV$	σ_t	Pp en % de Ps	σ_t (kg/cm ²)	Pp en % de Ps
$PT = P_s + P_p$	2.0	5.0% de Ps	10	8.0% de Ps
$u = 1.4CM + 1.7C$			2.0	5.0% de Ps
			3.0	4.0% de Ps
			4.0	3.0% de Ps

DIMENSIONES EN PLANTA (BxT) DE LA ZAPATA			
Área Zapata	Az	2.97 m ²	
	B:	1.72 m	→ 2.10 m
	T:	1.72 m	→ 2.10 m
			4.4 m ²

EXCENTRICIDADES				
e	B o T/6	0.35	m	Zapatas cuadradas
ex	Mux/Pu	0.07009	m	encuentra dentro del tercio med
ey	Muy/Pu	0.05632	m	encuentra dentro del tercio med

ESFUERZO MAXIMO DE REACCION DEL SUELO

qmax	18.326912	Tn/m ²	Cumple
qmax	1.8326912	kg/cm ²	

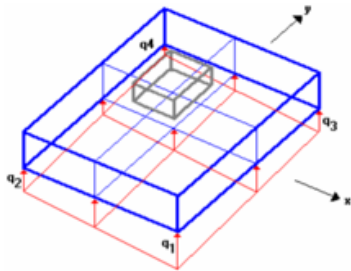
DETERMINACIÓN DEL PERALTE (hz)

$d = h_z - r_e$ $r_e = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$

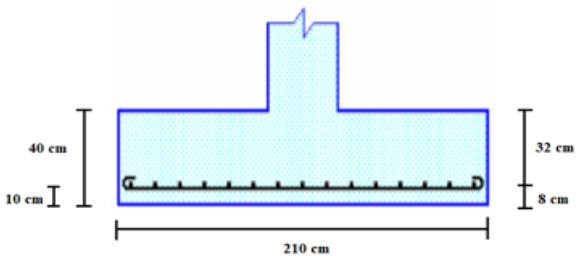
dx	0.3	dy	0.32
hz	0.4	hz	0.4

DIAGRAMA DE REACCIONES DEL SUELO

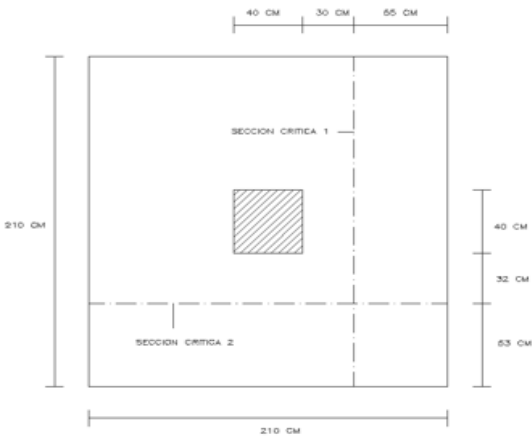
q1	2.5320075	kg/cm ²	25.3201	Tn/m ²
q2	1.7869476	kg/cm ²	17.8695	Tn/m ²
q3	1.9333681	kg/cm ²	19.3337	Tn/m ²
q4	1.1883081	kg/cm ²	11.8831	Tn/m ²



DISEÑO A CORTE TIPO VIGA



d "x"	0.3	m
d "y"	0.32	m



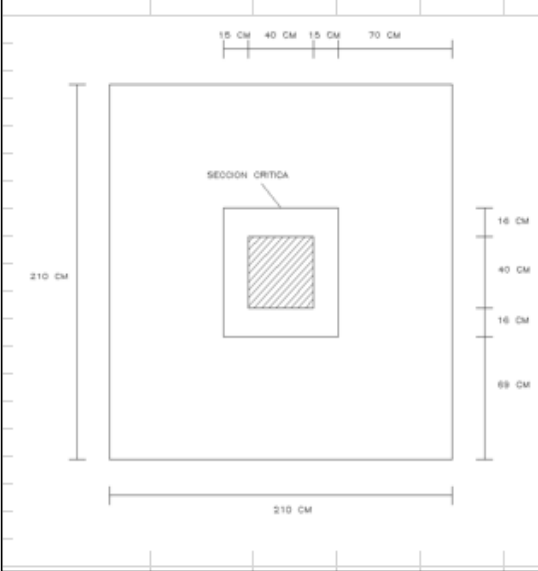
DISEÑO EN DIRECCION "X"

qmax	2.2326878	Kg/cm ²	22.3269	Tn/m ²
qmin	1.4876279	Kg/cm ²	14.8763	Tn/m ²
q	2.037553	Kg/cm ²	20.3755	Tn/m ²
Vu	24660.641	Kg	24.6606	Tn
vu	4.60516	Kg/cm ²	46.052	Tn/m ²
vc	8.21072	Kg/cm ²	82.107	Tn/m ² Cumple

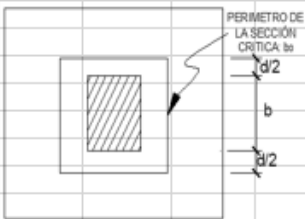
DISEÑO EN DIRECCION "Y"

qmax	2.1594776	Kg/cm ²	21.5948	Tn/m ²
qmin	1.5608381	Kg/cm ²	15.6084	Tn/m ²
q	2.0083924	Kg/cm ²	20.0839	Tn/m ²
Vu	23194.196	Kg	23.1942	Tn
vu	4.06061	Kg/cm ²	40.606	Tn/m ²
vc	8.21072	Kg/cm ²	82.107	Tn/m ² Cumple

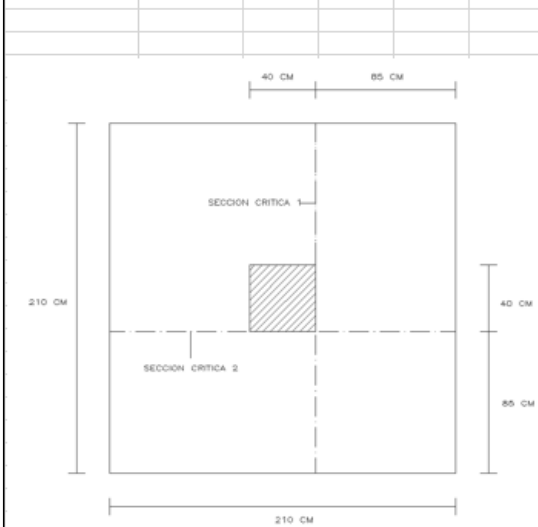
DISEÑO A CORTANTE POR PUNZONAMIENTO



x	15	cm	0.15	m	
y	16	cm	0.16	m	
q	1.86016	kg/cm ²	18.6016	Tn/m ²	
Vu	72657.8	kg	72.6578	Tn	
vu	9.7048	kg/cm ²	97.048	Tn/m ²	
vc	16.421	kg/cm ²	164.21	Tn/m ²	Cumple



