

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA
EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE
CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS,
DEPARTAMENTO DE IZABAL

KENETH OBED RODAS LINARES

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA
EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE
CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS,
DEPARTAMENTO DE IZABAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

KENETH OBED RODAS LINARES

Al conferírsele el título de

INGENIERO CIVIL

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL**



**RECTOR EN FUNCIONES
M.A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representante de Estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Representante de Estudiantes:	Br. Juan Carlos Lemus López
Secretaria:	M.Sc. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Rolando Darío Chávez Valveth

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. Rolando Darío Chávez Valveth
Secretario:	MBA. René Estuardo Alvarado González
Vocal:	Ing. Elder Avildo Rivera López

TERNA EVALUADORA

Ing. Jorge Mauricio López Vanegas
Arq. Amílcar Antonio Rosales Miranda
Ing. Carlos David Ardón Muñoz



JMLV.02.19

Chiquimula, 4 de septiembre de 2019.

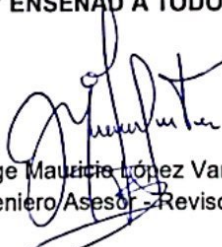
Ingeniero Civil
Elder Avildo Rivera López
Coordinador de EPS de la Carrera de Ingeniería Civil
CUNORI – USAC

Respetable Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y efectuado las correcciones del caso al trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL”**, presentado por el estudiante Keneth Obed Rodas Linares.

Habiendo llenado dicho trabajo los requisitos, me permito aprobarlo en calidad de Asesor - Revisor del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”



Ing. Jorge Mauricio López Vanegas
Ingeniero Asesor - Revisor

C.c. archivo

FINCA EL ZAPOTILLO ZONA 5, CHIQUIMULA
TEL. 79438442



CEPSIC.05.2020

Chiquimula, 20 de agosto de 2020.

Maestro en Ciencias

Rolando Darío Chávez Valverth

Coordinador Carreras de Ingeniería

CUNORI - USAC

Respetable M.Sc. Chávez:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL”**, elaborado por el estudiante **Keneth Obed Rodas Linares** quien conto con la asesoría del Ingeniero Civil Jorge Mauricio López Vanegas.

Considero que el trabajo desarrollado por el estudiante Keneth Obed Rodas Linares satisface los requisitos exigidos, por lo cual recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención a la presente, atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Elder Avildo Rivera López
Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)
Carrera de Ingeniería Civil

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



ALTG.14.20

Chiquimula, 17 de septiembre de 2020.

Maestro en Ciencias

Rolando Darío Chávez Valverth

Coordinador Carreras de Ingenierías

CUNORI-USAC

Respetado M.Sc. Chávez Valverth:

El propósito de la presente es para informarle que he procedido a revisar la parte lingüística, del trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL"**; elaborado por el estudiante **Keneth Obed Rodas Linares**.

El informe cumple con los requisitos exigidos, por la carrera de Ingeniería Civil, por lo tanto, recomiendo su aprobación para seguir con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención a la presente,

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Julio César Hernández Ortiz
Revisor Área Lingüística

c.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



TGIC.03-2021

Chiquimula, 13 de septiembre de 2021.

Ingeniero Agrónomo
Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
CUNORI - USAC

Respetable Ing. Agr. Coy Cordón:

El Coordinador de las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Oriente CUNORI de la Universidad de San Carlos de Guatemala después de conocer el dictamen del Asesor -Revisor Ingeniero Civil Jorge Mauricio López Vanegas y del Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniería Civil Ingeniero Elder Avildo Rivera López y luego de la revisión y aprobación del Maestro en Ciencias Julio Cesar Hernández Ortiz, revisor del área de Lingüística, al trabajo de graduación del estudiante **Keneth Obed Rodas Linares**, titulado: **"DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL"**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo y recomendando la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



M.Sc. Rolando Dario Chávez Valverde
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC



c.c. archivo

D-TG-IC-164/2021

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **KENETH OBED RODAS LINARES** titulado **“DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL”**, trabajo que cuenta con el aval del Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería Civil. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO CIVIL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el diecinueve de octubre del dos mil veintiuno.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón

**DIRECTOR
CUNORI – USAC**



AGRADECIMIENTOS

A Dios: En primer lugar, por su buena voluntad para conmigo y permitirme llegar a este momento.

A mis padres: Ejemplo de vida y apoyo incondicional que me han brindado.

A mi hermana y sobrina: Por estar a mi lado siempre.

A mi familia: El ánimo y el apoyo que me dieron para seguir adelante.

A mis amigos: Parte importante de mi vida y de este momento.

A los docentes: De las carreras de ingeniería del CUNORI, por haberme brindado los conocimientos para ser un profesional en la Ingeniería Civil.

A IASD: Por su cariño, apoyo y cada una de sus oraciones.

ACTO QUE DEDICO

A Dios: Mi Creador, Redentor y Salvador; a quien doy la honra y la gloria.

A mis padres: Rosa Argelia Linares y Alirio Rodas Marroquín (Q.E.P.D.) por su amor, esfuerzo y dedicación.

A mi sobrina: Adriana Sophia, quien trajo una inmensa alegría a mi vida.

A mi hermana: Cristel Dalila, por su apoyo y cariño incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL	1
1.1 Ubicación y localización	1
1.2 Límites y colindancias	2
1.3 Clima y zona de vida	2
1.4 Vías de comunicación	2
1.5 Antecedentes históricos	3
1.6 Población actual	4
1.7 Actividades económicas y productivas	4
1.8 Historia de la Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla	5
1.9 Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla	6
1.9.1 Descripción de las necesidades	6
1.9.2 Evaluación y priorización de las necesidades	7

2.	DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL	9
2.1	Descripción del proyecto	9
2.1.1	Levantamiento topográfico	11
2.1.2	Estudio de suelos	12
2.1.3	Diseño arquitectónico	16
2.2	Análisis estructural	17
2.2.1	Predimensionamiento estructural	17
2.2.2	Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos	24
2.2.3	Cargas de diseño	26
2.2.4	Cálculos	33
2.2.5	Distribución de fuerzas sísmicas por marco	48
2.2.6	Análisis de marcos dúctiles utilizando ETABS y comprobación por medio del método Kani con ladeo	62
2.2.7	Momentos últimos por envolvente de momentos	75
2.2.8	Momentos últimos y corte por marcos en ambos sentidos	76
2.3	Diseño de losa	80
2.3.1	Cálculo de momentos actuantes	80
2.3.2	Cálculo del refuerzo	87
2.3.3	Revisión por corte	93
2.4	Diseño de vigas a flexión y corte	96
2.4.1	Cálculo del refuerzo	96
2.4.2	Diseño a corte de la viga	104
2.4.3	Diseño a torsión de la viga	107
2.5	Diseño de columnas	107
2.5.1	Determinación de la carga axial	108

2.5.2	Clasificación de columnas	109
2.5.3	Coeficiente que mide el grado de empotramiento	110
2.5.4	Factor de longitud efectiva	112
2.5.5	Cálculo de la esbeltez de la columna	113
2.5.6	Magnificación de momentos	116
2.5.7	Cálculo de refuerzo longitudinal	121
2.5.8	Cálculo del refuerzo transversal	126
2.6	Diseño de zapatas	129
2.6.1	Determinación del espesor de la zapata	130
2.6.2	Predimensionamiento del área de zapata	130
2.6.3	Determinación de la presión del suelo debajo de la zapata	132
2.6.4	Chequeo por corte simple	134
2.6.5	Chequeo por corte punzonante	135
2.6.6	Diseño del refuerzo por flexión	136
2.7	Diseño de gradas	138
2.7.1	Huella y contrahuella	139
2.7.2	Relaciones de comodidad	139
2.7.3	Número de escalones mínimo	140
2.7.4	Integración de cargas	141
2.7.5	Diseño del refuerzo	141
2.8	Instalaciones eléctricas	143
2.9	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	156
2.10	Elaboración de planos	165
2.11	Elaboración de presupuesto	166
2.11.1	Cuantificación de materiales	168
2.11.2	Integración de precios unitarios	168
2.11.3	Cronograma de ejecución física y financiera	168
2.12	Evaluación de impacto ambiental	230

2.12.1	Medidas de mitigación	242
2.13	Especificaciones técnicas y generales	243
CONCLUSIONES		265
RECOMENDACIONES		267
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		269
APÉNDICES		271
ANEXOS		321

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa base del municipio de Puerto Barrios	1
2.	Marco dúctil en el sentido X	25
3.	Marco dúctil en el sentido Y	25
4.	Áreas tributarias del primer nivel	34
5.	Áreas tributarias del segundo nivel	34
6.	Carga muerta, carga viva y carga sísmica	65
7.	Análisis de la carga muerta por el método Kani del marco 7	68
8.	Momentos en vigas por carga muerta en el marco 7	69
9.	Momentos en columnas por carga muerta en el marco 7	69
10.	Análisis de la carga viva por el método Kani en el marco 7	71
11.	Momentos en vigas por carga viva en el marco 7	72
12.	Momentos en columnas por carga viva en el marco 7	72
13.	Análisis de carga sísmica por el método Kani con ladeo, marco 7	73
14.	Momentos en vigas por carga sísmica en el marco 7	74
15.	Momentos en columnas por carga sísmica en el marco 7	74
16.	Envolvente de momentos últimos en vigas del marco 7	78
17.	Envolvente de momentos últimos en columnas del marco 7	78
18.	Diagrama de corte últimos en vigas del marco 7	79
19.	Diagrama de corte últimos en columnas del marco 7	79
20.	Envolvente de momentos, viga B-C, primer nivel	99
21.	Envolvente de momentos, viga D-E, segundo nivel	99
22.	Ábacos para el factor de longitud efectiva	112
23.	Diagrama de interacción de columna	124
24.	Módulo de gradas acceso a oficinas	138

TABLAS

1.	Ambientes en la planta baja	10
2.	Ambientes en la planta alta	10
3.	Factores de capacidad de carga de Terzaghi	15
4.	Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones	20
5.	Valores de carga viva	27
6.	Valores coeficiente Z	30
7.	Valores coeficiente K	31
8.	Áreas tributarias para vigas del eje 7 del primer y segundo nivel	35
9.	Áreas tributarias para vigas del eje B del primer y segundo nivel	35
10.	Carga viva, eje 7, primer nivel, vigas A-E	38
11.	Carga viva, eje 7, segundo nivel, vigas A-E	39
12.	Carga viva, eje B, primer nivel, vigas 1-13	42
13.	Carga viva, eje B, segundo nivel, vigas 1-13	44
14.	Distribución de fuerzas por nivel	47
15.	Peso de techos del segundo nivel	48
16.	Peso de losas del primer nivel	49
17.	Análisis del centro de masa del nivel 2 en el sentido X	50
18.	Análisis del centro de masa del nivel 2 en el sentido Y	50
19.	Análisis del centro de masa del nivel 1 en el sentido X	51
20.	Análisis del centro de masa del nivel 1 en el sentido Y	52
21.	Análisis del centro de rigidez del nivel 2 en el sentido X	55
22.	Análisis del centro de rigidez del nivel 2 en el sentido Y	55
23.	Análisis del centro de rigidez del nivel 1 en el sentido X	56
24.	Análisis del centro de rigidez del nivel 1 en el sentido Y	56
25.	Análisis de fuerzas por marco del segundo nivel en el sentido X	59

26.	Análisis de fuerzas por marco del segundo nivel en el sentido Y	60
27.	Análisis de fuerzas por marco del primer nivel en el sentido X	60
28.	Análisis de fuerzas por marco del primer nivel en el sentido Y	61
29.	Fuerzas por marco en sentido X	61
30.	Fuerzas por marco en sentido Y	61
31.	Análisis de carga muerta en vigas del marco 7	66
32.	Rigidez en vigas del marco 7	66
33.	Rigidez en columnas del marco 7	67
34.	Factor de giro en columnas	67
35.	Factor de giro en vigas	67
36.	Marco 7, análisis de carga viva	70
37.	Casos para momentos actuantes en las losas	82
38.	Coeficientes por lado de cada losa para el cálculo de momentos	82
39.	Sentido y número de caso de cada losa	83
40.	Momentos negativos y positivos de cada losa	83
41.	Momentos de losas en el sentido X	85
42.	Momentos de losas en el sentido Y	86
43.	Momento que resiste As calculada para momentos del sentido X	90
44.	Momento que resiste As calculada para momentos del sentido Y	91
45.	Armado de losa para momentos del sentido X	92
46.	Armado de losa para momentos del sentido Y	93
47.	Resistencias a la compresión comunes de suelos y mezclas de suelo-cemento	131
48.	Corrientes de circuitos de iluminación, primer nivel	150
49.	Corrientes de circuitos de iluminación, segundo nivel	151
50.	Corrientes de circuitos de fuerza, primer nivel	152
51.	Corrientes de circuitos de fuerza, segundo nivel	152
52.	Ampacidades permisibles en conductores del NEC	153
53.	Conductores de circuitos de iluminación, primer nivel	154

54.	Conductores de circuitos de iluminación, segundo nivel	154
55.	Diámetro de los subramales	157
56.	Unidades de gasto para tuberías de distribución	158
57.	Gastos probables para la aplicación del método Hunter (l/s)	160
58.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga	162
59.	Desglose de impuestos	166
60.	Gastos administrativos del proyecto durante 18 meses	167
61.	Integración de precios unitarios, trabajos preliminares renglón 1.1	169
62.	Integración de precios unitarios, trabajos preliminares renglón 1.2	169
63.	Integración de precios unitarios, trabajos preliminares renglón 1.3	170
64.	Integración de precios unitarios, cimentación renglón 2.1	170
65.	Integración de precios unitarios, cimentación renglón 2.2	171
66.	Integración de precios unitarios, cimentación renglón 2.3	171
67.	Integración de precios unitarios, cimentación renglón 2.4	172
68.	Integración de precios unitarios, cimentación renglón 2.5	172
69.	Integración de precios unitarios, cimentación renglón 2.6	173
70.	Integración de precios unitarios, levantado de paredes renglón 3.1	174
71.	Integración de precios unitarios, levantado de paredes renglón 3.2	175
72.	Integración de precios unitarios, columnas renglón 4.1	175
73.	Integración de precios unitarios, columnas renglón 4.2	176
74.	Integración de precios unitarios, columnas renglón 4.3	177
75.	Integración de precios unitarios, columnas renglón 4.4	177
76.	Integración de precios unitarios, columnas renglón 4.5	178
77.	Integración de precios unitarios, columnas renglón 4.6	179
78.	Integración de precios unitarios, soleras renglón 5.1	179
79.	Integración de precios unitarios, soleras renglón 5.2	180
80.	Integración de precios unitarios, vigas primer nivel renglón 6.1	181

81.	Integración de precios unitarios, vigas primer nivel renglón 6.2	181
82.	Integración de precios unitarios, vigas segundo nivel renglón 7.1	182
83.	Integración de precios unitarios, vigas segundo nivel renglón 7.2	183
84.	Integración de precios unitarios, losa y cenefa renglón 8.1	184
85.	Integración de precios unitarios, losa y cenefa renglón 8.2	184
86.	Integración de precios unitarios, techos y cenefa renglón 9.1	185
87.	Integración de precios unitarios, techos y cenefa renglón 9.2	186
88.	Integración de precios unitarios, techos y cenefa renglón 9.3	186
89.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.1	187
90.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.2	188
91.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.3	188
92.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.4	189
93.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.5	189
94.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.6	190
95.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.7	190
96.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.8	191
97.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.9	191
98.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.10	192
99.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.11	192
100.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.12	193
101.	Integración de precios unitarios, acabados renglón 10.13	193
102.	Integración de precios unitarios, pared de tabla yeso renglón 11.1	194
103.	Integración de precios unitarios, pared de tabla yeso renglón 11.2	194
104.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.1	195
102.	Integración de precios unitarios, pared de tabla yeso renglón 11.1	194
103.	Integración de precios unitarios, pared de tabla yeso renglón 11.2	194
104.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.1	195
105.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.2	196

106.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.3	196
107.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.4	197
108.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.5	198
109.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.6	198
110.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.7	199
111.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.8	199
112.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.9	200
113.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.10	200
114.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.11	201
115.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.12	201
116.	Integración de precios unitarios, puertas renglón 12.13	202
117.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.1	202
118.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.2	203
119.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.3	203
120.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.4	204
121.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.5	204
122.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.6	205
123.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.7	205
124.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.8	206
125.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.9	206
126.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.10	207
127.	Integración de precios unitarios, ventanas renglón 13.11	207
128.	Integración de precios unitarios, instalación hidráulica renglón 14.1	208
129.	Integración de precios unitarios, instalación hidráulica renglón 14.2	208
130.	Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios renglón 15.1	209
131.	Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios renglón 15.2	210