DISEÑO A FLEXION



DISEÑO A FLEXION EN DIRECCION "X"

q1	2.53201	Kg/cm ²
q2	1.78695	Kg/cm ²
q	2.23044	Kg/cm ²
Mu	878373	Kg.cm
k	145.714	
As	7.9634	cm ²
ρmin	0.00333	
Asmin	10	cm ²

# DE VARILLAS	Ø (mm)	AREA cm2
11	16	22.116812

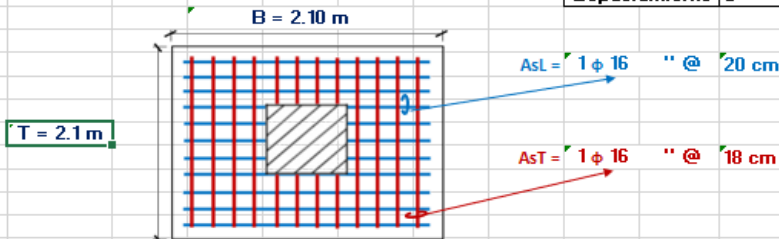
Espaciamiento	S	19.8 cm
----------------------	---	---------

DISEÑO A FLEXION EN DIRECCION "Y"

q1	2.53201	Kg/cm ²
q3	1.93337	Kg/cm ²
q	2.2897	Kg/cm ²
Mu	885510	Kg.cm
k	155.429	
As	7.50172	cm ²
ρmin	0.00333	
Asmin	10.6667	cm ²

# DE VARILLAS	Ø (mm)	AREA cm2
12	16	24.127432

Espaciamiento	S	18.0 cm
----------------------	---	---------



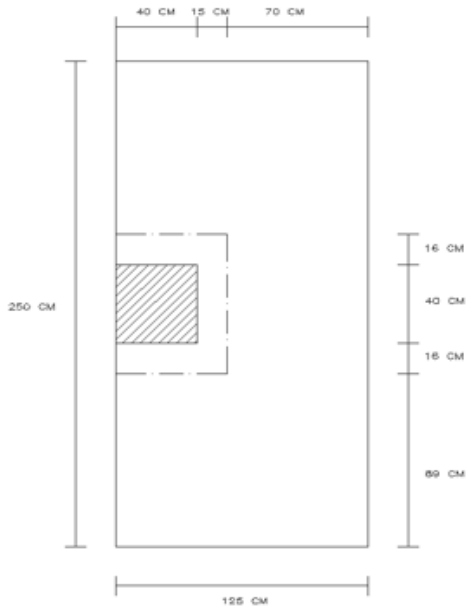
Zapatas Medianeras

1 DATOS: COLUMNA					2 DATOS: ZAPATA							
SECCIÓN	b:	40	cm	→	0.40	m	σ_t	2.0	kg/cm ²	→	20	Tn/m ²
	l:	40	cm	→	0.40	m	f'_c	240	kg/cm ²	→	2400	Tn/m ²
	f'_c	240	kg/cm ²	→	2400	Tn/m ²	f'_y	4200	kg/cm ²	→	42000	Tn/m ²
	f'_y	4200	kg/cm ²	→	42000	Tn/m ²	ϕ	0.85				
	CM	28,186.70	kg	→	28.19	Tn						
	CV	5,397.30	kg	→	5.40	Tn						
ACERO	As	10 ϕ	5/8"									
DESARROLLO DEL DISEÑO												
DETERMINACIÓN DE CARGAS												
Peso Servicio	Ps	34	Tn		Ps = CM + CV		σ_t	Pp en % de Ps		σ_t (kg/cm ²)	Pp en % de Ps	
Peso Total	PT	35.26	Tn		PT = Ps + Pp		2.0	5.0% de Ps		1.0	8.0 % de Ps	
Peso Último	Pu	48.64	Tn		Pu = 1.4CM + 1.7CV					2.0	5.0 % de Ps	
Mom ult x	Mux	4.38	Tn.m							3.0	4.0 % de Ps	
Mom ult y	Muy	4.87	Tn.m							4.0	3.0 % de Ps	
DIMENSIONES EN PLANTA (BxT) DE LA ZAPATA												
Área Zapata	Az	1.76 m ²			B:	0.60 m	→	1.25 m				
					L:	1.20 m	→	2.50 m			3.1 m ²	

EXENTRICIDADES				
e	B/6	0.20833	m	Zapatas excentricas
e	L/6	0.41667	m	
ex	Muy/Pu	0.10017	m	Se encuentra dentro del tercio medio
ey	Mux/Pu	0.09004	m	Se encuentra dentro del tercio medio
ESFUERZO MAXIMO DE REACCION DEL SUELO				
qmax	19.1177	Tn/m ²	Cumple	
qmax	1.91177	kg/cm ²		
DETERMINACIÓN DEL PERALTE (hz)				
$d = h_z - r_e$ $r_e = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$				
dx	0.3		dy	0.32
hz	0.4		hz	0.4
DIAGRAMA DE REACCIONES DEL SUELO				
q1	2.63681	kg/cm ²	26.36812	Tn/m ²
q2	1.14252	kg/cm ²	11.42525	Tn/m ²
q3	1.96526	kg/cm ²	19.65257	Tn/m ²
q4	0.47097	kg/cm ²	4.709696	Tn/m ²

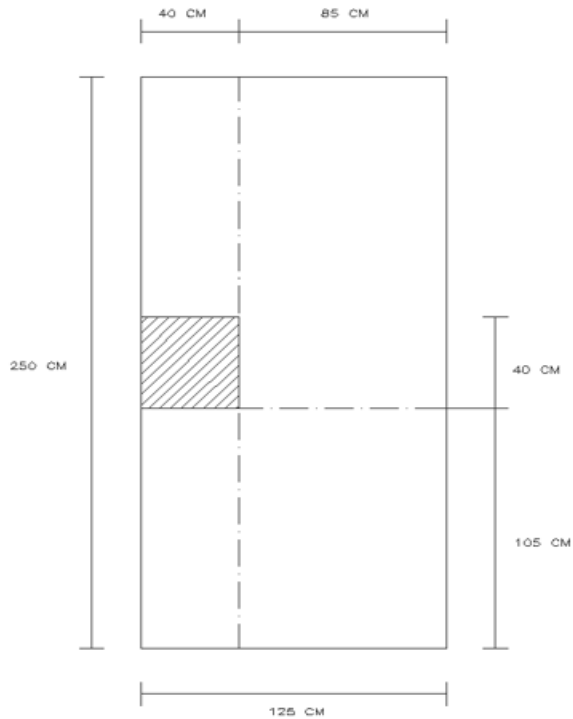
DISEÑO A CORTE TIPO VIGA				
d "x"	0.3	m		
d "y"	0.32	m		
DISEÑO EN DIRECCION "X"				
qmax	2.30103	Kg/cm ²	23.01035	Tn/m ²
qmin	0.80675	Kg/cm ²	8.067473	Tn/m ²
q	1.64355	Kg/cm ²	16.43548	Tn/m ²
Vu	27119	Kg	27.11901	Tn
vu	4.25396	Kg/cm ²	42.53962	Tn/m ²
vc	8.21072	Kg/cm ²	82.10725	Tn/m ² Cumple
DISEÑO EN DIRECCION "Y"				
qmax	1.88967	Kg/cm ²	18.89669	Tn/m ²
qmin	1.21811	Kg/cm ²	12.18113	Tn/m ²
q	1.69357	Kg/cm ²	16.93575	Tn/m ²
Vu	16348.5	Kg	16.34855	Tn
vu	4.8084	Kg/cm ²	48.08396	Tn/m ²
vc	8.21072	Kg/cm ²	82.10725	Tn/m ² Cumple

DISEÑO A CORTANTE POR PUNZONAMIENTO



x	15	cm	0.15	m	
y	16	cm	0.16	m	
q	1.55389	kg/cm ²	15.5389	Tn/m ²	
Vu	42405.7	kg	42.4057	Tn	
vu	8.9024	kg/cm ²	89.024	Tn/m ²	
vc	16.4214	kg/cm ²	164.214	Tn/m ²	Cumple

DISEÑO A FLEXION



DISEÑO A FLEXION EN DIRECCION "X"

q1	2.63681	Kg/cm ²
q2	1.14252	Kg/cm ²
q	1.6207	Kg/cm ²
Mu	258490	Kg.cm
k	145.714	
As	2.29757	cm ²
pmin	0.00333	
Asmin	10	cm ²

# DE VARILLAS	Ø (mm)	AREA cm2
13	16	26.1381
Espaciamento	S	20 cm

DISEÑO A FLEXION EN DIRECCION "Y"

q1	2.63681	Kg/cm ²
q3	1.96526	Kg/cm ²
q	2.35476	Kg/cm ²
Mu	1401716	Kg.cm
k	155.429	
As	12.0558	cm ²
pmin	0.00333	
Asmin	10.6667	cm ²

# DE VARILLAS	Ø (mm)	AREA cm2
7	16	14.0743
Espaciamento	S	19 cm

Zapatas Esquinas

DATOS: COLUMNA						DATOS: ZAPATA						
SECCIÓN N	b:	40	cm	→	0.40	m	σ_t	2.0	kg/cm ²	→	20	Tn/m ²
	I:	40	cm	→	0.40	m	f'c	240	kg/cm ²	→	2400	Tn/m ²
	f'c	240	kg/cm ²	→	2400	Tn/m ²	f'y	4200	kg/cm ²	→	42000	Tn/m ²
	f'y	4200	kg/cm ²	→	42000	Tn/m ²	ϕ	0.85				
	CM	#####	kg	→	16.89	Tn						
CV	2,482.20	kg	→	2.48	Tn							
ACERO	As	10 ϕ	5/8"									
DESARROLLO DEL DISEÑO												
DETERMINACIÓN DE CARGAS												
											σ_t (kg/cm²)	Pp en % de Ps
Peso Servici	Ps	19	Tn		Ps = CM + CV		σ_t	Pp en % de Ps			1.0	8.0 % de Ps
Peso Total	PT	20.34	Tn		PT = Ps + Pp		2.0	5.0% de Ps			2.0	5.0 % de Ps
Peso Último	Pu	27.87	Tn		u = 1.4CM + 1.7C						3.0	4.0 % de Ps
Mom ult s	Mux	4.16	Tn.m								4.0	3.0 % de Ps
Mom ult y	Muy	4.76	Tn.m									
DIMENSIONES EN PLANTA (BxL) DE LA ZAPATA												
Área Zapata	Az	1.02 m ²			B:	1.01 m	→	1.60 m				
					L:	1.01 m	→	1.60 m			2.6 m ²	

EXENTRICIDADES					
e	B/6	0.26667	m	Zapatas cuadradas	
e	L/6	0.26667	m		
ex	Muy/Pu	0.17079	m		Se encuentra dentro del tercio medio
ey	Muy/Pu	0.14926	m		Se encuentra dentro del tercio medio

ESFUERZO MAXIMO DE REACCION DEL SUELO				
qmax	17.4852	Tn/m ²	Cumple	
qmax	1.74852	kg/cm ²		

DETERMINACIÓN DEL PERALTE (hz)				
$d = h_z - r_e$		$r_e = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$		
dx	0.3	dy	0.32	
hz	0.4	hz	0.4	

DIAGRAMA DE REACCIONES DEL SUELO				
q1	2.39536	kg/cm ²	23.9536	Tn/m ²
q2	1.00083	kg/cm ²	10.0083	Tn/m ²
q3	1.17661	kg/cm ²	11.7661	Tn/m ²
q4	-0.2179	kg/cm ²	-2.1792	Tn/m ²

DISEÑO A CORTE TIPO VIGA				
d "x"	0.3	m		
d "y"	0.32	m		
DISEÑO EN DIRECCION "X"				
qmax	1.78598	Kg/cm ²	17.8598	Tn/m ²
qmin	0.39145	Kg/cm ²	3.91453	Tn/m ²
q	1.00156	Kg/cm ²	10.0156	Tn/m ²
Vu	20070.3	Kg	20.0703	Tn
vu	4.9192	Kg/cm ²	49.192	Tn/m ²
vc	8.2107	Kg/cm ²	82.107	Tn/m ² Cumple
DISEÑO EN DIRECCION "Y"				
qmax	1.69809	Kg/cm ²	16.9809	Tn/m ²
qmin	0.47934	Kg/cm ²	4.79344	Tn/m ²
q	1.02778	Kg/cm ²	10.2778	Tn/m ²
Vu	19190.2	Kg	19.1902	Tn
vu	4.4095	Kg/cm ²	44.095	Tn/m ²
vc	8.2107	Kg/cm ²	82.107	Tn/m ² Cumple

DISEÑO A CORTANTE POR PUNZONAMIENTO				
x	15	cm	0.15	m
y	16	cm	0.16	m
q	1.08872	kg/cm ²	10.8872	Tn/m ²
Vu	24517.9	kg	24.5179	Tn
vu	5.6647	kg/cm ²	56.647	Tn/m ²
vc	16.421	kg/cm ²	164.21	Tn/m ² Cumple