132.	Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios renglón 15.3	210
133.	Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios renglón 15.4	211
134.	Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios renglón 15.5	212
135.	Integración de precios unitarios, drenaje sanitario renglón 16.1	212
136.	Integración de precios unitarios, drenaje sanitario renglón 16.2	213
137.	Integración de precios unitarios, drenaje sanitario renglón 16.3	213
138.	Integración de precios unitarios, drenaje pluvial renglón 17.1	214
139.	Integración de precios unitarios, drenaje pluvial renglón 17.2	215
140.	Integración de precios unitarios, instalación de tableros renglón 18.1	215
141.	Integración de precios unitarios, instalación de tableros renglón 18.2	216
142.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.1	216
143.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.2	217
144.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.3	218
145.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.4	218
146.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.5	219
147.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.6	219
148.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.7	220
149.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.8	220
150.	Integración de precios unitarios, iluminación renglón 19.9	221
151.	Integración de precios unitarios, fuerza renglón 20.1	221
152.	Integración de precios unitarios, fuerza renglón 20.2	222
153.	Integración de precios unitarios, fuerza renglón 20.3	222
154.	Integración de precios unitarios, módulos de gradas renglón 21.1	223
155.	Integración de precios unitarios, módulos de gradas renglón 21.2	223
156.	Integración de precios unitarios, concreto 4000 PSI renglón 21.3	223
157.	Integración de precios unitarios, concreto 3000 PSI renglón 21.4	225

158.	Integración de precios unitarios, mortero renglón 21.5	225
159.	Integración de precios unitarios, mezcla para repello renglón 21.6	226
160.	Integración de precios unitarios, mezcla para cernido renglón 21.7	226
161.	Presupuesto edificio de dos niveles para bodegas y oficinas	227

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
h_{viga}	Altura de la viga
h_{prom}	Altura promedio
h_i	Altura tomada desde la base de la estructura al centro de cada nivel de piso de la edificación
b_{viga}	Ancho de la viga
b_w	Ancho del alma, espesor del muro
ϕ'	Angulo de fricción interna
A_s	Área de acero
$A_{s_{bal}}$	Área de acero balanceada
A_{ch}	Área de la sección transversal de un elemento medido desde los bordes exteriores del refuerzo transversal
$A_{s_{temp}}$	Área de refuerzo por temperatura
A_{sh}	Área de total del refuerzo transversal
A_z	Área de zapata
A_g	Área gruesa de la sección de concreto
$A_{s_{max}}$	Área máxima de refuerzo
$A_{s_{min}}$	Área mínima de refuerzo
A_{st}	Área total de refuerzo longitudinal
A_{trib}	Área tributaria
B	Base
P	Carga asumida
P'	Carga axial de trabajo en la zapata
P_u	Carga axial última
P_{n1}	Carga axial última en el primer nivel
P_{n2}	Carga axial última en el segundo nivel
P_c	Carga crítica de Euler
CM	Carga muerta

CM_U	Carga muerta por 1,4
P_{n(max)}	Carga nominal que resiste la columna con carga axial pura
CU	Carga última
CV	Carga viva
CV_U	Carga viva por 1,7
Cm	Centro de masa
Cmx	Centro de masa en X
Cmx_{1n}	Centro de masa en X del primer nivel
Cmx_{2n}	Centro de masa en X del segundo nivel
Cmy	Centro de masa en Y
Cmy_{1n}	Centro de masa en Y del primer nivel
Cmy_{2n}	Centro de masa en Y del segundo nivel
CR	Centro de rigidez
CRx	Centro de rigidez en X
CRx_{1n}	Centro de rigidez en X del primer nivel
CRx_{2n}	Centro de rigidez en X del segundo nivel
CRy	Centro de rigidez en Y
CRy_{1n}	Centro de rigidez en Y del primer nivel
CRy_{2n}	Centro de rigidez en Y del segundo nivel
c'	Coeficiente de cohesión del suelo
Z	Coeficiente de riesgo sísmico
C_a	Coeficiente lado corto
C_b	Coeficiente lado largo
C₁	Coeficiente para momento positivo debido a la carga muerta
C₂	Coeficiente para momento positivo debido a la carga viva
C₍₋₎	Coeficiente para momentos negativos
ψ	Coeficiente que mide el grado de empotramiento
ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento para el extremo inferior

ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento para el extremo superior
C_u	Cohesión del suelo
V_a	Corte actuante
V	Corte basal
V_v	Corte en viga
V_u	Corte máximo actuante
V_r	Corte máximo resistente
V_{col}	Corte último en columna
V_x	Corte último en X
V_y	Corte último en Y
ρ_{bal}	Cuantía de refuerzo balanceada
ρ_{max}	Cuantía máxima de refuerzo
D_f	Desplante
b_c	Dimensión transversal del núcleo medido centro a centro de las ramas exteriores del refuerzo con A_{sh}
L_i	Distancia del centro de rigidez a cada marco considerado
E	Esbeltez
q_d	Esfuerzo límite
S	Espaciamiento del refuerzo
S_{max}	Espaciamiento máximo del refuerzo
T	Espesor del elemento
E	Excentricidad
e_d	Excentricidad de diseño
e_{max}	Excentricidad máxima
e_{min}	Excentricidad mínima
N'_c	Factor de capacidad de carga debido a la cohesión
N'_q	Factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga del suelo
N'_w	Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo

FCU	Factor de carga última
C_m	Factor de corrección que relaciona el diagrama de momento existente con un diagrama de momento uniforme equivalente
V_{ik}	Factor de corrimiento
μ_{ik}	Factor de giro
K	Factor de longitud efectiva
δ_x	Factor de magnificación de momento en X
δ_y	Factor de magnificación de momento en Y
δ	Factor de magnificación de momentos
φ	Factor de reducción
Ø	Factor de reducción de resistencia por corte
FS	Factor de seguridad
D₁, D₂	Factores de distribución de losas
F_t	Fuerza adicional de cúspide
Q_n	Fuerza cortante en el piso
H	Fuerza de sujeción
F_{M''}	Fuerza de torsión o rotacional
F_{m_n}	Fuerza horizontal al marco
F_M	Fuerza por marco
F_{ni}	Fuerza por nivel
F_{M'}	Fuerza proporcional a la rigidez o traslacional
I	Inercia
M''_{ik}	Influencia de desplazamiento
M'_{ik}	Influencia de giro
L	Largo
L_{conf}	Longitud de confinamiento
L_u	Longitud efectiva de la columna
L_{viga}	Longitud libre de la viga
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
G	Módulo de rigidez

I_g	Momento de inercia
$M_{CS\ der}$	Momento de lado derecho de la viga por carga sísmica
$M_{CS\ izq}$	Momento de lado izquierdo de la viga por carga sísmica
M_n	Momento de piso
M_s	Momento de sujeción
M'_x	Momento de trabajo en la zapata, sentido X
M'_y	Momento de trabajo en la zapata, sentido Y
MF_{ik}	Momento fijo
M_{ik}	Momento final
Me_{inf}	Momento inferior de la columna de la envolvente
M_{dx}	Momento magnificado en X
M_{dy}	Momento magnificado en Y
M_2	Momento mayor
M_1	Momento menor
$M_{(-)}$	Momento negativo
$M_{A(-)}$	Momento negativo lado corto
$M_{B(-)}$	Momento negativo lado largo
$M_{(+)}$	Momento positivo
$M_{A(+)}$	Momento positivo lado corto
$M_{B(+)}$	Momento positivo lado largo
M_{As}	Momento requerido para el área de acero
$M_{As\ min}$	Momento requerido para el área de refuerzo mínima
Me_{sup}	Momento superior de la columna de la envolvente
M	Momento último
M_{CS}	Momento último debido a carga de sismo
M_{CM}	Momento último debido a carga muerta
M_{CV}	Momento último debido a carga viva
M_x	Momento último en X
M_y	Momento último en Y
M_u	Momento último producido por la presión del suelo
M_{b1}, M_{b2}	Momentos balanceados de la losa 1 y 2

D	Peralte efectivo
b_o	Perímetro de la sección crítica para cortante en losas y zapatas
W_{CM}	Peso carga muerta
W_{CV}	Peso carga viva
ρ_{con}	Peso del concreto
P_{suelo}	Peso del desplante del suelo
W_{ni}	Peso del edificio por nivel
γ_s	Peso específico del suelo
P_{zapata}	Peso propio de la zapata
W	Peso total del edificio
π	Pi
%	Porcentaje
q_{dis}	Presión última en la zapata
ψ_m	Promedio de los coeficientes que miden el grado de empotramiento
Σ	Radio de giro de la columna
Rec	Recubrimiento
M	Relación
β_d	Relación entre la máxima carga axial sostenida mayorada dentro de un piso y la máxima carga axial mayorada asociada con la misma combinación de carga, pero no debe ser mayor de 1,0
f'_c	Resistencia especificada a la compresión del concreto
F_y	Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo
K	Rigidez
K_{ik}	Rigidez del elemento
K_m	Rigidez por marco
SC	Sobrecarga
V_s	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

Agregado	Material granular, como arena, grava, piedra triturada empleada con un medio cementante para formar concreto.
Atracadero	Lugar donde pueden atracar sin peligro embarcaciones pequeñas.
Carga	Fuerza aplicada directamente sobre una estructura, causante de los movimientos y deformaciones sobre la misma.
Cimiento corrido	Cimentación dispuesta a soportar muros.
Compresión	Resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.
Concreto armado	Mezcla de cemento con grava y elementos de acero, con la finalidad de crear elementos estructurales resistentes tanto a tensión como a compresión.
Confinamiento	Refuerzo en las zonas en donde se espera ocurran altos esfuerzos de fluencia.

Dotación	Es la cantidad que se asigna de consumo a una persona por día. Varía según las características del lugar.
Ductilidad	Capacidad de un elemento para deformarse bajo carga sin romperse, una vez superado el límite elástico.
Esfuerzo	Fuerza por unidad de área.
Estribo	Refuerzo utilizado para resistir esfuerzo de cortante y de torsión en elemento estructural.
Excentricidad	Se produce cuando los centros de rigidez y más no coinciden en coordenadas, debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces de la estructura.
Fluencia	Deformación irrecuperable del acero, a partir de la cual solo se recuperará la parte de su deformación correspondiente a la deformación elástica, quedando una deformación irreversible.
Longitud de desarrollo	Longitud embebida de una varilla en el concreto que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.

Recubrimiento

Distancia medida desde el borde del elemento de concreto y la cara más próxima del acero de refuerzo.

Rigidez

Resistencia de un elemento estructural a la deformación.

Solera

Elemento estructural horizontal de un muro que resiste esfuerzo y confina los muros.

RESUMEN

Se desarrolla el proyecto denominado “Diseño del edificio para bodegas y oficinas en la Empresa Portuaria Nacional, Santo Tomás de Castilla, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal”.

Esta propuesta surgió del diagnóstico y priorización que se realizó para conocer las necesidades de la Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla, con base a una investigación cualitativa en la que se vio la necesidad de mejorar las condiciones de infraestructura de las instalaciones del departamento de Almacén y Suministros.

El proyecto consiste en el diseño de un edificio sismorresistente de dos niveles para bodegas y oficinas, en el cual se tendrán ambientes para el área administrativa y operativa. En la planta baja se contará con parqueo, área de despacho y bodegas. En el segundo nivel estarán las oficinas para el área administrativa y demás bodegas. Las dimensiones de la construcción serán de 20 m por 75 m cubriendo un área de 1500 m².

Para este proyecto se decidió utilizar el sistema de marcos dúctiles, con nudos rígidos compuestos por vigas y columnas, losas planas de concreto reforzado, zapatas cuadradas, muros de block para la separación de casi todos los ambientes y cimiento corrido; aplicando las normas y especificaciones del ACI 318S-11 y la AGIES para cumplir con los requerimientos de diseño estructural.

También se elaboraron los planos correspondientes, acatando las especificaciones técnicas y generales presentadas en este trabajo; así como el presupuesto con sus renglones y cantidades de trabajo.

INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento se describe el proyecto de infraestructura civil que se desarrolló en el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la carrera de Ingeniería Civil del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, aplicando los conocimientos teóricos, prácticos y técnicos en la búsqueda de soluciones a problemas que afecten a la sociedad específicamente; a los cuales se les debe de dar prioridad ya que contribuirán al desarrollo y bienestar social.

El estudiante tiene la oportunidad de gestionar, investigar, diseñar y planificar proyectos que cubran necesidades básicas de la población con la ayuda de herramientas y recursos que adquirió durante la carrera de ingeniería civil.

El informe de EPS que se presenta en este documento contiene la propuesta técnico profesional “Diseño del edificio para bodegas y oficinas en la Empresa Portuaria Nacional, Santo Tomás de Castilla, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal”, basado en normas de diseño; justificando la importancia y desarrollo que tendrá el mismo en dicha institución, considerando los antecedentes que se han tenido, en qué entornos beneficiará el proyecto, social e institucionalmente.

Este informe consiste en dos capítulos. El primero abarca la monografía de la aldea, considerando aspectos físicos, económicos y sociales; así como una breve reseña histórica de la Empresa Portuaria Nacional para tener un trasfondo de las actividades que en ella se realizan y el diagnóstico de las necesidades de la empresa. El segundo capítulo contiene todo lo concerniente al análisis y diseño estructural basado en normas de diseño para obtener una edificación óptima y funcional.

OBJETIVOS

General

Diseñar un espacio físico con ambientes y condiciones de infraestructura adecuados para el departamento de Almacén y Suministros en la Empresa Portuaria Nacional –EMPORNAC–.

Específicos

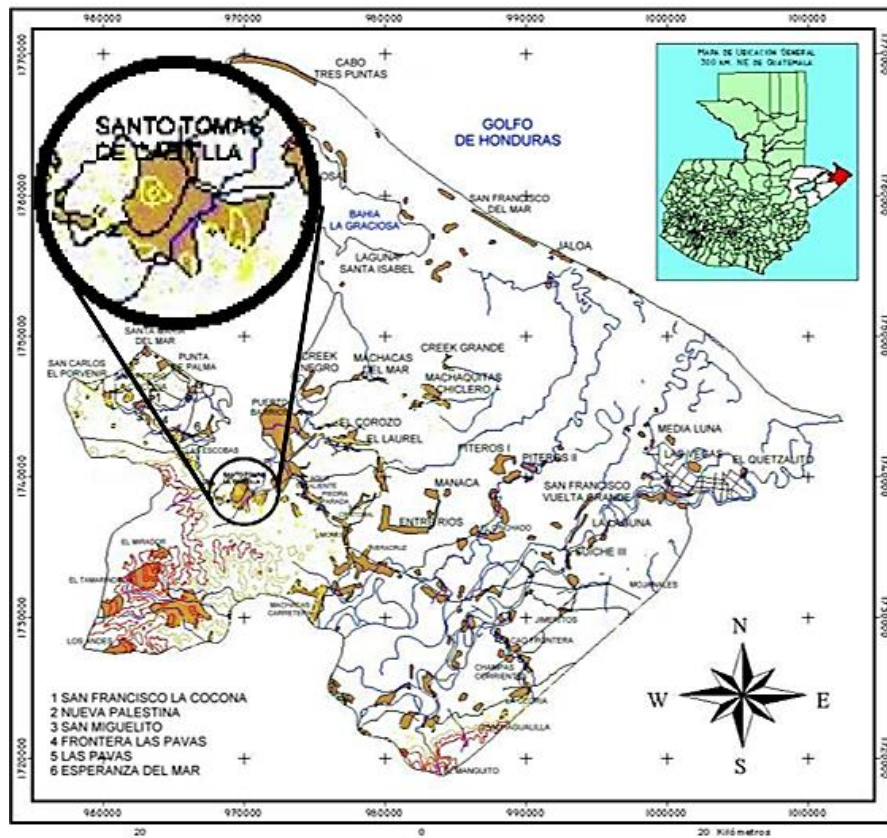
1. Planificar el diseño de un edificio de dos niveles para el departamento de Almacén y Suministro de la EMPORNAC.
2. Desarrollar el cálculo y diseño de un edificio que cumpla con las normas de diseño y construcción de edificaciones e instalaciones portuarias del departamento de Ingeniería Civil de la EMPORNAC.
3. Elaborar el presupuesto y los planos necesarios para la construcción del edificio.

1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

1.1 Ubicación y localización

La aldea Santo Tomás de Castilla se encuentra ubicada en el municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, en la región III de la República de Guatemala (Ver figura 1).

Figura 1. Mapa base del municipio de Puerto Barrios



Fuente: Cordón-Vasquez, F. 2016. p. 1.

1.2 Límites y colindancias

Al norte colinda con la bahía interna de Santo Tomás, al oeste con la aldea Las Escobas y caserío Los Andes, al sur con las aldeas Entre Ríos, Champona y caserío Piedras Negras y al este con la ciudad de Puerto Barrios y caserío Piedra Parada.

1.3 Clima y zona de vida

Se trata de un clima cálido y muy húmedo, predominantemente caluroso con una gran cantidad de selva tropical, con una temperatura absoluta máxima de 39.60°C y mínima 11.00°C. Precipitaciones de 3,111.3 mm/año y un brillo solar de 202.20 total/h/promedio mes.

1.4 Vías de comunicación

La aldea de Santo Tomás de Castilla se encuentra a 308 kilómetros de la ciudad capital, en el cruce del ingreso a la ciudad de Puerto Barrios sobre la carretera al Atlántico CA-9, conocida como carretera Jacobo Arbenz Guzmán. De igual forma, existe acceso por medios marítimos través de la bahía interna del mismo nombre.

1.5 Antecedentes históricos

A inicios de lo que se conoce hoy como puerto de Livingston, Sandoval (1999) declara:

Los Choles, habitantes de Izabal y Chiquimula, junto con los señores de Tezulutlán (Zacapa), fundaron el Puerto de Nito. Las rutas de comercio hacia ese puerto eran el río Sarstún, Polochic, el lago de Izabal, Río Dulce y el Motagua (p. 7).

Las cuales fueron aprovechadas por los habitantes de esta vasta región.

De Panamá, Honduras, Yucatán e islas del Caribe, llegaban embarcaciones para tratos comerciales en el Puerto de Nito; así que posteriormente de la conquista española, ocupación inglesa y colonización belga, son los orígenes de la población en la aldea de Santo Tomás de Castilla.

El 6 de marzo de 1843 salieron de Amberes según Sandoval (1999) “las goletas Theodore, Louse Marrie y Ville de Bruxelles, las cuales arribaron en Santo Tomás de Castilla el 20 de mayo, 7 y 8 de junio respectivamente, del mismo año, trayendo los primeros colonizadores belgas a Guatemala” (p. 11). Así ocurrió la Colonización Belga en el Puerto Santo Tomás de Castilla.

La Colonización Belga en el puerto Santo Tomás de Castilla, fracasó debido a múltiples factores negativos, cada uno de los cuales fue determinante en el derrumbe de una empresa que, ciertamente, comenzó bajos buenos auspicios. Entre tales factores, pueden mencionarse los siguientes: falta de ayuda a los colonos por parte de los gobiernos de Bélgica y Guatemala, que los dejaron librados a su suerte; luego las enfermedades tropicales, las plagas de

mosquitos y zancudos, el clima de la región y las copiosas lluvias de la zona, hicieron fácil presa de los organismos de personas acostumbradas a otra clase de vida en su país natal. También influyó mucho la falta de caminos, que privó a los colonos de comunicación con las poblaciones del resto del país, por lo que era sumamente difícil adquirir los artículos de primera necesidad que requerían para su subsistencia.

1.6 Población actual

Se conforma en su mayoría por población mestiza, teniendo variedad de culturas, donde también sobresalen los q'eqchi' y los garífunas.

En la aldea se habla español, garífuna y q'eqchi'. Sin embargo, una parte considerable de la población habla inglés debido a los turistas que llegan al área.

1.7 Actividades económicas y productivas

Según el perfil socioeconómico del municipio realizado por SEGEPLAN (2011):

Las actividades económicas principales están divididas en tres sectores: primario, secundario y terciario. En el primer sector se encuentra: el banano, la pesca, la agricultura y la ganadería como actividades económicas. El segundo sector tiene el hule y la palma africana. Y el tercero: el comercio, el turismo y el deporte (p. 2).

1.8 Historia de la Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla

En noviembre de 1846, con apoyo del Consulado de Comercio, el gobierno de Guatemala declaró “Puerto Libre” a Santo Tomás de Castilla, finalizando así los compromisos con Bélgica y dejando a los colonos que aun vivían en plena posesión de la tierra.

Declarado puerto libre Santo Tomás de Castilla, quedaba un problema por resolver, la construcción de caminos para la intercomunicación con la capital y el océano Pacífico. Al contar con estos, el comercio exterior impulsaría los puertos del atlántico y a la nación.

La Terminal del Puerto Santo Tomas de Castilla y la carretera al atlántico, fueron inauguradas en septiembre de 1955, por el presidente de la república en este entonces, coronel Carlos Castillo Armas. A partir de esa fecha, cada gobierno ha puesto su empeño en el desarrollo continuo del puerto. Acerca de los eventos ocurridos el día de la inauguración según EMPORNAC (2010) dice:

Los trabajos de la construcción fueron finalizados durante el gobierno del presidente Castillo Armas en la inauguración se presenció el envío del primer cargamento simbólico que se hacía por el puerto, el cual consistió en varios quintales de minerales de las montañas de las Verapaces.

En el acuerdo de inauguración se indicaba que el presidente formó una empresa semiautónoma para dirigir las operaciones de importación y exportación por el ya mencionado puerto a la que denominó Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla (p. 1).

1.9 Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla

Para realizar dicho diagnóstico, se llevó a cabo una investigación cualitativa sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura en la empresa; tomando en cuenta la opinión de los jefes encargados de los diferentes departamentos con los que cuenta EMPORNAC. A saber: departamentos de Almacén y Suministros, de Personal, de Fontanería y de Ingeniería.

1.9.1 Descripción de las necesidades

Las necesidades de servicios básicos e infraestructura encontradas en la empresa son:

- Pavimentación de la cuarta calle, entrada al Puerto Santo Tomas de Castilla.
- Construcción de un sistema de drenajes para la 3ra y 4ta calle.
- Construcción de un edificio de dos niveles para los Bomberos Portuarios.
- Construcción de un edificio de dos niveles para bodegas y oficinas del departamento de Almacén y Suministros.
- Construcción de un atracadero.

1.9.2 Evaluación y priorización de las necesidades

Con base a la investigación cualitativa realizada, se observó la necesidad de mejorar la infraestructura de las instalaciones del departamento de Almacén y Suministros. El edificio actual se encuentra en mal estado y dejó de cumplir con su función principal de almacenar debido al aumento de insumos con el desarrollo de la empresa.

Así que, de entre todas las necesidades señaladas, se priorizó diseñar un edificio de dos niveles que albergue las bodegas y oficinas del departamento de Almacén y Suministros.

2. DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un edificio de dos niveles para bodegas y oficinas, en el que se tendrán ambientes para el área administrativa y operativa.

En la planta baja del edificio se contará con parqueo, bodega para papelería y útiles; seis bodegas en las cuales se tendrán los siguientes insumos: repuestos, materiales, aceites, lubricantes, perfiles de aluminio, angulares, tees, jambas, fórmica, esponja, sanitarios, lavamanos, carretes de cable de acero, de propileno, hierro corrugado, tubos redondos, planchas, cemento, block, madera y una bodega únicamente para llantas grandes. Además, se contará con cinco servicios sanitarios.

En el segundo nivel estará el área administrativa que tendrá los siguientes ambientes: lobby, secretaría, oficina de jefe, de subjefe, área de digitadores, sesiones, archivo, cafetería, servidores, servicios sanitarios para hombres y mujeres. Habrá ocho bodegas para los siguientes insumos: papelería, útiles, repuestos, materiales, tapicería, pinturas, tintes, solventes, insumos de limpieza, tuberías y accesorios de PVC, tubos galvanizados, materiales para electricidad y llantas pequeñas.

El edificio se diseñó utilizando el sistema estructural de marcos dúctiles con nudos rígidos. Las medidas de los ambientes para cada bodega se muestran en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Ambientes en la planta baja

Ambiente	Cantidad	Dimensiones (m)
Parqueo	1	5.00 x 20.00
Bodega 1	1	5.00 x 10.00
Bodega 2	2	10.00 x 10.00
Bodega 3	4	10.00 x 20.00
Bodega 4	1	15.00 x 20.00
Servicios Sanitarios	5	1.40 x 2.25

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Ambientes en la planta alta

Ambiente	Cantidad	Dimensiones (m)
Lobby	1	5.00 x 6.95
Cuarto de servidores	1	1.65 x 6.25
Cafetería	1	3.35 x 6.25
Área de digitadores	1	5.00 x 13.95
Sala de reuniones	1	5.00 x 5.00
Secretaría	1	5.00 x 5.00
Oficina de jefe	1	5.00 x 5.00
Oficina de subjefe	1	5.00 x 5.00
Archivo	1	2.85 x 3.75
Bodega 1	3	5.00 x 10.00
Bodega 2	1	10.00 x 10.00
Bodega 3	3	10.00 x 20.00
Servicios sanitarios	1	5.00 x 5.00

Fuente: elaboración propia.

2.1.1 Levantamiento topográfico

García-Marquez (1994), hablando de la topografía, menciona que esta “define la posición y las formas circunstanciales del suelo; es decir, estudia en detalle la superficie terrestre y los procedimientos por los cuales se pueden representar, todos los accidentes que en ella existen” (p. 1).

Se realizó un levantamiento topográfico de segundo orden utilizando una estación total con prismas. Los datos obtenidos se descargaron en un programa de diseño para representar el plano de dicha edificación y así conocer su ubicación. Este se encuentra entre la 2da. y 3ra. calle dentro del recinto portuario; sus dimensiones son 20.00 x 75.00 metros, dando como resultado un área de 1500 m².

a. Planimetría

Se llama planimetría al “conjunto de los trabajos efectuados para tomar en el campo los datos geométricos necesarios que permitan construir una figura semejante a la del terreno proyectada sobre un plano horizontal” (García-Marquez, 1994, p. 9). Esta comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala, sobre una superficie plana de todos los detalles interesantes del terreno, prescindiendo de su relieve.

La medición se realizó de forma indirecta, es decir, por medio de aparatos especiales, en este caso una estación total.

El terreno para la construcción del edificio es rectangular y totalmente plano. No habrá necesidad de hacer cortes de tierra.

b. Altimetría

Según García-Marquez (1994) esta “se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia” (p. 245).

Las diferencias de nivel del terreno son mínimas, tanto que pueden despreciarse y no tomar en cuenta.

La altimetría o nivelación se llevó a cabo de manera indirecta, es decir, se determinó la diferencia de alturas entre dos puntos “midiendo la distancia horizontal o inclinada que los separa y el ángulo vertical que forma la línea que les une con el plano horizontal que pasa por el punto donde se hace la observación” (García-Marquez, 1994, p. 281).

2.1.2 Estudio de suelos

Previo al diseño y planificación de un proyecto de estructuras, se debe conocer la calidad del suelo del terreno donde se construirá y sustentará dicha edificación. Para determinar los datos técnicos que ayudarán a diseñar la obra, se realizó el ensayo de compresión triaxial; determinando por medio de este análisis, el valor soporte del suelo y su peso específico.

a. Ensayo de compresión triaxial

Se obtuvo una muestra de suelo inalterada aproximadamente de 1 pie³ en una perforación a pozo abierto, a una profundidad de 2 metros. La muestra de suelo fue analizada por medio del ensayo de compresión triaxial en el laboratorio de suelos del departamento de ingeniería en la Empresa Portuaria Nacional.

Según anexo 1 Resultados del ensayo de compresión triaxial para el edificio de dos niveles en la EMPORNAC, los datos obtenidos son los siguientes:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: arcilla arenosa color café

Angulo de fricción interna (ϕ') = 9.87°

Cohesión (C_u) = 1.76 ton/m²

Base (B) = 2.10 m

Largo (L) = 2.10 m

Peso específico (γ_s) = 1.33 ton/m³

Desplante (D_f) = 2.00 m

Factor de seguridad (F.S.) = 3

- Esfuerzo límite

El valor del esfuerzo límite, se determinó por medio de la fórmula siguiente:

$$q_d = 1.3 c' N'_c + \gamma Z N'_q + 0.4 \gamma B N'_w$$

Donde:

c' : coeficiente de cohesión del suelo

N'_c : factor de capacidad de carga debido a la cohesión

γ_s : peso específico del suelo

Z : desplante de cimentación

N'_q : factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga

B : base de zapata

N'_w : factor de capacidad de carga debido al peso del suelo

Los valores de factores de capacidad de carga se obtuvieron al interpolar los valores de la tabla “Factores de capacidad de carga de Terzaghi” (Ver tabla 3).

$$N'_c = 9.54$$

$$N'_q = 2.66$$

$$N'_w = 0.54$$

Calculando el esfuerzo límite:

$$q_d = 1.3 c' N'_c + \gamma Z N'_q + 0.4 \gamma B N'_w$$

$$q_d = (1.3 \cdot 1.76 \cdot 9.54) + (1.33 \cdot 2.00 \cdot 2.66) + (0.4 \cdot 1.33 \cdot 2.10 \cdot 0.54)$$

$$q_d = 29.51 \text{ ton/m}^2$$

- Valor soporte del suelo

$$V_s = q_d / F.S.$$

Donde:

q_d : esfuerzo límite

F.S.: factor de seguridad

Calculando V_s :

$$V_s = q_d / F.S.$$

$$V_s = 29.51 / 3$$

$$V_s = 9.84 \text{ ton/m}^2$$

Tabla 3. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

ϕ'	N_c	N_q	N_γ^a	ϕ'	N_c	N_q	N_γ^a
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1 072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Fuente: Braja, M. 2012. p.139.

2.1.3 Diseño arquitectónico

El diseño consiste en satisfacer las necesidades y distribución de ambientes o espacios habitables de un proyecto, con la finalidad de tener un lugar cómodo, funcional y apropiado, tomando en cuenta factores como: la cantidad de usuarios, el uso que tendrá el proyecto, iluminación, ventilación, altura, financiamiento del proyecto, entre otros.

a. Ubicación del edificio en el terreno

Se ubicará en el mismo terreno donde se encuentra actualmente el edificio del departamento de Almacén y Suministros; que está entre la 3ra. calle y 7ma. avenida del recinto portuario.

b. Distribución de ambientes

Los ambientes se distribuirán de acuerdo con las necesidades que el departamento tenga. Dicho edificio contará con dos plantas. La baja será utilizada como parqueo, despacho de materiales y bodega; la alta tendrá el área administrativa del departamento y se utilizará el resto de ambientes como bodegas.

Ver tablas 1, 2 y plano de planta amueblada.

c. Selección del sistema estructural a usar

El sistema estructural debe ser seguro para los usuarios y garantizar una funcionalidad adecuada, además de poseer simetría, regularidad y sencillez tanto en planta como en elevación. Debe ser uniforme en la distribución de la resistencia, rigidez y ductilidad.

Esto conlleva tomar en cuenta muchas consideraciones que las determinan objetivos importantes como los que se mencionaron anteriormente. Para este proyecto se decidió utilizar el sistema de marcos dúctiles, con nudos rígidos compuestos por vigas y columnas, losas planas de concreto reforzado, zapatas cuadradas, muros de block para la separación de casi todos los ambientes y cimiento corrido.

2.2 Análisis estructural

Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas aplicadas sobre los elementos estructurales de la edificación. Estas cargas pueden ser por sismo, variables o vivas y cargas producidas por el propio peso de los elementos estructurales.

2.2.1 Predimensionamiento estructural

Es importante realizar un predimensionamiento antes de determinar las dimensiones finales de los elementos estructurales a conformar. En esta parte se necesita recurrir a la experiencia en obras similares, utilizando conocimientos

de los elementos que componen el sistema estructural, tomando en cuenta los materiales y las solicitaciones a que será sometido.

A continuación, se propondrán dimensiones de secciones que en la parte final del diseño serán verificadas, determinando así, si cumplen los criterios establecidos en los reglamentos a utilizar.

a. Predimensionamiento de losa

Se determina si la losa debe de reforzarse en una o en dos direcciones con la relación del lado corto y el lado largo. Además, se estima el espesor de la losa más crítica, es decir, la losa que tenga las mayores dimensiones; para esto se utiliza el criterio del perímetro dividido 180.