DISEÑO A FLEXION		
DISEÑO A FLEXION EN DIRECCION "X"		
q1	2.40	Kg/cm ²
q2	1.00	Kg/cm ²
q	1.35	Kg/cm ²
Mu	518224.78	Kg.cm
k	145.71	
As	4.64	cm ²
ρ _{min}	0.003333	
As _{min}	10	cm ²
# DE VARILLAS	Ø (mm)	REA cm ²
9	16	18.0956
Espaciamiento	S	18 cm
DISEÑO A FLEXION EN DIRECCION "Y"		
q1	2.395359	Kg/cm ²
q3	1.176609	Kg/cm ²
q	1.48	Kg/cm ²
Mu	456525.6	Kg.cm
k	155.4286	
As	3.821157	cm ²
ρ _{min}	0.003333	
As _{min}	10.66667	cm ²
# DE VARILLAS	Ø (mm)	REA cm ²
9	16	18.0956
Espaciamiento	S	18 cm

Anexo 4

	Tramo	#ap. Acum	Q.inst.Tramo	Q. inst Acum	ks	kss	QMP	DN	DN com	DN int	Vel. Real		
			(l/s)	(l/s)								(l/s)	(pulg)
PA5	Departamento A	1	3	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
		2	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		3	4	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362
		5	4	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		4	6	10		0.7	0.4133	1	0.289333	0.534325	3/4	0.01885	1.036778
		7	9	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		8	9	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		9	11	4		0.2	0.6397	1	0.127944	0.355318	1/2	0.01388	0.845575
		10	11	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
		11	6	10		0.4	0.4133	1	0.165333	0.403912	1/2	0.01388	1.092676
		6	12	20		1.1	0.3186	1	0.350415	0.588027	3/4	0.01885	1.255653
		13	15	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
	14	15	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396	
	15	16	4		0.4	0.6397	1	0.255889	0.502495	3/4	0.01885	0.916934	
	17	16	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396	
	16	12	10		0.6	0.4133	1	0.248	0.4947	1/2	0.01388	1.639015	
	12	CM	30		1.7	0.2792	1	0.474723	0.684426	3/4	0.01885	1.70109	
	Departamento B	1	3	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
		2	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		3	4	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362
		5	4	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		4	6	6		0.4	0.5185	1	0.207399	0.452387	1/2	0.01388	1.370689
		7	9	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
		8	9	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
9		6	4		0.4	0.6397	1	0.255889	0.502495	3/4	0.01885	0.916934	
6		CM	10		0.8	0.4133	1	0.330667	0.571218	3/4	0.01885	1.184889	
Montante			40		2.5	0.2565	0.325	0.208408	0.453486	1/2	0.01388	1.377356	

	Tramo	#ap. Acum	Q.inst.Tramo	Q. inst Acum	ks	kss	QMP	DN	DN com	DN int	Vel. Real		
			(l/s)	(l/s)								(l/s)	(pulg)
PA4	Departamento A	1	3	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
		2	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		3	4	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362
		5	4	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		4	6	10		0.7	0.4133	1	0.289333	0.534325	3/4	0.01885	1.036778
		7	9	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		8	9	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		9	11	4		0.2	0.6397	1	0.127944	0.355318	1/2	0.01388	0.845575
		10	11	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
		11	6	10		0.4	0.4133	1	0.165333	0.403912	1/2	0.01388	1.092676
		6	12	20		1.1	0.3186	1	0.350415	0.588027	3/4	0.01885	1.255653
		13	15	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
	14	15	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396	
	15	16	4		0.4	0.6397	1	0.255889	0.502495	3/4	0.01885	0.916934	
	17	16	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396	
	16	12	10		0.6	0.4133	1	0.248	0.494689	1/2	0.01388	1.639015	
	12	CM	30		1.7	0.2792	1	0.474723	0.684426	3/4	0.01885	1.70109	
	Departamento B	1	3	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
		2	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		3	4	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362
		5	4	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
		4	6	6		0.4	0.5185	1	0.207399	0.452387	1/2	0.01388	1.370689
		7	9	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
		8	9	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
9		6	4		0.4	0.6397	1	0.255889	0.502495	3/4	0.01885	0.916934	
6		M	10		0.8	0.4133	1	0.330667	0.571218	3/4	0.01885	1.184889	
Montante			80		5	0.2149	0.325	0.349156	0.586971	3/4	0.01885	1.251145	

PA3	Departamento A	Tramo		#ap. Acum	Q.inst.Tramo (l/s)	Q. inst Acum (l/s)	ks	kss	QMP (l/s)	DN (pulg)	DN com (pulg)	DN int (m)	Vel. Real (m/s)
		1	3	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
2	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
3	4	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362		
5	4	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
4	6	10		0.7	0.4133	1	0.289333	0.534325	3/4	0.01885	1.036778		
7	9	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
8	9	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
9	11	4		0.2	0.6397	1	0.127944	0.355318	1/2	0.01388	0.845575		
10	11	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
11	6	10		0.4	0.4133	1	0.165333	0.403912	1/2	0.01388	1.092676		
6	12	20		1.1	0.3186	1	0.350415	0.588027	3/4	0.01885	1.255653		
13	15	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
14	15	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
15	16	4		0.4	0.6397	1	0.255889	0.502495	3/4	0.01885	0.916934		
17	16	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
16	12	10		0.6	0.4133	1	0.248	0.494689	1/2	0.01388	1.639015		
12	CM	30		1.7	0.2792	1	0.474723	0.684426	3/4	0.01885	1.70109		
Departamento B													
1	3	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
2	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
3	4	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362		
5	4	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
4	6	6		0.4	0.5185	1	0.207399	0.452387	1/2	0.01388	1.370689		
7	9	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
8	9	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
9	6	4		0.4	0.6397	1	0.255889	0.502495	3/4	0.01885	0.916934		
6	CM	10		0.8	0.4133	1	0.330667	0.571218	3/4	0.01885	1.184889		
Montante		120		7.5	0.1971	0.325	0.480434	0.688531	3/4	0.01885	1.721557		

PA2	Departamento	Tramo		#ap. Acum	Q.inst.Tramo (l/s)	Q. inst Acum (l/s)	ks	kss	QMP (l/s)	DN (pulg)	DN com (pulg)	DN int (m)	Vel. Real (m/s)
		1	3	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396
2	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
3	4	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362		
5	4	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
4	6	6		0.4	0.5185	1	0.207399	0.452387	1/2	0.01388	1.370689		
7	9	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
8	9	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
9	11	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362		
10	11	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
11	6	6		0.4	0.5185	1	0.207399	0.452387	1/2	0.01388	1.370689		
6	12	12		0.8	0.3842	1	0.307327	0.550689	3/4	0.01885	1.101256		
13	15	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
14	15	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
15	17	4		0.4	0.6397	1	0.255889	0.502495	3/4	0.01885	0.916934		
16	17	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
17	12	6		0.6	0.5185	1	0.311099	0.554059	3/4	0.01885	1.114773		
12	18	18		1.4	0.3304	1	0.462609	0.675637	3/4	0.01885	1.657681		
19	21	2	0.2	0.2	1.0383	1	0.207658	0.452669	1/2	0.01388	1.372396		
20	21	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
21	23	4		0.3	0.6397	1	0.191916	0.435173	1/2	0.01388	1.268362		
22	23	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
23	18	6		0.4	0.5185	1	0.207399	0.452387	1/2	0.01388	1.370689		
18	CM	24		1.8	0.2997	1	0.539478	0.729614	3/4	0.01885	1.933131		
Montante		144		9.3	0.1904	0.325	0.575345	0.753478	1	0.0243	1.240584		

P1	Salon	Tramo		#ap. Acum	Q.inst.Tramo (l/s)	Q. inst Acum (l/s)	ks	kss	QMP (l/s)	DN (pulg)	DN com (pulg)	DN int (m)	Vel. Real (m/s)
		1	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198
2	3	2	0.1	0.1	1.0383	1	0.103829	0.320085	1/2	0.01388	0.686198		
3	4	4		0.2	0.6397	1	0.127944	0.355318	1/2	0.01388	0.845575		
5	4	144		9.3	0.1904	0.325	0.575345	0.753478	1	0.0243	1.240584		
Montante		144		9.3	0.1904	0.325	0.575345	0.753478	1	0.0243	1.240584		
4	H	148		9.5	0.1894	1	1.799296	1.332471	1 1/2	0.0381	1.578203		

Anexo 5

PA5

Long (m)	Hf. Long (mca)	Hf.Acc (mca)	Codo		Tee V		Tee H		Reductor		Valvula de globo		Valvula de retencion	
			cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le
2.35	0.463515	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.45	0.143668	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.34	0.05842	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.05	0.120212	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.13	0.25778	7.547608	2	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
2.54	0.148945	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.25	0.13194	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.74	0.06254	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.95	0.187378	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
1.09	0.144276	6.048074	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
2.54	0.292489	0.348841	0	0.269037	0	1.147654	1	0.274211	1	0.07463	0	6.934904	0	1.634445686
3.94	0.777127	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.59	0.510852	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
1.49	0.423557	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.49	0.491128	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.47	0.933805	5.842464	0	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
4.2	0.822767	7.547608	2	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
2.17	0.428012	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.35	0.137804	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.6	0.103094	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
1.95	0.114348	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.54	0.696712	6.746737	1	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	9	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
3.22	0.635114	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.45	0.483239	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.68	0.244452	7.278571	1	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
1.67	0.173743	7.742016	3	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	0	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
2.4	0.476375	2.165984	0	0.201731	1	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	1	1.220250547

PA4

Long (m)	Hf. Long (mca)	Hf.Acc (mca)	Codo		Tee V		Tee H		Reductor		Llave		Valvula de retencion	
			cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le
2.35	0.463515	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.45	0.143668	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.34	0.05842	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.05	0.120212	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.13	0.25778	7.547608	2	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
2.54	0.148945	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.25	0.13194	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.74	0.06254	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.95	0.187378	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
1.09	0.144276	6.048074	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
2.54	0.292489	0.348841	0	0.269037	0	1.147654	1	0.274211	1	0.07463	0	6.934904	0	1.634445686
3.94	0.777127	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.59	0.510852	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
1.49	0.098977	0.274211	0	0.269037	0	1.147654	1	0.274211	0	0.07463	0	6.934904	0	1.634445686
2.49	0.491128	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.47	0.933805	5.842464	0	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
4.2	0.822767	7.547608	2	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
1.89	0.372784	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.41	0.141322	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.75	0.128868	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.01	0.117866	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.44	0.480219	6.746737	1	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	9	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
3.22	0.635114	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.45	0.483239	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.68	0.244452	7.278571	1	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
1.67	0.173743	7.742016	3	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	0	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
2.4	0.274634	2.7821	0	0.269037	1	1.147654	0	0.274211	0	0.07463	0	6.934904	1	1.634445686

PA3

Long (m)	Hf. Long (mca)	Hf.Acc (mca)	Codo		Tee V		Tee H		Reductor		Llave		Valvula de retencion	
			cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le
2.35	0.463515	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.45	0.143668	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.34	0.05842	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.05	0.120212	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.13	0.25778	7.547608	2	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
2.54	0.148945	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.25	0.13194	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.74	0.06254	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.95	0.187378	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
1.09	0.144276	6.048074	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
2.54	0.292489	0.348841	0	0.269037	0	1.147654	1	0.274211	1	0.07463	0	6.934904	0	1.634445686
3.94	0.777127	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.59	0.510852	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
1.49	0.098977	0.274211	0	0.269037	0	1.147654	1	0.274211	0	0.07463	0	6.934904	0	1.634445686
2.49	0.491128	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.47	0.933805	5.842464	0	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
4.2	0.822767	7.547608	2	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
1.89	0.372784	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.41	0.141322	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.75	0.128868	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.01	0.117866	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.44	0.480219	6.746737	1	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	9	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
3.22	0.635114	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.45	0.483239	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.68	0.244452	7.278571	1	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
1.67	0.173743	7.742016	3	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	0	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
2.4	0.480096	2.7821	0	0.269037	1	1.147654	0	0.274211	0	0.07463	0	6.934904	1	1.634445686

PA2

Long (m)	Hf. Long (mca)	Hf.Acc (mca)	Codo		Tee V		Tee H		Reductor		Llave		Valvula de retencion	
			cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le
2.38	0.469432	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.43	0.142495	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.37	0.063575	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.03	0.119039	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.02	0.397559	6.249805	1	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
1.64	0.323474	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.49	0.146013	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.69	0.118558	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.09	0.122557	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.56	0.503837	6.044195	1	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
2.67	0.244383	0.348841	0	0.269037	0	1.147654	1	0.274211	1	0.07463	0	6.934904	0	1.634445686
4.42	0.871802	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.75	0.542411	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.97	0.064434	0.348841	0	0.269037	0	1.147654	1	0.274211	1	0.07463	0	6.934904	0	1.634445686
2.65	0.522687	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
4.01	0.374951	7.278571	1	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
3	0.561698	0.274211	0	0.269037	0	1.147654	1	0.274211	0	0.07463	0	6.934904	0	1.634445686
2.3	0.453653	0.605192	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.48	0.145427	0.609071	2	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.6	0.103094	0.20561	0	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
2.08	0.121971	0.403461	2	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.91	0.769532	6.044195	1	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
1.73	0.423895	7.816646	3	0.269037	0	1.147654	0	0.274211	1	0.07463	1	6.934904	0	1.634445686
2.4	0.196989	11.68649	0	0.342844	1	1.369075	0	0.3494376	1	0.095921	1	8.132851	1	2.088643574