$m = a / b < 0.5$ losa trabaja en un sentido

$m = a / b \geq 0.5$ losa trabaja en dos sentidos

$t = \text{perímetro} / 180$

Donde:

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

t = espesor de losa

Respecto al espesor de losa, el código ACI hasta la edición del 63, recomendaba un peralte mínimo de $h = p/180 > 0.09 \text{ m}$.

La mayoría de las losas tienen la misma dimensión, en este caso:

$$a = 4.80 \text{ m}$$

$$b = 4.90 \text{ m}$$

$$m = 4.80 / 4.90 = 0.98; \text{ losa trabaja en dos sentidos}$$

$$t = (2 \cdot 4.80 + 2 \cdot 4.90) / 180 = 0.107$$

Se propone un espesor de losa de 12 cm.

b. Predimensionamiento de viga

El predimensionamiento del peralte de las vigas se calculará con base al ACI. Por cada metro lineal de luz de la viga, se aumentará ocho por ciento de peralte. Quedando de la siguiente manera:

$$h_{\text{viga}} = L \cdot 8\%$$

Donde:

h_{viga} = altura de viga

L_{viga} = longitud libre de la viga

Además, se tomó en cuenta el código ACI 318S-11 en el capítulo 9 de la tabla 9.5(a), sección 9.5.2.1 (Ver tabla 4). Se utilizó el caso cuando una viga tiene continuidad en un extremo. Luego, se calculará el promedio de ambos criterios.

Tabla 4. **Alturas o espesores mínimos de vigas no pre esforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones**

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporte o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Fuente: ACI. 2011. p. 130.

La base de la viga se determina conforme a lo planteado en la sección 21.5.1.3 del código ACI 318S-11 especifica que, para elementos sometidos a flexión en pórticos especiales resistentes a momento, el ancho del elemento b_{viga} , no debe ser menor que el más pequeño de $0.3h$ y 250 mm .

Calculando espesor y base de las vigas:

$$h_{viga} = L * 8\% = 4.9 * 0.08 = 0.392 \text{ m}$$

$$h_{viga} = L / 18.5 = 4.9 / 18.5 = 0.264 \text{ m}$$

$$h_{prom} = (0.392 + 0.264) / 2 = 0.328 \text{ m}; \text{ se propone un } h_{viga} = 0.40 \text{ m}$$

$$b_{viga} = 0.40 / 2 = 0.20 \text{ m}$$

Por lo tanto, se propone una sección de viga de 0.20×0.40 metros.

c. Predimensionamiento de columna

El predimensionamiento de las columnas se basa en el método de la carga axial aplicada en la columna crítica, es decir, la carga axial que soporta la columna del segundo nivel más la del primer nivel y de esta se determina el área bruta de la sección de la columna según lo especificado en el ACI 318S-11, capítulo 10 sección 10.3.6.2, ecuación (10-2). Las dimensiones de la sección de la columna crítica se utilizarán en todas las columnas para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro. La ecuación a utilizar será:

$$\phi P_{n(max)} = 0.8\phi[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

Donde:

$P_{n(max)}$: carga nominal que resiste la columna con carga axial pura

ϕ : factor de reducción de capacidad

f'_c : resistencia del concreto a la compresión

A_g : área gruesa de la columna

A_{st} : área total del refuerzo longitudinal

f_y : resistencia especificada a la fluencia del refuerzo

0.8, 0.85: constantes

En el segundo nivel se utilizará una carga viva de 100 kg/m², y una muerta de 155 kg/m² de acabados y cubierta liviana; en el primer nivel se usará una carga viva de 600 kg/m², y una muerta por acabados, instalaciones y muros de 428 kg/m², tomando en cuenta que estas deberán ser mayoradas mediante la ecuación C.9-1: $CU = 1.4CM + 1.7CV$ del código ACI 318S-11, apéndice C, sección C.9.2.1.

Datos:

$$A_{\text{tributaria}} = 25 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{eso de vigas}} = 2(bhL \cdot \gamma_c) = 2(0.20 \text{ m} \cdot 0.40 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3)$$

$$P_{\text{eso de vigas}} = 1920 \text{ kg}$$

$$P_{\text{eso de muro}} = 0.15 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \cdot 120 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{eso de muro}} = 90 \text{ kg}$$

- Calculando carga axial última en el segundo nivel

$$P_{n2} = 1.4 (CM \cdot A_{\text{tributaria}} + P_{\text{eso de vigas}}) + 1.7 (CV \cdot A_{\text{tributaria}})$$

$$P_{n2} = 1.4 (155 \text{ kg/m}^2 \cdot 25 \text{ m}^2 + 1920 \text{ kg}) + 1.7 (100 \text{ kg/m}^2 \cdot 25 \text{ m}^2)$$

$$P_{n2} = 12363.00 \text{ kg}$$

- Calculando carga axial última en el primer nivel

$$P_{n1} = 1.4 (CM \cdot A_{\text{tributaria}} + P_{\text{eso de vigas y muros}}) + 1.7 (CV \cdot A_{\text{tributaria}})$$

$$P_{n1} = 1.4 (428 \text{ kg/m}^2 \cdot 25 \text{ m}^2 + 2010 \text{ kg}) + 1.7 (600 \text{ kg/m}^2 \cdot 25 \text{ m}^2)$$

$$P_{n1} = 43294.00 \text{ kg}$$

- Carga axial última

$$P_{n(\text{max})} = P_{n2} + P_{n1}$$

$$P_{n(\text{max})} = 12363.00 \text{ kg} + 43294.00 \text{ kg}$$

$$P_{n(\text{max})} = 55657.00 \text{ kg}$$

- Cálculo de A_g mediante la ecuación (10-2), sección 10.3.6.2, capítulo 10 del código ACI 318S-11.

$$\phi P_{n(max)} = 0.8\phi[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

Datos:

$$P_{n(max)} = 55657 \text{ kg}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$\phi = 0.65$; factor de reducción de resistencia para refuerzo con estribos

$A_{st} = 0.01A_g$; considerando la sección 10.9.1 del código ACI 318S-11 donde especifica que el área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.08A_g$.

Sustituyendo los valores, se tiene:

$$55657 = 0.8 \cdot 0.65 [0.85 \cdot 280 \text{ kg/cm}^2 (A_g - 0.01A_g) + 4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0.01A_g]$$

$$55657 = 0.52 [238A_g - 2.38A_g + 42A_g]$$

$$55657 = 144.36A_g$$

Despejando la ecuación para A_g :

$$A_g = 55657.00 \text{ kg} / 144.36 \text{ kg/cm}^2 = 385.54 \text{ cm}^2$$

Una columna de 20 cm de cada lado cumpliría con lo requerido del área gruesa calculada, pero el código ACI 318S-11 en el capítulo 21, sección

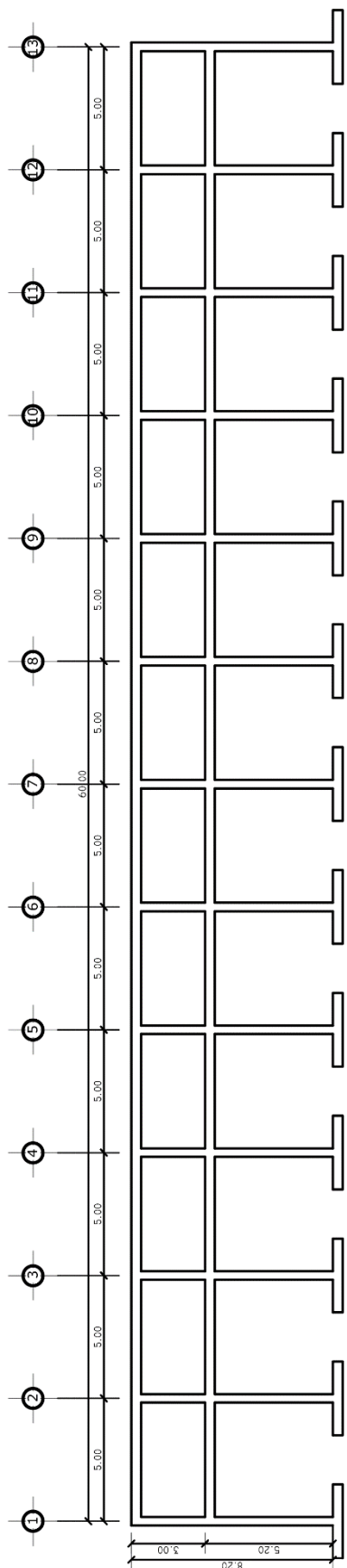
21.6.1.1 indica que la dimensión menor de la columna no debe ser menor de 30 cm. Por lo cual se propone utilizar una sección de 35 cm de cada lado.

2.2.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

Los modelos matemáticos representan la geometría y la forma en que las cargas están aplicadas a los marcos, los cuales se utilizan para el análisis estructural. Por lo tanto, se define un marco dúctil como un sistema estructural que consta de columnas y vigas que están sujetos rígidamente, es decir, cuando las juntas son capaces de transmitir flexión entre los miembros.

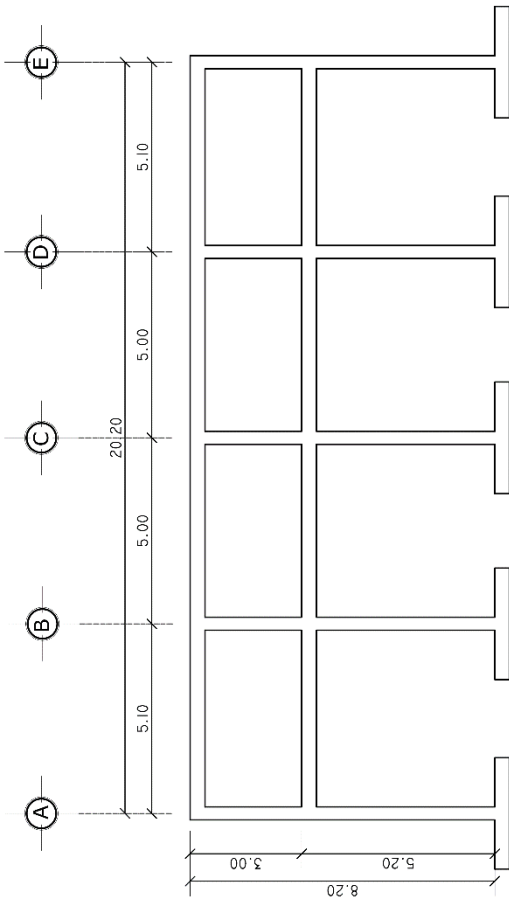
En las figuras 2 y 3 se presentan los marcos para el análisis estructural.

Figura 2. Marco dúctil en el sentido X



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Marco dúctil en el sentido Y



Fuente: elaboración propia.

2.2.3 Cargas de diseño

Las cargas de diseño son todas aquellas que actuarán sobre las estructuras, dividiéndose de acuerdo con su dirección en verticales y horizontales. Las cargas verticales o por gravedad están divididas en muertas y vivas. Por el contrario, las cargas horizontales pueden producirse por las fuerzas laterales que provocan los sismos, el viento y la presión que genera el agua o el suelo.

a. Cargas vivas

Se deben a la operación, carácter aleatorio y uso de la edificación, es decir, no siempre serán las mismas en la estructura. Las cargas vivas son la principal acción variable que debe considerarse en el diseño porque estas son producidas por el peso de muebles, mercancías, equipos y personas.

En este diseño se emplearon las cargas vivas que propone la tabla 5 de valores para diferentes tipos de ocupación o usos, según la norma AGIES.

Bodegas cargas livianas	= 600 kg/m ²
Oficinas	= 250 kg/m ²
Escaleras	= 500 kg/m ²
Techos	= 100 kg/m ²

Tabla 5. Valores de carga viva

Tipo de ocupación o uso	Wv (kg/m ²)	Pv (kg)
Vivienda		
Balcones	500	
Habitaciones y pasillos	200	
Escaleras	300	
Oficina		
Pasillos y escaleras	300	
Oficinas	250	800
Areas de cafetería	500	
Hospitales		
Pasillos	500	450
Clínicas y encamamiento	250	
Servicios médicos y laboratorio	350	800
Farmacia	500	
Escaleras	500	
Cafetería y cocina	500	
Hoteles		
Habitaciones	200	450
Servicios y áreas públicas	500	800
Educativos		
Aulas	200	400
Pasillos y escaleras	500	
Salones de Lectura de Biblioteca	200	400
Area de estanterías de Biblioteca	700	800
Reunión		
Escaleras privadas	300	Ver 3.3(d)
Escaleras públicas	500	Ver 3.3(d)
Balcones	500	
Vestíbulos públicos	500	
Plazas a nivel de la calle	500	800
Salones con asiento fijo	300	
Salones sin asiento fijo	500	800
Escenarios y circulaciones	500	
Garajes		
Garajes para automóviles de pasajeros	250	Ver 3.3(c)
Garajes para vehículos de carga (2,000 Kg)	500	Ver 3.3(c)
Rampas de uso colectivo	750	Ver 3.3(c)
Corredores de circulación	500	Ver 3.3(c)
Servicio y reparación	500	Ver 3.3(c)

Tipo de ocupación o uso	W _v (kg/m ²)	P _v (kg)
Instalaciones deportivas públicas		
Zonas de circulación	500	
Zonas de asientos	400	
Zonas sin asientos	800	
Canchas deportivas	ver nota ^(a)	
Almacenes		
Minoristas	500	800
Mayoristas	600	1,200
Bodegas		
Cargas livianas	600	800
Cargas pesadas	1,200	1,200
Fábricas		
Industrias livianas	500	800
Industrias pesadas	1,000	1,200
Cubiertas pesadas (inciso 3.3 (f))		
Azoteas de concreto con acceso	200	
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100	
Azoteas con inclinación mayor de 20°	75 ^(b)	
Cubiertas usadas para jardín o para reuniones	500	
Cubiertas livianas (inciso 3.3 (g))		
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc		
(aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 ^(b)	

Nota: (a) carga depende del tipo de cancha

(b) sobre proyección horizontal

Fuente: AGIES. 2010. p. 6.

b. Cargas muertas

Son las cargas que se generan por el peso propio de la edificación y por el peso de todos los elementos estructurales que la componen como: losas, vigas, columnas, muros, techos y los elementos arquitectónicos como: ventanas, puertas, acabados, divisiones permanentes, instalaciones, entre otros. Estas cargas se determinan con bastante exactitud dependiendo de los materiales que se utilicen, a partir de las densidades y tamaños. También son la principal

acción permanente de la edificación. Se usarán como referencias las cargas muertas mínimas de diseño especificadas en las Normas de Seguridad Estructural para Guatemala AGIES NSE 2.

Para este edificio se utilizarán las siguientes cargas muertas:

Concreto	= 2400 kg/m ³
Muro 1	= 140 kg/m ²
Muro 2	= 120 kg/m ²
Muro 3	= 100 kg/m ²
Piso y mezción	= 60 kg/m ²
Acabados	= 80 kg/m ²
Cielo falso	= 75 kg/m ²

c. Cargas sísmicas

Un sismo produce fuerzas dinámicas sobre una estructura, las cuales no pueden ser determinadas con exactitud en magnitud ni dirección. Para esto existen métodos aproximados que calculan el esfuerzo cortante que el sismo pueda producir en la base de la estructura y luego lo distribuye como fuerzas laterales estáticas en todos los niveles. Por lo tanto, la respuesta sísmica de la estructura depende fuertemente de sus propiedades geométricas, especialmente de la altura.

Para este proyecto se tomará en cuenta, únicamente la fuerza provocada por un sismo, debido a que Guatemala está clasificada como zona de alto riesgo sísmico.

Se empleará el Método SEAOC, el cual es un método estático equivalente que consiste en encontrar una fuerza en la base del edificio que se está sacudiendo y según la distribución de masas, la altura del edificio y la carga adicional; distribuirla en cada nivel del edificio.

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. Se determina a través de la ecuación:

$$V = ZIKCSW$$

Se describirán los coeficientes de la fórmula de corte basal para comprender que significa cada uno de ellos.

Z: se le denomina coeficiente de riesgo sísmico el cual varía según la zona sísmica del globo terráqueo. Esto se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6. **Valores coeficiente Z**

Zona sísmica	Riesgo sísmico	Valor z
0	Ausencia total de daño.	0.00
1	Consideradas de daños menores corresponden a la intensidad V y VI de la escala Mercalli modificado.	0.25
2	Daño moderado, corresponde a la intensidad VII en la escala Mercalli modificado.	0.50
3	Daño mayor, corresponde a la intensidad VII en la escala Mercalli modificado.	1.00

Fuente: Ramírez-Figueroa, F. 1996. p. 36.

I: depende de la importancia o la utilidad que se le vaya a dar a la estructura, después del sismo. En viviendas unifamiliares va a ser menor su coeficiente y para estructuras de uso público como: hospitales, centros de comunicación, etcétera, el coeficiente será mayor. Su rango estará comprendido entre $1,00 \leq I \leq 1,50$.

K: este coeficiente depende del tipo de estructura seleccionada si hay sistemas estructurales. Se tienen los siguientes valores de la tabla 7:

Tabla 7. **Valores coeficiente K**

Tipo	Arreglo resistente	Valor K
1	Marcos dúctiles sin contraventeo	0.67
2	Marcos dúctiles y sistemas de corte (embreizados, muros de corte)	0.80
3	Mampostería	1.00
4	Diseños especiales (péndulos invertidos)	2.50

Fuente: Ramírez-Figueroa, F. 1996. p. 37.

C: depende de la flexibilidad de la estructura y se mide en base al periodo de vibración, donde t es el intervalo de tiempo que necesita la estructura para completar una vibración. El intervalo está determinado por:

$$t = 0.09h / b^{1/2}$$

Donde:

t = periodo de vibración

h = altura del edificio en metros

b = lado del edificio paralelo a la acción del sismo que se está considerando

Donde C está dada por:

$$C = 1 / (15 t^{1/2}) \leq 0.12$$

S: depende de suelo a cimentar, comprendida entre: $1.00 \leq S \leq 1.50$.

Teniendo la limitación: $C \cdot S \leq 0.14$.

W: es el peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas cuando se trate de almacenes.

d. Cargas últimas

Son las cargas multiplicadas por los factores de carga apropiados, que se utiliza para diseñar los elementos estructurales usando el método de diseño por resistencia; de tal manera que tengan una resistencia adecuada. También se les denomina cargas mayoradas.

Cualquiera de todas las cargas mencionadas puede actuar sobre una estructura en un momento dado; sin embargo, es entrar prácticamente en el campo de la especulación el que se produzca algún tipo de carga crítica. Por esta razón los códigos de construcción establecen combinaciones de cargas específicas, que los elementos estructurales de toda edificación deben estar en capacidad de soportar para tratar de evitar el colapso de la estructura.

Para este proyecto se tomarán las siguientes combinaciones de carga dadas por el código ACI 318S-11, apéndice C, sección C.9.2.1:

$$CU = 1.4 CM + 1.7 CV$$

2.2.4 Cálculos

a. Integración de cargas verticales

Consiste en determinar el peso muerto y vivo que soportará la estructura por cada metro lineal a través de las áreas tributarias que se muestran en las tablas 8 y 9 ilustradas en las figuras 4 y 5.

Se calculará la integración de cargas para los ejes 7 y B, seleccionando una viga para cada eje, a excepción de aquellas vigas que tengan las mismas cargas.

El mismo procedimiento se realizó con todas las vigas del edificio.

Tabla 8. Áreas tributarias para vigas del eje 7 del primer y segundo nivel

Viga	Área tributaria primer nivel m ²	Área tributaria segundo nivel m ²
A-B	12.50	23.52
B-C	12.50	23.04
C-D	12.50	23.04
D-E	0.82	23.52

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Áreas tributarias para vigas del eje B del primer y segundo nivel

Viga	Área tributaria primer nivel m ²	Área tributaria segundo nivel m ²
1-2	12.50	23.04
2-3	11.375	23.04
3-4	12.50	23.04
4-5	9.82	23.04
5-6	9.82	23.04
6-7	12.50	23.04
7-8	12.50	23.04
8-9	12.50	23.04
9-10	12.50	23.04
11-12	12.50	23.04
12-13	12.50	23.04

Fuente: elaboración propia.

- Eje 7, primer nivel, sentido X

Altura de muros	=	2.61 m
Espesor de losa	=	0.12 m
Área de viga	=	0.08 m ²
Concreto	=	2400 kg/m ³
Peso de losa	=	288 kg/m ²
Muro 2	=	120 kg/m ²
Piso y mezclón	=	60 kg/m ²
Acabados	=	80 kg/m ²
Carga viva	=	600 kg/m ²
CV escaleras	=	500 kg/m ²

- Carga muerta eje 7, viga A-B

$$CM_{7A-B} = P_{losa} + P_{acabados} + P_{muro2} + P_{piso y mezclón} + P_{viga}$$

P_{losa}	=	$(288 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m}$	=	734.69 kg/m
$P_{acabados}$	=	$(80 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m}$	=	204.08 kg/m
P_{muro2}	=	$120 \text{ kg/m}^2 * 2.61 \text{ m}$	=	313.20 kg/m
$P_{piso y mezclón}$	=	$(60 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m}$	=	153.06 kg/m
P_{viga}	=	$2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2$	=	192.00 kg/m

$$CM_{7A-B} = 1599.03 \text{ kg/m}$$

- Carga muerta eje 7, vigas B-C y C-D

$$CM_{7B-C} = P_{losa} + P_{acabados} + P_{muro2} + P_{piso y mezclón} + P_{viga}$$

$$\begin{aligned} P_{losa} &= (288 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 750.00 \text{ kg/m} \\ P_{acabados} &= (80 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 208.33 \text{ kg/m} \\ P_{muro2} &= 120 \text{ kg/m}^2 * 2.61 \text{ m} = 313.20 \text{ kg/m} \\ P_{piso y mezclón} &= (60 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 156.25 \text{ kg/m} \\ P_{viga} &= 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$CM_{7B-C} = CM_{7C-D} = 1619.78 \text{ kg/m}$$

- Carga muerta eje 7, viga D-E

$$CM_{7D-E} = P_{losa} + P_{acabados} + P_{muro2} + P_{piso y mezclón} + P_{viga}$$

$$\begin{aligned} P_{losa} &= (288 \text{ kg/m}^2 * 0.82 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m} = 48.20 \text{ kg/m} \\ P_{acabados} &= (80 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m} = 204.08 \text{ kg/m} \\ P_{muro2} &= 120 \text{ kg/m}^2 * 2.61 \text{ m} = 313.20 \text{ kg/m} \\ P_{piso y mezclón} &= (60 \text{ kg/m}^2 * 0.82 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m} = 10.04 \text{ kg/m} \\ P_{viga} &= 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$CM_{7D-E} = 767.52 \text{ kg/m}$$

La integración de la carga viva de las vigas del eje 7 en el primer y segundo nivel se presenta en las tablas 10 y 11.

Tabla 10. **Carga viva, eje 7, primer nivel, vigas A-E**

Viga	CV kg/m ²	Área m ²	Longitud m	CV kg/m
A-B	600	12.5	4.90	1530.61
B-C	600	12.5	4.80	1562.50
C-D	600	12.5	4.80	1562.50
D-E	500	0.82	4.90	83.67

Fuente: elaboración propia.

- Eje 7, segundo nivel sentido x

$$\text{Área tributaria}_1 = 4.80 \text{ m} * 4.90 \text{ m} = 23.52 \text{ m}^2$$

$$\text{Área tributaria}_2 = 4.80 \text{ m} * 4.80 \text{ m} = 23.04 \text{ m}^2$$

$$\text{Acabados e instalaciones} = 80 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 75 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2$$

- Carga muerta eje 7, vigas A-B y D-E

$$CM_{7A-B} = P_{\text{sobrecarga}} + P_{\text{acabados}} + P_{\text{viga}}$$

$$P_{\text{sobrecarga}} = (75 \text{ kg/m}^2 * 23.52 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m} = 360.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{acabados}} = (80 \text{ kg/m}^2 * 23.52 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m} = 384.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{viga}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m}$$

$$CM_{7A-B} = CM_{7D-E} = 936.00 \text{ kg/m}$$

- Carga muerta eje 7, vigas B-C y C-D

$$CM_{7B-C} = P_{\text{sobrecarga}} + P_{\text{acabados}} + P_{\text{viga}}$$

$$P_{\text{sobrecarga}} = (75 \text{ kg/m}^2 * 23.04 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 360.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{acabados}} = (80 \text{ kg/m}^2 * 23.04 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 384.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{viga}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m}$$

$$CM_{7B-C} = CM_{7C-D} = 936.00 \text{ kg/m}$$

Tabla 11. **Carga viva, eje 7, segundo nivel, vigas A-E**

Viga	CV kg/m ²	Área m ²	Longitud m	CV kg/m
A-B	100	23.52	4.90	480.00
B-C	100	23.04	4.80	480.00
C-D	100	23.04	4.80	480.00
D-E	100	23.52	4.90	480.00

Fuente: elaboración propia.

- Eje B, primer nivel sentido Y

$$\text{Altura de muros} = 2.61 \text{ m}$$

$$\text{Espesor de losa} = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{Área de viga} = 0.08 \text{ m}^2$$

$$\text{Concreto} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de losa} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muro}_1 = 140 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muro}_2 = 120 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muro}_3 = 100 \text{ kg/m}^2$$

Piso y mezlón	=	60 kg/m ²
Acabados	=	80 kg/m ²
CV oficinas	=	250 kg/m ²
CV escaleras	=	500 kg/m ²
CV bodegas	=	600 kg/m ²

- Carga muerta eje B, viga 1-2

$$CM_{B1-2} = P_{losa} + P_{acabados} + P_{piso y mezlón} + P_{viga}$$

$$P_{losa} = (288 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 750.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{acabados} = (80 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 208.33 \text{ kg/m}$$

$$P_{piso y mezlón} = (60 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.90 \text{ m} = 156.25 \text{ kg/m}$$

$$P_{viga} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B1-2} = 1306.58 \text{ kg/m}$$

La CM_{B1-2} será la misma para las siguientes vigas: CM_{B6-7} , CM_{B7-8} , CM_{B8-9} , CM_{B9-10} , CM_{B10-11} , CM_{B11-12} y CM_{B12-13} .

- Carga muerta eje B, viga 2-3

$$CM_{B2-3} = P_{losa} + P_{acabados} + P_{piso \text{ y } mezclón} + P_{viga}$$

$$P_{losa} = (288 \text{ kg/m}^2 * 11.375 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 682.50 \text{ kg/m}$$

$$P_{acabados} = (80 \text{ kg/m}^2 * 11.375 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 189.58 \text{ kg/m}$$

$$P_{piso y mezclón} = (60 \text{ kg/m}^2 * 11.375 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 142.19 \text{ kg/m}$$

$$P_{viga} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B2-3} = 1206.27 \text{ kg/m}$$

- Carga muerta eje B, viga 3-4

$$CM_{B3-4} = P_{losa} + P_{acabados} + P_{muro2} + P_{piso \text{ y } mezclón} + P_{viga}$$

$$P_{losa} = (288 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 750.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{acabados} = (80 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 208.33 \text{ kg/m}$$

$$P_{muro2} = 120 \text{ kg/m}^2 * 2.61 \text{ m} = 313.20 \text{ kg/m}$$

$$P_{piso y mezclón} = (60 \text{ kg/m}^2 * 12.5 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 156.25 \text{ kg/m}$$

$$P_{viga} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B2-3} = 1619.78 \text{ kg/m}$$

- Carga muerta eje B, vigas 4-5 y 5-6

$$CM_{B4-5} = P_{losa} + P_{acabados} + P_{piso \text{ y } mezción} + P_{viga}$$

$$P_{losa} = (288 \text{ kg/m}^2 * 9.82 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 589.20 \text{ kg/m}$$

$$P_{acabados} = (80 \text{ kg/m}^2 * 9.82 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 163.67 \text{ kg/m}$$

$$P_{pisoymezción} = (60 \text{ kg/m}^2 * 9.82 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 122.75 \text{ kg/m}$$

$$P_{viga} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B4-5} = CM_{B5-6} = 1067.62 \text{ kg/m}$$

La integración de la carga viva de las vigas del eje B en el primer y segundo nivel se presenta en las tablas 12 y 13.

Tabla 12. Carga viva, eje B, primer nivel, vigas 1-13

Viga	CV kg/m ²	Área m ²	Longitud m	CV kg/m
1-2	250	12.5	4.80	651.04
2-3	250	11.375	4.80	592.45
3-4	250	12.5	4.80	651.04
4-5	600	9.82	4.80	1 227.50
5-6	600	9.82	4.80	1 227.50
6-7	600	12.5	4.80	1 562.50
7-8	600	12.5	4.80	1 562.50
8-9	600	12.5	4.80	1 562.50
9-10	600	12.5	4.80	1 562.50
11-12	600	12.5	4.80	1 562.50
12-13	600	12.5	4.80	1 562.50

Fuente: elaboración propia.

- Eje B, segundo nivel sentido Y

Área tributaria ₂	= 4.80 m * 4.80 m = 23.04 m ²
Cielo falso	= 75 kg/m ²
Acabados e instalaciones	= 80 kg/m ²
Sobrecarga	= 75 kg/m ²
Carga viva	= 100 kg/m ²

- Carga muerta eje B, vigas 1-2, 2-3 y 3-4

$$CM_{B1-2} = P_{\text{cielo falso}} + P_{\text{sobrecarga}} + P_{\text{acabados}} + P_{\text{viga}}$$

$$P_{\text{cielo falso}} = (75 \text{ kg/m}^2 * 23.04 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 360.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{sobrecarga}} = (75 \text{ kg/m}^2 * 23.04 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 360.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{acabados}} = (80 \text{ kg/m}^2 * 23.04 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 384.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{viga}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B1-2} = CM_{B2-3} = CM_{B3-4} = 1296.00 \text{ kg/m}$$

- Carga muerta eje B, vigas 4-5 hasta 12-13

$$CM_{B1-2} = P_{\text{sobrecarga}} + P_{\text{acabados}} + P_{\text{viga}}$$

$$P_{\text{sobrecarga}} = (75 \text{ kg/m}^2 * 23.04 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 360.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{acabados}} = (80 \text{ kg/m}^2 * 23.04 \text{ m}^2) / 4.80 \text{ m} = 384.00 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{viga}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.08 \text{ m}^2 = 192.00 \text{ kg/m}$$

$$CM_{B4-5} = CM_{B12-13} = 936.00 \text{ kg/m}$$

Tabla 13. **Carga viva, eje B, segundo nivel, vigas 1-13**

Viga	CV kg/m ²	Área m ²	Longitud m	CV kg/m
1-2	100	23.04	4.80	480.00
2-3	100	23.04	4.80	480.00
3-4	100	23.04	4.80	480.00
4-5	100	23.04	4.80	480.00
5-6	100	23.04	4.80	480.00
6-7	100	23.04	4.80	480.00
7-8	100	23.04	4.80	480.00
8-9	100	23.04	4.80	480.00
9-10	100	23.04	4.80	480.00
11-12	100	23.04	4.80	480.00
12-13	100	23.04	4.80	480.00

Fuente: elaboración propia.

b. Peso del edificio de concreto armado

A continuación, se determina la carga muerta total sísmica W del edificio. Esta incluye un 25% de las cargas vivas del edificio por tratarse de almacenes.