P1

Long (m)	Hf. Long (mca)	Hf.Acc (mca)	Codo		Tee V		Tee H		Reductor		Llave		Valvula de retencion	
			cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le	cant	Le
1.78	0.104379	6.447656	3	0.201731	0	0.945734	0	0.20561	0	0.055215	1	5.842464	0	1.220250547
1.4	0.082096	0.407341	1	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
3.6	0.304246	0.407341	1	0.201731	0	0.945734	1	0.20561	0	0.055215	0	5.842464	0	1.220250547
0.35	0.028728	0.438765	1	0.342844	0	1.369075	0	0.3494376	1	0.095921	0	8.132851	0	2.088643574
2.4	0.196989	2.774332	2	0.342844	0	1.369075	0	0.3494376	0	0.095921	0	8.132851	1	2.088643574
1.85	0.131885	0.149831	0	0.529732	0	1.929739	0	0.5399194	1	0.149831	0	11.16618	0	3.238722632

Anexo 6

	Tramo	#ap. Acum	Q.inst.Tramo	Q. inst Acum	ks	QMP	DN	DN com	DN int		
			(l/s)	(l/s)		(l/s)	(pulg)	(pulg)	(m)		
PA2	Departamento A	1	3	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		2	3	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		3	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
		5	7	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		6	7	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		7	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
		4	8	8		0.6	0.45442	0.27265	0.5187	3/4	0.01885
		9	11	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		10	11	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		11	8	4		0.4	0.63972	0.25589	0.5025	3/4	0.01885
		8	12	12		1	0.38416	0.38416	0.61569	3/4	0.01885
		13	15	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		14	15	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		15	12	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
		12	CM	16		1.3	0.34465	0.44805	0.66492	3/4	0.01885
		Montante		16		1.3	0.34465	0.44805	0.66492	3/4	0.01885

	Tramo	#ap. Acum	Q.inst.Tramo	Q. inst Acum	ks	QMP	DN	DN com	DN int		
			(l/s)	(l/s)		(l/s)	(pulg)	(pulg)	(m)		
PA3	Departamento A	1	3	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		2	3	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		3	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
		5	7	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		6	7	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		7	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
		4	8	8		0.6	0.45442	0.27265	0.5187	3/4	0.01885
		9	11	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
	10	11	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388	
	11	8	4		0.4	0.63972	0.25589	0.5025	3/4	0.01885	
	8	12	12		1	0.38416	0.38416	0.61569	3/4	0.01885	
	Departamento B	1	3	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		2	3	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		3	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
		5	7	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		6	7	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
7		4	4		0.4	0.63972	0.25589	0.5025	3/4	0.01885	
4		12	8		0.7	0.45442	0.3181	0.56025	3/4	0.01885	
12		CM	20		1.7	0.31856	0.54155	0.73101	3/4	0.01885	
Montante		36		3	0.2644	0.7932	0.8847	1	0.0243		

	Tramo	#ap. Acum	Q.inst.Tramo	Q. inst Acum	ks	QMP	DN	DN com	DN int		
			(l/s)	(l/s)		(l/s)	(pulg)	(pulg)	(m)		
PA4	Departamento A	1	3	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		2	3	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		3	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
		5	7	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		6	7	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		7	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
	Departamento B	4	8	8		0.6	0.45442	0.27265	0.5187	3/4	0.01885
		9	11	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		10	11	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		11	8	4		0.4	0.63972	0.25589	0.5025	3/4	0.01885
		8	12	12		1	0.38416	0.38416	0.61569	3/4	0.01885
		Montante		56		4.7	0.23425	1.10096	1.0423	1 1/4	0.03246

	Tramo	#ap. Acum	Q.inst.Tramo	Q. inst Acum	ks	QMP	DN	DN com	DN int		
			(l/s)	(l/s)		(l/s)	(pulg)	(pulg)	(m)		
PAS	Departamento A	1	3	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		2	3	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		3	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
		5	7	2	0.1	0.1	1.03829	0.10383	0.32009	1/2	0.01388
		6	7	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		7	4	4		0.3	0.63972	0.19192	0.43517	1/2	0.01388
	Departamento B	4	8	8		0.6	0.45442	0.27265	0.5187	3/4	0.01885
		9	11	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		10	11	2	0.2	0.2	1.03829	0.20766	0.45267	1/2	0.01388
		11	8	4		0.4	0.63972	0.25589	0.5025	3/4	0.01885
		8	12	12		1	0.38416	0.38416	0.61569	3/4	0.01885
		Montante		76		6.4	0.21742	1.39147	1.17177	1 1/4	0.03246
Recirculante		76		6.4	0.21742	1.39147	1.17177	1 1/4	0.03246		

Anexo 7

Diseno Pluvial		
Superficie/zona	Zonas Residencial	
Tipo de area	Areas Desarrolladas	
Zona	Zonas Residencial	
C	0.7	
Tiempo de Concentracion	15	min
Tiempo de Retorno	15	min
Area	163.7	m ²
Area		
Area	0.01637	ha
Nombre Estacion	Cuenca Aeropuerto	
I	87.66921712	mm/h
Q	0.002792792	m ³ /s
Q	2.793	lt/s
P	1	%
n (PVC)	0.009	