- **Peso del primer nivel**

$$W_{\text{losa}} = 288 \text{ kg/m}^2 * 1192.20 \text{ m}^2 = 343353.60 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro1}} = 140 \text{ kg/m}^2 * 170 \text{ m} * 5.1 \text{ m} = 121380.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro 1}} = 140 \text{ kg/m}^2 * 20 \text{ m} * 1.5 \text{ m} = 4200.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro2}} = 120 \text{ kg/m}^2 * 118.23 \text{ m} * 5.1 \text{ m} = 72353.70 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro 2}} = 120 \text{ kg/m}^2 * 73.53 \text{ m} * 1.5 \text{ m} = 13234.50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro 3}} = 100 \text{ kg/m}^2 * 74.35 \text{ m} * 1.5 \text{ m} = 11152.50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{pisymección}} = 60 \text{ kg/m}^2 * 1192.20 \text{ m}^2 = 71532.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 80 \text{ kg/m}^2 * 1192.20 \text{ m}^2 = 95376.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0.08 \text{ m}^2 * 610 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 117120.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 5.1 \text{ m} * 74 \text{ columnas} * 294 \text{ kg/m} = 110955.60 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CVoficinas}} = 250 \text{ kg/m}^2 * 15 \text{ m} * 20 \text{ m} * 0.25 = 18750.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CVbodega}} = 600 \text{ kg/m}^2 * 20 \text{ m} * 45 \text{ m} * 0.25 = 135000.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Nivel 1}} = 1114407.9 \text{ kg}$$

- **Peso del segundo nivel**

$$W_{\text{cielo falso}} = 75 \text{ kg/m}^2 * 20 \text{ m} * 20 \text{ m} = 45000.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro 1}} = 140 \text{ kg/m}^2 * 190 \text{ m} * 1.5 \text{ m} = 39900.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro 2}} = 120 \text{ kg/m}^2 * 191.75 \text{ m} * 1.5 \text{ m} = 34515.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro 3}} = 100 \text{ kg/m}^2 * 53.175 \text{ m} * 1.5 \text{ m} = 7976.25 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0.08 \text{ m}^2 * 610 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 117120.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 1.5 \text{ m} * 74 \text{ columnas} * 294 \text{ kg/m} = 32634.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CVtecho}} = 100 \text{ kg/m}^2 * 75 \text{ m} * 20 \text{ m} * 0.25 = 37500.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Nivel 2}} = 314645.25 \text{ kg}$$

- **Peso total del edificio**

$$W = W_{\text{Nivel 1}} + W_{\text{Nivel 2}}$$

$$W = 1114407.9 \text{ kg} + 314645.25 \text{ kg}$$

$$W = 1429053.15 \text{ kg}$$

c. Corte basal por el método SEAOC

Se determinan los coeficientes de la fórmula de corte basal a través de las ecuaciones y tablas anteriormente mencionadas.

$$V = Z I K C S W$$

Donde:

$Z = 1$ zona de Izabal

$I = 1.5$ importancia de la obra

$K = 0.67$ para marcos dúctiles

$C = 1 / (15 t^{1/2}) \leq 0.12$; $t = 0.09h / b^{1/2}$

$S = 1.5$

$W = 1429053.15 \text{ kg}$

$t_x = 0.09(7.7 \text{ m}) / (75)^{1/2} \text{ m} = 0.08 \rightarrow C_x = 0.23$; no es ≤ 0.12

$t_y = 0.09(7.7 \text{ m}) / (20)^{1/2} \text{ m} = 0.16 \rightarrow C_y = 0.17$; no es ≤ 0.12

Como C no cumple con lo especificado, se tomará $C \cdot S = 0.14$.

$$V = 1 * 1.5 * 0.67 * 0.14 * 1429053.15 \text{ kg}$$

$$V = 201067.78 \text{ kg}$$

d. Distribución de fuerzas por nivel

Se distribuirán de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$F_{ni} = (V - F_t) * W_{hi} / (\sum W_{ni} * h_i)$$

Donde:

F_{ni} : fuerza por nivel

V : corte basal

F_t : fuerza adicional de cúspide del edificio. Cuando t (periodo de vibración) es menor que 0.25, entonces $F_t = 0$

W : peso del edificio

W_{ni} : peso del edificio por nivel

h_i : altura tomada desde la base de la estructura al centro de cada nivel de piso de la estructura.

En este caso $F_t = 0$ porque los periodos de vibración son menores que 0.25. Ahora se calcula con los datos siguientes en la tabla 14.

Tabla 14. **Distribución de fuerzas por nivel**

Nivel	W (kg)	V (kg)	W_{ni} (kg)	h_i (m)	$W_{ni} * h_i$	F_{ni} (kg)
1	1429053.15	201067.78	1114407.90	5.00	5572039.50	138500.39
2	1429053.15	201067.78	314645.25	8.00	2517162.00	62567.38
$\sum W_{ni} * h_i$					8089201.05	

Fuente: elaboración propia.

2.2.5 Distribución de fuerzas sísmicas por marco

En las estructuras simétricas, se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza. Si no existe simetría en la estructura es muy probable que existan excentricidades dentro del centro de rigidez y el centro de masa, lo cual provocará que existan fuerzas torsionales en los marcos que tengan mayor excentricidad, por lo tanto, estos marcos experimentarán una fuerza de marco mayor y serán diseñados para soportar mayores cargas.

a. Determinación del centro de masa

Para determinar el centro de masa del edificio se utilizarán los pesos de techos y losas (sobrecargas y cargas vivas) multiplicadas por las áreas que estos cubren en el edificio. Dichas cargas se calcularon en las tablas 15 y 16.

Tabla 15. **Peso de techos del segundo nivel**

Techo	Área (m ²)	SC (kg/m ²)	W _{CM} (kg)	CV (kg/m ²)	W _{CV} (kg)	W _{techo} (kg)
1	601.50	140	84210.00	100	60150.00	144360.00
2	601.50	75	45112.50	100	60150.00	105262.50
3	300.75	75	22556.25	100	30075.00	52631.25

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. **Peso de losas del primer nivel**

Losa	Espesor (m)	Área (m ²)	W _{concreto} (kg/m ³)	CM (kg)	SC (kg/m ²)	W _{SC} (kg)	W _{CM} (kg)	CV (kg/m ²)	W _{CV} (kg)	W _{losa} (kg)
1	0.12	225.00	2400	64800.00	140	31500.00	96300.00	250	56250.00	152550.00
2	0.12	25.00	2400	7200.00	140	3500.00	10700.00	250	6250.00	16950.00
3	0.12	25.00	2400	7200.00	140	3500.00	10700.00	250	6250.00	16950.00
4	0.12	10.75	2400	3096.00	140	1505.00	4601.00	250	2687.50	7288.50
5	0.12	100.00	2400	28800.00	140	14000.00	42800.00	600	60000.00	102800.00
6	0.12	50.00	2400	14400.00	140	7000.00	21400.00	600	30000.00	51400.00
8	0.12	13.05	2400	3758.03	140	1826.82	5584.84	600	7829.22	13414.06
8	0.12	13.05	2400	3758.03	140	1826.82	5584.84	600	7829.22	13414.06
9	0.12	3.63	2400	1046.53	140	508.73	1555.27	600	2180.28	3735.55
10	0.12	525.00	2400	151200.00	140	73500.00	224700.00	600	315000.00	539700.00
11	0.12	3.63	2400	1046.53	140	508.73	1555.27	600	2180.28	3735.55
12	0.12	3.63	2400	1046.53	140	508.73	1555.27	600	2180.28	3735.55
13	0.12	3.63	2400	1046.53	140	508.73	1555.27	600	2180.28	3735.55
14	0.12	3.63	2400	1046.53	140	508.73	1555.27	600	2180.28	3735.55
15	0.12	1.82	2400	523.27	140	254.37	777.63	600	1090.14	1867.77
16	0.12	1.82	2400	523.27	140	254.37	777.63	600	1090.14	1867.77
17	0.12	3.63	2400	1046.53	140	508.73	1555.27	600	2180.28	3735.55

Fuente: elaboración propia.

La suma total de los productos de los pesos de losas y techos de acuerdo con el nivel por la distancia del origen (0,0) a su centroide, dividido dentro de la suma de todos los pesos calculados en el respectivo nivel dan como resultado la posición del centro de masa. A continuación, se presentan las tablas en donde se calcularon los centros de masa del segundo y primer nivel (Tablas 17-20):

Tabla 17. **Análisis del centro de masa del nivel 2 en el sentido X**

	Techo	W _{techo} (kg)	Distancia al centro del techo (m)	W _{techo} * Dist
Segundo nivel	1	144360.00	15.00	2165400.00
	2	105262.50	45.00	4736812.50
	3	52631.25	67.50	3552609.38
	ΣW _{techo}	302253.75	ΣW _{techo} * Dist	10454821.88

Fuente: elaboración propia.

$$C_{mX} = \frac{\sum W_{techo} * Dist}{\sum W_{techo}}$$

$$C_{mX2n} = 10454821.88 \text{ kg*m} / 302253.75 \text{ kg}$$

$$C_{mX2n} = 34.59 \text{ m}$$

Tabla 18. **Análisis del centro de masa del nivel 2 en el sentido Y**

	Techo	W _{techo} (kg)	Distancia al centro del techo (m)	W _{techo} * Dist
Segundo nivel	1	144360.00	10.025	1447209.00
	2	105262.50	10.025	1055256.56
	3	52631.25	10.025	527628.28
	ΣW _{techo}	302253.75	ΣW _{techo} * Dist	3030093.84

Fuente: elaboración propia.

$$C_{my} = \frac{\sum W_{techo} * Dist}{\sum W_{techo}}$$

$$C_{my2n} = 3030093.84 \text{ kg*m} / 302253.75 \text{ kg}$$

$$C_{my2n} = 10.03 \text{ m}$$

Tabla 19. **Análisis del centro de masa del nivel 1 en el sentido X**

Primer nivel	Losa	W _{losa} (kg)	Distancia al centro de la losa (m)	W _{losa} * Dist
	1	152550.00	7.50	1144125.00
	2	10950.00	2.50	27375.00
	3	10950.00	12.50	136875.00
	4	7288.50	7.50	54663.75
	5	102800.00	20.00	2056000.00
	6	51400.00	20.00	1028000.00
	7	13414.06	16.79	225188.59
	8	13414.06	23.21	311373.95
	9	3735.55	20.00	74710.93
	10	539700.00	42.50	22937250.00
	11	3735.55	26.79	100065.95
	12	3735.55	36.79	137421.41
	13	3735.55	43.21	161422.30
	14	3735.55	53.21	198777.76
	15	1867.77	29.79	55636.29
	16	1867.77	50.71	94719.45
	17	3735.55	40.00	149421.86
	Muro	164782.50	37.50	6179343.75
	ΣW _{losa}	1093397.95	ΣW _{losa} * Dist	35072370.99

Fuente: elaboración propia.

$$C_{mX} = \frac{\sum W_{losa} * Dist}{\sum W_{losa}}$$

$$C_{mX1n} = 35072370.99 \text{ kg} \cdot \text{m} / 1093397.95 \text{ kg}$$

$$C_{mX1n} = 32.08 \text{ m}$$

Tabla 20. **Análisis del centro de masa del nivel 1 en el sentido Y**

Primer nivel	Losa	W _{losa} (kg)	Distancia al centro de la losa (m)	W _{losa} * Dist
	1	152550.00	7.50	1144125.00
	2	10950.00	17.50	191625.00
	3	10950.00	17.50	191625.00
	4	7288.50	16.08	117162.64
	5	102800.00	5.00	514000.00
	6	51400.00	17.50	899500.00
	7	13414.06	13.18	176730.29
	8	13414.06	13.18	176730.29
	9	3735.55	14.36	53651.79
	10	539700.00	12.50	6746250.00
	11	3735.55	3.18	11860.36
	12	3735.55	3.18	11860.36
	13	3735.55	3.18	11860.36
	14	3735.55	3.18	11860.36
	15	1867.77	4.36	8148.16
	16	1867.77	4.36	8148.16
	17	3735.55	4.36	16296.32
	Muro	164782.50	10.00	1647825.00
	ΣW _{losa}	1093397.95	ΣW _{losa} * Dist	11939259.08

Fuente: elaboración propia.

$$C_{my} = \Sigma W_{losa} * Dist / \Sigma W_{losa}$$

$$C_{my1n} = 11939259.08 \text{ kg} \cdot \text{m} / 1093397.95 \text{ kg}$$

$$C_{my1n} = 10.92 \text{ m}$$

b. Determinación del centro de rigidez

Se calculará la rigidez de cada marco dependiendo del número de columnas que existan en el mismo. La suma total de los productos de la rigidez por la distancia perpendicular al marco en análisis desde el origen (0,0) dividido dentro de la sumatoria de las rigideces en análisis, dan como resultado la posición del centro de rigidez.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y, por lo tanto, la ecuación de rigidez a utilizarse será:

Voladizo: este se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios de varios niveles. La ecuación para determinar la rigidez será:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + 1.2 \frac{Ph}{AG}}$$

Doblemente empotrado: esta aplica a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios de varios niveles, su fórmula de rigidez es:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + 1.2 \frac{Ph}{AG}}$$

Donde:

P= carga asumida, generalmente 10000 kg

h = altura del muro o columna analizado

E = módulo de elasticidad del concreto $E = 15100(f'c)^{1/2}$

I = inercia del elemento $I = 1/2bh^3$

A = sección transversal del muro o columna analizado

G = módulo de rigidez $G = 0.4E$

El cálculo de rigidez para el segundo y primer nivel se presenta en las tablas 21-24.

Primero se determina E, I, A y G; que serán los mismos para ambos niveles.

$$A = 35 \text{ cm} * 35 \text{ cm} = 1225 \text{ cm}^2$$

$$E = 15100 (280 \text{ kg/cm}^2)^{1/2} = 252671.328$$

$$I = 1/12 (35 \text{ cm}) (35 \text{ cm})^3 = 125052.083 \text{ cm}^4$$

$$G = 0.4 * 252671.328 = 101068.531$$

$$P = 10000 \text{ kg}$$

$$h_2 = 300 \text{ cm}$$

$$h_1 = 520 \text{ cm}$$

Sustituyendo valores en las ecuaciones para K_2 del segundo nivel y K_1 del primer nivel:

$$K_2 = \frac{1}{\frac{10\,000 \text{ kg} * (300 \text{ cm})^3}{3 * 252\,671.328 * 125\,052.083 \text{ cm}^4} + 1.2 \frac{10\,000 * 300 \text{ cm}}{1\,225 \text{ cm}^2 * 101\,068.531}}$$

$$K_1 = \frac{1}{\frac{10\,000 \text{ kg} * (520 \text{ cm})^3}{12 * 252\,671.328 * 125\,052.083 \text{ cm}^4} + 1.2 \frac{10\,000 * 520 \text{ cm}}{1\,225 \text{ cm}^2 * 101\,068.531}}$$

$$K_2 = 0.35$$

$$K_1 = 0.27$$

Tabla 21. **Análisis del centro de rigidez del nivel 2 en el sentido X**

Segundo nivel	Marco	K ₂	#columnas	K _{marco}	L	K _{marco} *L
	1	0.35	5	1.74	0	0.00
	2	0.35	5	1.74	5	8.69
	3	0.35	5	1.74	10	17.38
	4	0.35	5	1.74	15	26.06
	5	0.35	5	1.74	20	34.75
	6	0.35	5	1.74	25	43.44
	7	0.35	5	1.74	30	52.13
	8	0.35	5	1.74	35	60.82
	9	0.35	5	1.74	40	69.51
	10	0.35	5	1.74	45	78.19
	11	0.35	5	1.74	50	86.88
	12	0.35	5	1.74	55	95.57
	13	0.35	5	1.74	60	104.26
	14	0.35	5	1.74	75	130.32
	ΣK _{marco}			24.33	ΣK _{marco} * L	808.01

Fuente: elaboración propia.

$$C_{RX} = \Sigma K_{marco} * L / \Sigma K_{marco}$$

$$C_{RX2n} = 808.01 \text{ kg*m} / 24.33 \text{ kg}$$

$$C_{RX2n} = 33.21 \text{ m}$$

Tabla 22. **Análisis del centro de rigidez del nivel 2 en el sentido Y**

Segundo nivel	Marco	K ₂	#columnas	K _{marco}	L	K _{marco} *L
	A	0.35	16	5.56	0	0.00
	B	0.35	13	4.52	5	22.59
	C	0.35	13	4.52	10	45.18
	D	0.35	13	4.52	15	67.77
	E	0.35	16	5.56	20	111.21
	ΣK _{marco}			24.67	ΣK _{marco} * L	246.75

Fuente: elaboración propia.

$$C_{RY} = \Sigma K_{marco} * L / \Sigma K_{marco}$$

$$C_{RY2n} = 246.75 \text{ kg*m} / 24.67 \text{ kg}$$

$$C_{RY2n} = 10.00 \text{ m}$$

Tabla 23. **Análisis del centro de rigidez del nivel 1 en el sentido X**

	Marco	K ₂	#columnas	K _{marco}	L	K _{marco} *L
Primer nivel	1	0.27	5	1.33	0	0.00
	2	0.27	5	1.33	5	6.65
	3	0.27	5	1.33	10	13.30
	4	0.27	5	1.33	15	19.95
	5	0.27	5	1.33	20	26.60
	6	0.27	5	1.33	25	33.26
	7	0.27	5	1.33	30	39.91
	8	0.27	5	1.33	35	46.56
	9	0.27	5	1.33	40	53.21
	10	0.27	5	1.33	45	59.86
	11	0.27	5	1.33	50	66.51
	12	0.27	5	1.33	55	73.16
	13	0.27	5	1.33	60	79.81
	14	0.27	5	1.33	75	99.77
	ΣK_{marco}			18.62	$\Sigma K_{marco} * L$	618.56

Fuente: elaboración propia.

$$C_{RX} = \Sigma K_{marco} * L / \Sigma K_{marco}$$

$$C_{RX1n} = 618.56 \text{ kg*m} / 18.62 \text{ kg}$$

$$C_{RX1n} = 33.21 \text{ m}$$

Tabla 24. **Análisis del centro de rigidez del nivel 1 en el sentido Y**

	Marco	K ₂	#columnas	K _{marco}	L	K _{marco} *L
Primer nivel	A	0.27	16	4.26	0	0.00
	B	0.27	13	3.46	5	17.29
	C	0.27	13	3.46	10	34.59
	D	0.27	13	3.46	15	51.88
	E	0.27	16	4.26	20	85.13
	ΣK_{marco}			18.89	$\Sigma K_{marco} * L$	188.89

Fuente: elaboración propia.

$$C_{RY} = \Sigma K_{marco} * L / \Sigma K_{marco}$$

$$C_{RY1n} = 188.89 \text{ kg*m} / 18.89 \text{ kg}$$

$$C_{RY1n} = 10.00 \text{ m}$$

c. Cálculo de excentricidad

Determinados los centros de masa y de rigidez, se procede a calcular las excentricidades directas para cada nivel y eje coordenado; al mismo tiempo se determinará la excentricidad mínima.