Anexo 8

Diseno Sanitario										
Bajante	Piso	Tramo	Aparato Sanitario	Unidades de Consumo	Unidades de Consumo Acumulado	Diametro Comercial Minimo	Diametro Comercial Tub.hoz (<3 pisos)	Diametro Comercial Tub.hoz (> 3 pisos)	Diametro Comercial Bajante (<3 pisos)	Diametro Comercial Bajante (> 3 pisos)
1	P5	1	4 ducha	2	2	50	50	50		
		2	4 inodoro	4	4	110	110	110		
		4	5 conexion	0	6	110	110	110		
		3	5 lavabo	2	2	50	50	50		
		5	7 conexion	0	8	110	110	110		
		6	7 sumidero	2	2	50	50	50		
		7	8 conexion	0	10	110	110	110		
		9	8 inodoro	4	4	110	110	110		
		8	10 conexion	0	14	110	110	110		
		12	10 lavabo	2	2	50	50	50		
		10	13 conexion	0	16	110	110	110		
		11	13 ducha	2	2	50	50	50		
		13	15 conexion	0	18	110	110	110		
		14	15 sumidero	2	2	50	50	50		
				15	B conexion	0	20	110	110	110
2	P5	1	3 ducha	2	2	50	50	50		
		2	3 inodoro	4	4	110	110	110		
		4	3 sumidero	2	2	50	50	50		
		3	6 conexion	0	8	110	110	110		
		5	6 lavabo	2	2	50	50	50		
		6	7 conexion	0	10	110	110	110		
		8	7 lavadero de ropa	2	2	50	50	50		
		7	10 conexion	0	12	110	110	110		
		9	10 fregadero	2	2	75	75	75		
		10	11 conexion	0	14	110	110	110		
		12	13 lavadero de ropa	2	2	50	50	50		
		14	13 sumidero	2	2	50	50	50		
		13	16 conexion	0	4	110	110	110		
		15	16 fregadero	2	2	75	75	75		
		16	17 conexion	0	6	110	110	110		
		18	17 fregadero	2	2	75	75	75		
		17	11 conexion	0	8	110	110	110		
		11	B conexion	0	22	110	110	110	75	110

1	P4	1	4 ducha	2	2	50	50	50		
		2	4 inodoro	4	4	110	110	110		
		4	5 conexion	0	6	110	110	110		
		3	5 lavabo	2	2	50	50	50		
		5	7 conexion	0	8	110	110	110		
		6	7 sumidero	2	2	50	50	50		
		7	8 conexion	0	10	110	110	110		
		9	8 inodoro	4	4	110	110	110		
		8	10 conexion	0	14	110	110	110		
		12	10 lavabo	2	2	50	50	50		
		10	13 conexion	0	16	110	110	110		
		11	13 ducha	2	2	50	50	50		
		13	15 conexion	0	18	110	110	110		
		14	15 sumidero	2	2	50	50	50		
		15	B conexion	0	40	110	110	110	110	110

2	P4	1	3 ducha	2	2	50	50	50		
		2	3 inodoro	4	4	110	110	110		
		4	3 sumidero	2	2	50	50	50		
		3	6 conexion	0	8	110	110	110		
		5	6 lavabo	2	2	50	50	50		
		6	7 conexion	0	10	110	110	110		
		8	7 lavadero de ropa	2	2	50	50	50		
		7	10 conexion	0	12	110	110	110		
		9	10 fregadero	2	2	75	75	75		
		10	11 conexion	0	14	110	110	110		
		12	13 lavadero de ropa	2	2	50	50	50		
		14	13 sumidero	2	2	50	50	50		
		13	16 conexion	0	4	110	110	110		
		15	16 fregadero	2	2	75	75	75		
		16	17 conexion	0	6	110	110	110		
		18	17 fregadero	2	2	75	75	75		
		17	11 conexion	0	8	110	110	110		
11	B conexion	0	44	110	110	110	110	110		

1	P3	1	4 ducha	2	2	50	50	50		
		2	4 inodoro	4	4	110	110	110		
		4	5 conexion	0	6	110	110	110		
		3	5 lavabo	2	2	50	50	50		
		5	7 conexion	0	8	110	110	110		
		6	7 sumidero	2	2	50	50	50		
		7	8 conexion	0	10	110	110	110		
		9	8 inodoro	4	4	110	110	110		
		8	10 conexion	0	14	110	110	110		
		12	10 lavabo	2	2	50	50	50		
		10	13 conexion	0	16	110	110	110		
		11	13 ducha	2	2	50	50	50		
		13	15 conexion	0	18	110	110	110		
		14	15 sumidero	2	2	50	50	50		
		15	B conexion	0	60	110	110	110	110	110

2	P3	1	3 ducha	2	2	50	50	50		
		2	3 inodoro	4	4	110	110	110		
		4	3 sumidero	2	2	50	50	50		
		3	6 conexion	0	8	110	110	110		
		5	6 lavabo	2	2	50	50	50		
		6	7 conexion	0	10	110	110	110		
		8	7 lavadero de ropa	2	2	50	50	50		
		7	10 conexion	0	12	110	110	110		
		9	10 fregadero	2	2	75	75	75		
		10	11 conexion	0	14	110	110	110		
		12	13 lavadero de ropa	2	2	50	50	50		
		14	13 sumidero	2	2	50	50	50		
		13	16 conexion	0	4	110	110	110		
		15	16 fregadero	2	2	75	75	75		
		16	17 conexion	0	6	110	110	110		
		18	17 fregadero	2	2	75	75	75		
		17	11 conexion	0	8	110	110	110		
11	B conexion	0	66	110	110	110	110	110		

1	P2	1	4 ducha	2	2	50	50	50		
		2	4 inodoro	4	4	110	110	110		
		3	4 lavabo	2	2	50	50	50		
		4	6 conexion	0	8	110	110	110		
		5	6 sumidero	2	2	50	50	50		
		6	7 conexion	0	10	110	110	110		
		8	7 sumidero	2	2	50	50	50		
		7	9 conexion	0	12	110	110	110		
		10	12 lavabo	2	2	50	50	50		
		11	12 inodoro	4	4	110	110	110		
		12	9 conexion	0	6	110	110	110		
		9	14 conexion	0	18	110	110	110		
		13	14 ducha	2	2	50	50	50		
		14	16 conexion	0	20	110	110	110		
		15	16 lavadero de ropa	2	2	50	50	50		
		16 B	conexion	0	82	110	110	110	110	110

2	P2	1	3 ducha	2	2	50	50	50		
		2	3 inodoro	4	4	110	110	110		
		3	5 conexion	0	6	110	110	110		
		4	5 sumidero	2	2	50	50	50		
		5	7 conexion	0	8	110	110	110		
		6	7 lavabo	2	2	50	50	50		
		7	8 conexion	0	10	110	110	110		
		9	11 sumidero	2	2	50	50	50		
		10	11 fregadero	2	2	75	75	75		
		11	13 conexion	0	4	75	75	75		
		12	13 fregadero	2	2	75	75	75		
		13	8 conexion	0	6	110	110	110		
		8	B conexion	0	82	110	110	110	110	110

1	PB	1	3 inodoro	4	4	110	110	110		
		2	3 sumidero	2	2	50	50	50		
		3	5 conexion	0	6	110	110	110		
		4	5 lavabo	2	2	50	50	50		
		5	6 conexion	0	8	110	110	110		
		7	6 sumidero	2	2	50	50	50		
		6	8 conexion	0	10	110	110	110		

Anexo 9

Volumen adicional del sistema de gabinetes para la cisterna

VOLUMEN ADICIONAL PARA LA CISTERNA		
Caudal	100	gpm
Tiempo reaccion	30	min
Volumen adicional	3000	gal
	11,36	m ³
	11356,23	Litro