La excentricidad directa (e) está dada por la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez:

$$e = |C_m - C_R|$$

Donde:

e: excentricidad, donde $e_{\min} = 0.05B$

B: base perpendicular al sentido que se analiza

C_m : centro de masa

C_R : centro de rigidez

En el caso que la excentricidad directa sea igual a cero, se tomará la excentricidad mínima como la excentricidad de diseño e_d y en el caso que la excentricidad directa sea diferente de cero, se comparará con la excentricidad mínima y se tomará como la excentricidad de diseño la mayor entre las dos.

$$C_{mX_{2n}} = 34.59 \text{ m}; C_{RX_{2n}} = 32.08 \text{ m}$$

$$C_{mY_{2n}} = 10.03 \text{ m}; C_{RY_{2n}} = 10.00 \text{ m}$$

$$C_{mX_{1n}} = 32.08 \text{ m}; C_{RX_{1n}} = 33.21 \text{ m}$$

$$C_{mY_{1n}} = 10.92 \text{ m}; C_{RY_{1n}} = 10.00 \text{ m}$$

$e_{x2n} = 34.59 \text{ m} - 33.21 \text{ m} = 1.38 \text{ m}$	$e_{\min} = 0.05 * 20 \text{ m} = 1.00 \text{ m}$
$e_{y2n} = 10.03 \text{ m} - 10.00 \text{ m} = 0.03 \text{ m}$	$e_{\min} = 0.05 * 75 \text{ m} = 3.75 \text{ m}$
$e_{x1n} = 32.08 \text{ m} - 33.21 \text{ m} = 1.13 \text{ m}$	$e_{\min} = 0.05 * 20 \text{ m} = 1.00 \text{ m}$
$e_{y1n} = 10.92 \text{ m} - 10.00 \text{ m} = 0.92 \text{ m}$	$e_{\min} = 0.05 * 75 \text{ m} = 3.75 \text{ m}$

d. Fuerzas por torsión

Habiendo determinado la excentricidad de diseño por medio de la comparación de e y $e_{\min}$, se determinan las fuerzas torsionantes en cada marco de la estructura con las siguientes fórmulas:

$$F_M = F_M' \pm F_M''$$

$$F_M' = (K_m * F_{ni}) / \sum K_m$$

$$F_M'' = (e * F_{ni}) / G_i$$

$$G_i = \sum K_m * L^2 / K_m * L$$

Donde:

- F_M : fuerza por marco
- F_M' : fuerza proporcional a la rigidez o traslacional
- F_M'' : fuerza de torsión o rotacional
- F_{ni} : fuerza por nivel
- G_i : módulo de rigidez
- K_m : rigidez de marco
- L_i : distancia de C_R a cada marco considerado

Se puede explicar que el cálculo de la fuerza horizontal que llegará a cada marco cuando se obtiene una excentricidad directa igual a cero se realiza por medio de la suma de valores absolutos de la fuerza por torsión y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos. En el caso contrario que la

excentricidad directa sea diferente de cero y la fuerza del marco sea menor que la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos se debe de tomar esta última como la fuerza del marco.

En las tablas 25-30 se da a conocer el resultado de utilizar las fórmulas anteriormente descritas para cada nivel y sentido de la estructura.

Tabla 25. Análisis de fuerzas por marco del segundo nivel en el sentido X

Marco	Km	L	Km*L	(Km*L) ²	Gi	e	F _{n2}	F _{M'}	F _{M''}	F _M
1	1.74	-33.21	-57.71	3330.16	-336.46	1.38	62567.38	4469.10	-255.74	4213.35
2	1.74	-28.21	-49.02	2402.89	-396.09	1.38	62567.38	4469.10	-217.24	4251.86
3	1.74	-23.21	-40.33	1626.59	-481.42	1.38	62567.38	4469.10	-178.74	4290.36
4	1.74	-18.21	-31.64	1001.26	-613.60	1.38	62567.38	4469.10	-140.23	4328.87
5	1.74	-13.21	-22.95	526.91	-845.85	1.38	62567.38	4469.10	-101.73	4367.37
6	1.74	-8.21	-14.27	203.52	-1360.99	1.38	62567.38	4469.10	-63.22	4405.88
7	1.74	-3.21	-5.58	31.11	-3480.92	1.38	62567.38	4469.10	-24.72	4444.38
8	1.74	1.79	3.11	9.67	6242.31	1.38	62567.38	4469.10	13.78	4482.88
9	1.74	6.79	11.80	139.21	1645.62	1.38	62567.38	4469.10	52.29	4521.39
10	1.74	11.79	20.49	419.72	947.73	1.38	62567.38	4469.10	90.79	4559.89
11	1.74	16.79	29.18	851.19	665.50	1.38	62567.38	4469.10	129.30	4598.40
12	1.74	21.79	37.86	1433.64	512.79	1.38	62567.38	4469.10	167.80	4636.90
13	1.74	26.79	46.55	2167.07	417.09	1.38	62567.38	4469.10	206.30	4675.40
14	1.74	41.79	72.62	5273.17	267.38	1.38	62567.38	4469.10	321.82	4790.92
ΣK _m	24.33		ΣK _m * L	19416.10						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. Análisis de fuerzas por marco del segundo nivel en el sentido Y

Marco	K _m	L	K _m *L	(K _m *L) ²	G _i	e	F _{n2}	F _M '	F _M ''	F _M
A	5.56	10	55.60	3091.91	129.56	3.75	62567.38	14099.69	1810.90	15910.60
B	4.52	5	22.59	510.29	318.93	3.75	62567.38	11456.00	735.68	12191.68
C	4.52	0	0.00	0.00	0.00	3.75	62567.38	11456.00	0.00	11456.00
D	4.52	-5	-22.59	510.29	-318.93	3.75	62567.38	11456.00	-735.68	10720.32
E	5.56	-10	-55.60	3091.91	-129.56	3.75	62567.38	14099.69	-1810.90	12288.79
ΣK _m	24.67	ΣK _m * L	7204.39							

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. Análisis de fuerzas por marco del primer nivel en el sentido X

Marco	K _m	L	K _m *L	(K _m *L) ²	G _i	e	F _{n1}	F _M '	F _M ''	F _M
1	1.33	-33.21	-44.18	1951.59	-257.57	1.14	138500.39	9892.89	-611.82	9281.07
2	1.33	-28.21	-37.53	1408.18	-303.22	1.14	138500.39	9892.89	-519.71	9373.18
3	1.33	-23.21	-30.87	953.24	-368.54	1.14	138500.39	9892.89	-427.59	9465.29
4	1.33	-18.21	-24.22	586.77	-469.73	1.14	138500.39	9892.89	-335.48	9557.41
5	1.33	-13.21	-17.57	308.79	-647.53	1.14	138500.39	9892.89	-243.36	9649.52
6	1.33	-8.21	-10.92	119.27	-1041.88	1.14	138500.39	9892.89	-151.25	9741.63
7	1.33	-3.21	-4.27	18.23	-2664.74	1.14	138500.39	9892.89	-59.14	9833.75
8	1.33	1.79	2.38	5.67	4778.67	1.14	138500.39	9892.89	32.98	9925.86
9	1.33	6.79	9.03	81.58	1259.77	1.14	138500.39	9892.89	125.09	10017.98
10	1.33	11.79	15.68	245.97	725.52	1.14	138500.39	9892.89	217.20	10110.09
11	1.33	16.79	22.33	498.83	509.46	1.14	138500.39	9892.89	309.32	10202.20
12	1.33	21.79	28.99	840.17	392.56	1.14	138500.39	9892.89	401.43	10294.32
13	1.33	26.79	35.64	1269.98	319.29	1.14	138500.39	9892.89	493.54	10386.43
14	1.33	41.79	55.59	3090.26	204.69	1.14	138500.39	9892.89	769.89	10662.77
ΣK _m	18.62	ΣK _m * L	11378.52							

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. Análisis de fuerzas por marco del primer nivel en el sentido Y

Marco	K_m	L	$K_m * L$	$(K_m * L)^2$	G_i	e	F_{n1}	F_M'	F_M''	F_M
A	4.26	10	42.57	1811.97	99.18	3.75	138500.39	31211.36	5236.44	36447.80
B	3.46	5	17.29	299.05	244.15	3.75	138500.39	25359.23	2127.31	27486.53
C	3.46	0	0.00	0.00	0.00	3.75	138500.39	25359.23	0.00	25359.23
D	3.46	-5	-17.29	299.05	-244.15	3.75	138500.39	25359.23	-2127.31	23231.92
E	4.26	-10	-42.57	1811.97	-99.18	3.75	138500.39	31211.36	-5236.44	25974.91
ΣK_m	18.89		$\Sigma K_m * L$	4222.03						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. Fuerzas por marco en sentido X

Marco	Fm 2do nivel	Fm 1er nivel
1	4469.10	9892.89
2	4469.10	9892.89
3	4469.10	9892.89
4	4469.10	9892.89
5	4469.10	9892.89
6	4469.10	9892.89
7	4469.10	9892.89
8	4482.88	9925.86
9	4521.39	10017.98
10	4559.89	10110.09
11	4598.40	10202.20
12	4636.90	10294.32
13	4675.40	10386.43
14	4790.92	10662.77

Fuente: elaboración propia.

Tabla 30. Fuerzas por marco en sentido Y

Marco	Fm 2do nivel	Fm 1er nivel
A	15910.60	36447.80
B	12191.68	27486.53
C	11456.00	25359.23
D	11456.00	25359.23
E	14099.69	31211.36

Fuente: elaboración propia.

2.2.6 Análisis de marcos dúctiles utilizando ETABS y comprobación por medio del método Kani con ladeo

A través del método Kani, se determinaron los momentos en cada elemento de la estructura, es decir, las fuerzas internas que se produjeron en vigas y columnas debido a las cargas externas. Luego, se hizo un análisis con el programa ETABS y se compararon los resultados obtenidos de ambos análisis, el cual mostró una variación mínima del método Kani con ladeo. Para el diseño se tomaron los resultados de este último método, por ser un método más conservador.

A continuación, se presentan los pasos a seguir para realizar el análisis estructural por medio del método Kani.

El cálculo de momentos fijos (MF_{ik}), cuando existen cargas verticales.

$$MF_{ik} = \frac{WL^2}{12}$$

Cuando hay cargas verticales se realiza el cálculo de momentos de sujeción (M_s).

$$M_s = \sum MF$$

Determinación de las fuerzas de sujeción (H), cuando se hace el análisis de las fuerzas horizontales al marco dúctil (Fm_n) con nudos rígidos.

$$H = Fm_n$$

Para la fuerza cortante en el piso (Q_n), se realiza el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$Q_n = \sum H$$

El cálculo de momentos de piso (M_n), cuando se hace el análisis por carga sísmica.

$$M_n = \frac{Q_n * h_n}{3}$$

Las rigideces de los elementos (K_{ik}), se obtienen determinando la inercia del elemento y dividiéndola dentro de su longitud.

$$K_{ik} = I / L_{ik}$$

Para el cálculo del factor de giro (μ_{ik})

$$\mu_{ik} = -0.5 * \left[\frac{K_{ik}}{\sum K_{in}} \right]$$

Los factores de corrimiento (v_{ik}), estos se determinan cuando la estructura a analizar se ve afectada por asimetría o bien cuando existen cargas laterales o sísmicas.

$$v_{ik} = -1.5 * \left[\frac{K_{ik}}{\sum K_{in}} \right]$$

El cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik})

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(Ms + \sum M'_{in} \right); \quad \text{sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(Ms + \sum (M'_{ni} + M''_{in}) \right); \quad \text{con ladeo}$$

Las influencias de desplazamiento (M''_{ik}) se determinan cuando hay cargas laterales en la estructura.

$$M''_{ik} = v_{ik} \left(\sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right); \quad \text{sin ladeo}$$

$$M''_{ik} = v_{ik} \left(Mn + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right); \quad \text{con ladeo}$$

El cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki}; \quad \text{sin ladeo}$$

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}; \quad \text{con ladeo}$$

Los momentos positivos en las vigas (+ M_{ik})

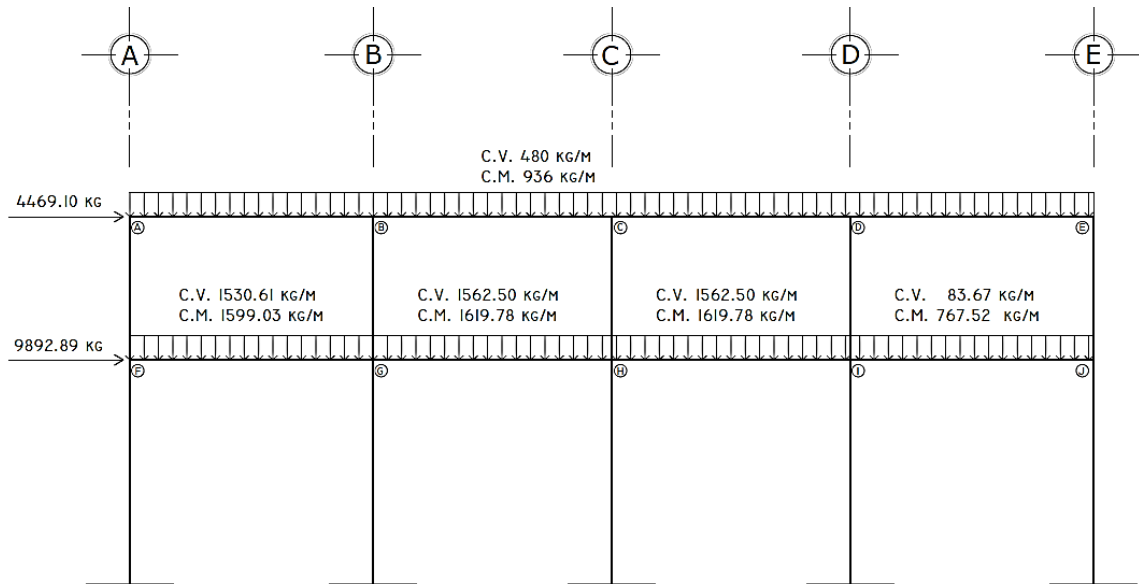
$$M_{ik} = \frac{WL^2}{8} - \left(\frac{M_{i(-)} + M_{k(-)}}{2} \right)$$

$M_{i(-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo izquierdo

$M_{k(-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo derecho

En la figura 6 se presentan las cargas que actuarán en el marco ductil.