Anexo 10

Cálculo del diámetro de la red de gabinetes y selección de material

Q gabinete (gpm)	Q gabinete (l/s)	Q gabinete (m ³ /s)	DIAMETR O	Diámetro interior (mm)	Q real (l/s)	Material
100	6,3	0,0063	2 1/2	62,62	9,239261574	AC (Acero)

Anexo 11

Cálculo de las pérdidas de carga y presión para la red de gabinetes

TRAMO	CAUDAL		Diametro		MATERIAL	Formula	Coefic.
	gpm	m ³ /s	pulg (com)	m(divide para)			
1-2	100	0,006309	2 1/2	0,06262	AC	H-W	120
2-5	100	0,006309	2 1/2	0,06262	AC	H-W	120
5-7	100	0,006309	2 1/2	0,06262	AC	H-W	120

Perdidas por fricción			Longitud Equivalente									
Long(tramo)	hf	HF1	Codo		TEE		Reduccion		Valvulas comp		HF2	HFT
m	(m/m)	m	Long	cant	Long	cant	Long	cant	Long	cant	m	m
2,3	0,0914	0,2101	1,34	3	1,365	0	0,385	1	0,455	1	4,86	5,0701
14,3	0,0914	1,3066	1,34	1	1,365	4	0,385	0	0,455	0	6,8	8,1066
7,1	0,0914	0,6487	1,34	3	1,365	1	0,385	1	0,455	1	6,225	6,8737

Presión	
psi	mca
65	45,5
72,24	50,5701
104,25	72,9767
114,07	79,8504

Anexo 12

Cálculo de la bomba para la red de gabinetes

DATOS PARA LA BOMBA		
Q	6,30	lts/sg
Q	0,0063	m ³
∑hf	20,34	m
Δz	17	m
Pmin	45,5	m
HT	82.84	m

TIPOS DE BOMBA		n%	n (rendimiento)	Fs
Peque	<=2HP	50-60	0,5	1,5
Mediana	2-10 HP	60-80	0,6	1,3
Grande	>10HP	80-90	0,8	1,2
			0,9	1,2

Pcalcu	13,91	HP
Preal	20,87	HP
Preal	21	HP

SE ESCOGE UNA BOMBA
GRANDE

Anexo 13

Cálculo del número de rociadores

METODO DE UBICACIÓN GEOMETRICA

Rociador catalogo	Rociador cobertura estándar 1/2" K80 RD030	
Color bulbo	Naranja	Ordinario
Rango temperatura	57	°C
k	5,6	
Pmin	7	psi
Pmax	175	psi
Qmin	14,82	gpm
Qmax	74,08	gpm
Ocupacion riesgo	Departamentos: LIGERO	

AREA DE COBERTURA

Radio de cobertura	3	m
Separación	Ocupacion riesgo	Departamentos: LIGERO
S mínima rociadores	2,4	m
S máxima rociadores	4,6	m
S mínima Paredes	0,10	m
S máxima Paredes	2,3	m

Anexo 14

Volumen adicional del sistema de gabinetes para la cisterna

#Rociadores simultáneos	5	u
Presione trabajo	20	psi
Qd	125,22	gpm
Tiempo reacción	30	min
Volumen adicional a la cisterna	3756,594202	gal
	14,22	m3
	14220,25	Litro

Anexo 15

Cálculo del diámetro de la red de rociadores

TRAMO	CAUDAL		Diametro		MATERIAL	Formula	Coeficiente
	gpm	m3/s	pulg (com)	m			
1-2	25,04	0,001580	1	0,02604	AC	F	0,00018
3-2	25,04	0,001580	1	0,02604	AC	F	0,00018
2-5	50,09	0,003160	1 1/2	0,03824	AC	F	0,00018
4-5	25,04	0,001580	1	0,02604	AC	F	0,00018
6-5	25,04	0,001580	1	0,02604	AC	F	0,00018
5-7	100,18	0,006320	2 1/2	0,06262	AC	HW	120
7-8	125,22	0,007900	2 1/2	0,06262	AC	HW	120
8-10	125,22	0,007900	2 1/2	0,06262	AC	HW	120
10-11	125,22	0,007900	2 1/2	0,06262	AC	HW	120
11-12	150,26	0,009480	3	0,0748	AC	HW	120

Anexo 16

Cálculo de pérdidas de carga y de presiones

Perdidas por fricción			Longitud Equivalente									
Long(tramo)	hf	HF1	Codo		TEE		Reduccion		Valvulas comp		HF2	HFT
m	(m/m)	m	Long	cant	Long	cant	Long	cant	Long	cant	m	m
0,19	0,4448	0,0845	0,56	1	0,57	1	0,16	1	0,2	0	1,29	1,3745
1,45	0,4448	0,6449	0,56	1	0,57	1	0,16	1	0,2	0	1,29	1,9349
2,3	0,2421	0,5568	0,82	0	0,835	2	0,235	0	0,285	0	1,67	2,2268
0,77	0,4448	0,3425	0,56	1	0,57	1	0,16	1	0,2	0	1,29	1,6325
1,87	0,4448	0,8317	0,56	1	0,57	1	0,16	1	0,2	0	1,29	2,1217
4	0,0917	0,3667	1,34	0	1,365	2	0,385	0	0,455	0	2,73	3,0967
8,09	0,1385	1,1206	1,34	4	1,365	1	0,385	2	0,455	0	7,495	8,6156
14,3	0,1385	1,9807	1,34	1	1,365	4	0,385	1	0,455	1	7,64	9,6207
5,29	0,1385	0,7327	1,34	2	1,365	1	0,385	0	0,455	0	4,045	4,7777
1,25	0,0817	0,1022	1,6	1	1,63	1	0,46	0	0,54	0	3,23	3,3322

Presión	
psi	mca
20	14
21,96	15,3745
24,73	17,3094
27,91	19,5362
30,24	21,1686
33,27	23,2903
37,70	26,3870
50,00	35,0026
84,18	58,9233
91,00	63,7010
95,76	67,0332

Anexo 17

Cálculo de la bomba para la red de rociadores

CALCULO BOMBA		
Q	7,90	lts/sg
Q	0,007900144	m ³
$\sum hf$	33.7853	m
Δz	17	m
Pmin	14	m
HT	64.78	m

TIPOS DE BOMBA		n%	n (rendimiento)	Fs
Peque	≤ 2 HP	50-60	0,5	1,5
Mediana	2-10 HP	60-80	0,6	1,3
Grande	> 10 HP	80-90	0,8	1,2
			0,9	1,2

Pcalcu	13.6483	HP
Preal	20.47	HP
Preal	21	HP