Figura 6. **Carga muerta, carga viva y carga sísmica en el marco 7**



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran las tablas resumen 31-35 del cálculo del método Kani con y sin ladeo para el marco 7 de la estructura. Se analizará primero la carga muerta en la estructura, luego la viva y por último la carga de sismo utilizando Kani con ladeo. En las figuras 7-9 se presentan las iteraciones del análisis de la carga muerta, los momentos en vigas y los momentos en columnas respectivamente.

Tabla 31. **Análisis de carga muerta en vigas del marco 7**

Viga	CM	L	Sentido	M _{fijo}	M _{sujeción}
A-B	936.00	5.10	(-)	2028.78	-2028.78
B-A	936.00	5.10	(+)	2028.78	1278.78
B-C	360.00	5.00	(-)	750.00	
C-B	360.00	5.00	(+)	750.00	0.00
C-D	360.00	5.00	(-)	750.00	
D-C	360.00	5.00	(+)	750.00	-1278.78
D-E	936.00	5.10	(-)	2028.78	
E-D	936.00	5.10	(+)	2028.78	2028.78
F-G	1599.03	5.10	(-)	3465.90	-3465.90
G-F	1599.03	5.10	(+)	3465.90	91.36
G-H	1619.78	5.00	(-)	3374.54	
H-G	1619.78	5.00	(+)	3374.54	0.00
H-I	1619.78	5.00	(-)	3374.54	
I-H	1619.78	5.00	(+)	3374.54	1710.94
I-J	767.52	5.10	(-)	1663.60	
J-I	767.52	5.10	(+)	1663.60	1663.60

Fuente: elaboración propia.

Tabla 32. **Rigidez en vigas del marco 7**

Viga	b	h	Inercia	L	K
A-B	0.2	0.4	0.001067	5.10	0.000209
B-A	0.2	0.4	0.001067	5.10	0.000209
B-C	0.2	0.4	0.001067	5.00	0.000213
C-B	0.2	0.4	0.001067	5.00	0.000213
C-D	0.2	0.4	0.001067	5.00	0.000213
D-C	0.2	0.4	0.001067	5.00	0.000213
D-E	0.2	0.4	0.001067	5.10	0.000209
E-D	0.2	0.4	0.001067	5.10	0.000209
F-G	0.2	0.4	0.001067	5.10	0.000209
G-F	0.2	0.4	0.001067	5.10	0.000209
G-H	0.2	0.4	0.001067	5.00	0.000213
H-G	0.2	0.4	0.001067	5.00	0.000213
H-I	0.2	0.4	0.001067	5.00	0.000213
I-H	0.2	0.4	0.001067	5.00	0.000213
I-J	0.2	0.4	0.001067	5.10	0.000209
J-I	0.2	0.4	0.001067	5.10	0.000209

Fuente: elaboración propia.

Tabla 33. Rigidez en columnas del marco 7

Columna	b	h	Inercia	L	K
A-F	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
F-A	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
B-G	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
G-B	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
C-H	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
H-C	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
D-I	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
I-D	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
E-J	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
J-E	0.35	0.35	0.00125052	3.00	0.00041684
F-K	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
K-F	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
G-L	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
L-G	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
H-M	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
M-H	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
I-N	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
N-I	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
J-O	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185
O-J	0.35	0.35	0.00125052	4.60	0.00027185

Fuente: elaboración propia.

Tabla 34. Factor de giro en columnas

Columna	Factor
A-F	-0.33294
F-A	-0.23213
B-G	-0.24832
G-B	-0.18757
C-H	-0.24709
H-C	-0.18686
D-I	-0.24832
I-D	-0.18757
E-J	-0.33294
J-E	-0.23213
F-K	-0.15139
K-F	0.00000
G-L	-0.12233
L-G	0.00000
H-M	-0.12187
M-H	0.00000
I-N	-0.12233
N-I	0.00000
J-O	-0.15139
O-J	0.00000

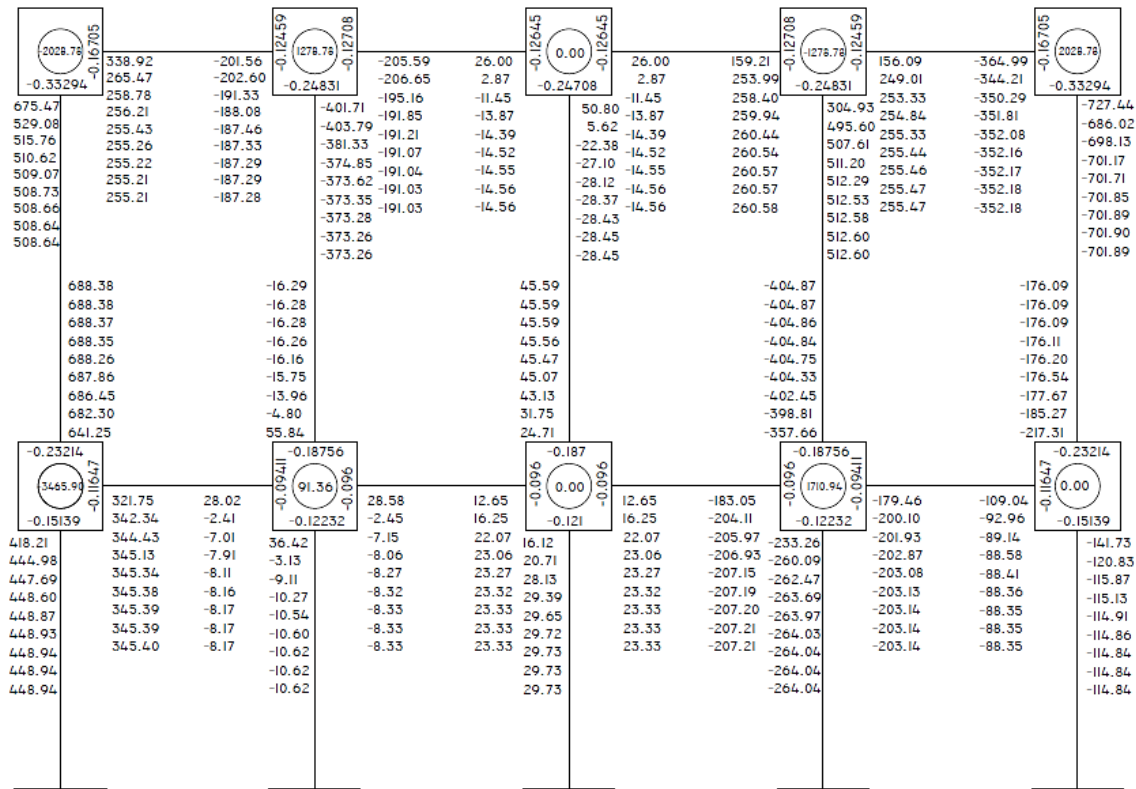
Fuente: elaboración propia.

Tabla 35. Factor de giro en vigas

Viga	Factor
A-B	-0.16706
B-A	-0.12459
B-C	-0.12709
C-B	-0.12646
C-D	-0.12646
D-C	-0.12709
D-E	-0.12459
E-D	-0.16706
F-G	-0.11647
G-F	-0.09411
G-H	-0.09599
H-G	-0.09563
H-I	-0.09563
I-H	-0.09599
I-J	-0.09411
J-I	-0.11647

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Análisis de la carga muerta por el método Kani del marco 7



Fuente: elaboración propia.

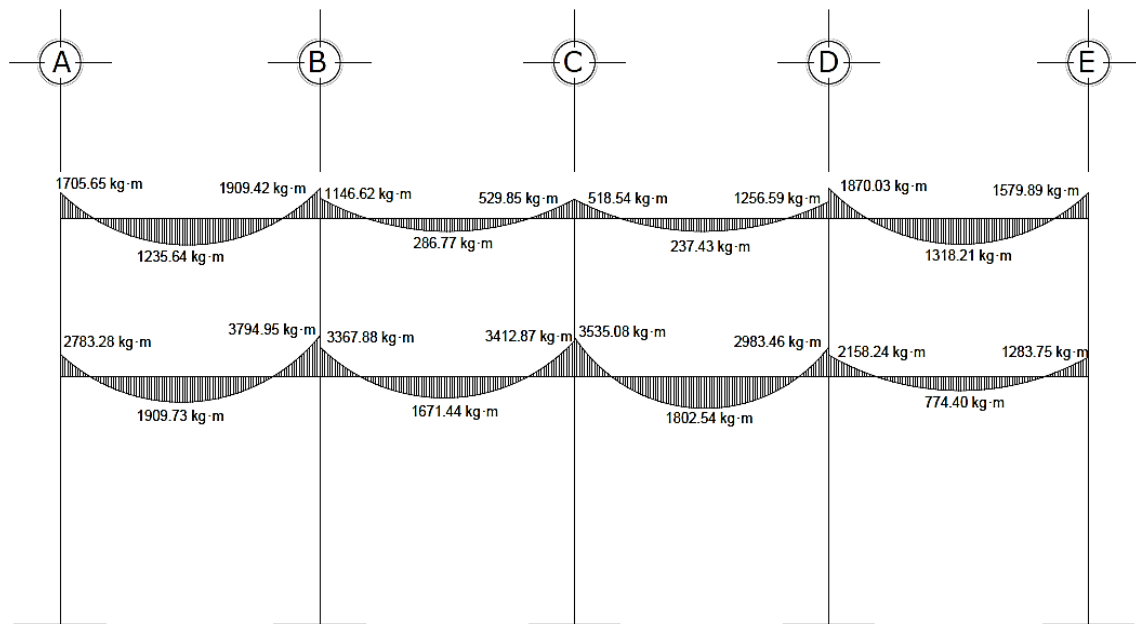
Las iteraciones se realizan hasta que los valores de momentos comienzan a ser repetitivos o cuando existen variaciones mínimas. Luego se calculan los momentos finales negativos y el momento final positivo en cada elemento. Se muestra el cálculo de los momentos finales de la viga A-B del segundo nivel:

$$M_{A-B} = -2\,028.79 + 2(255.21) + (-187.28) = -1\,705.65 \text{ kg/m}$$

$$M_{B-A} = 2\,028.79 + 2(-187.28) + (255.21) = 1\,909.42 \text{ kg/m}$$

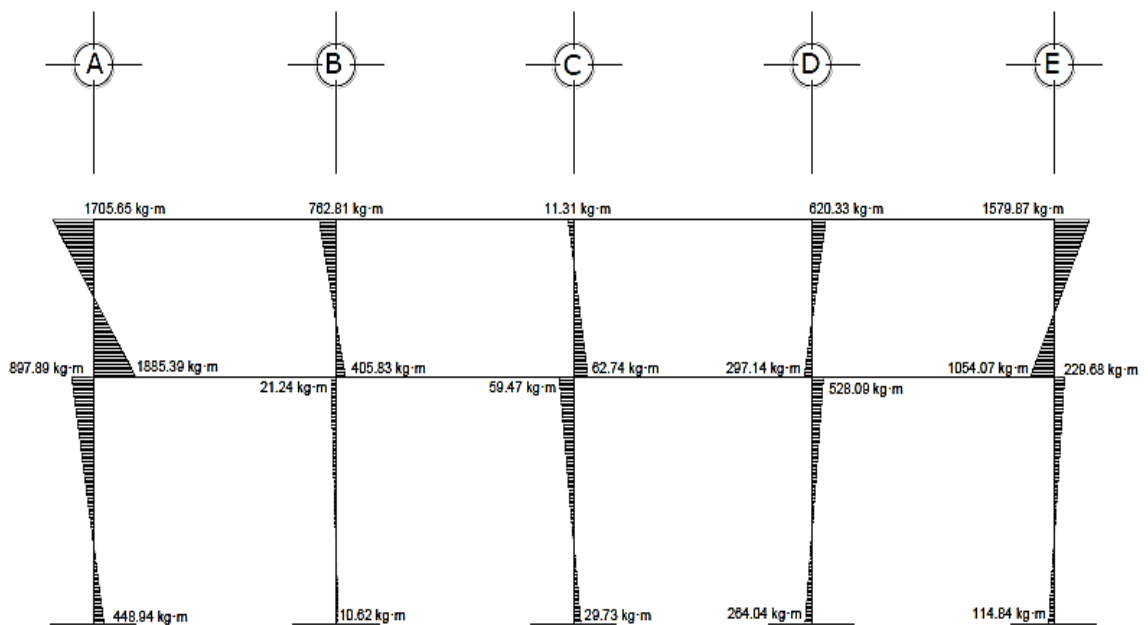
$$M_{+AB} = \frac{936(5.10)^2}{8} - \left(\frac{1\,705.65 + 1\,909.42}{2} \right) = 1\,235.64 \text{ kg/m}$$

Figura 8. Momentos en vigas por carga muerta en el marco 7



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Momentos en columnas por carga muerta en el marco 7



Fuente: elaboración propia.

Como la estructura es homogénea se tendrán los mismos valores de rigidez para los tres análisis con la excepción que, para el análisis del método Kani con ladeo debido a carga sísmica, se calcularán los factores de desplazamiento para las columnas.

El análisis de carga viva se presenta en la tabla 36 para los momentos fijos y momentos de sujeción.

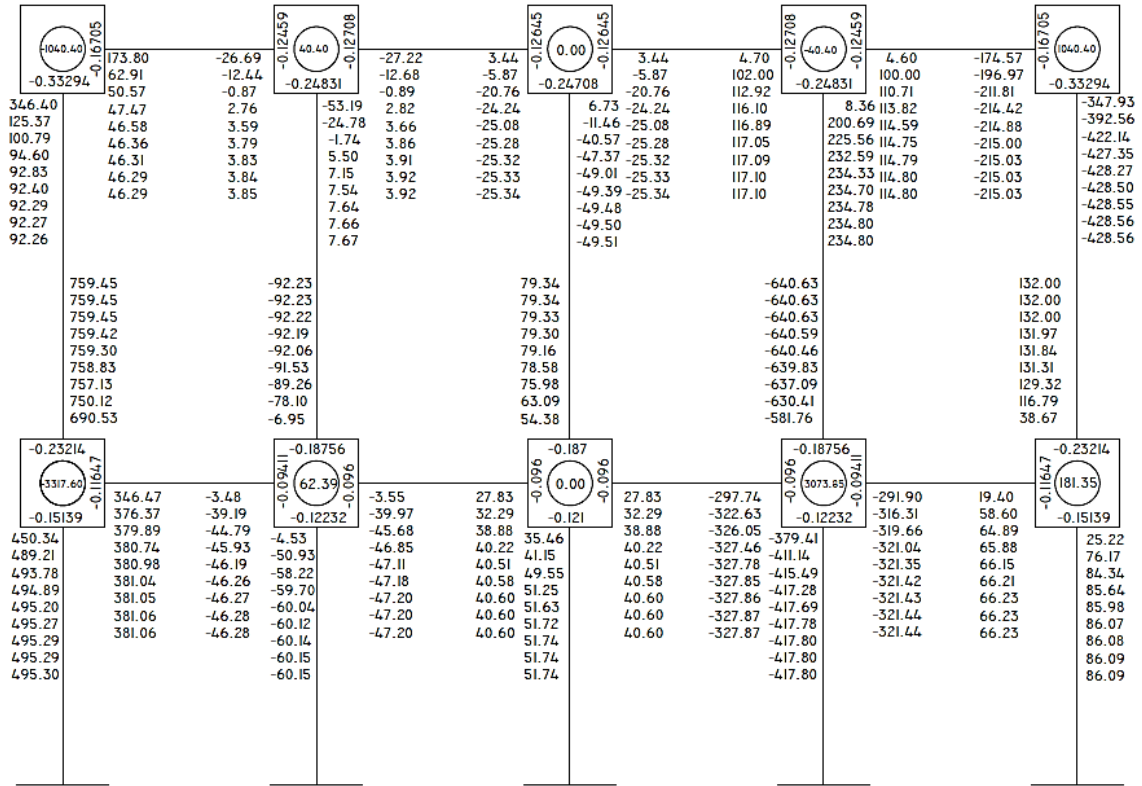
Tabla 36. **Marco 7, análisis de carga viva**

Viga	W	L	Sentido	M _{fijo}	M _{sujeción}
A-B	480.00	5.10	(-)	1040.40	-1040.40
B-A	480.00	5.10	(+)	1040.40	40.40
B-C	480.00	5.00	(-)	1000.00	
C-B	480.00	5.00	(+)	1000.00	0.00
C-D	480.00	5.00	(-)	1000.00	
D-C	480.00	5.00	(+)	1000.00	-40.40
D-E	480.00	5.10	(-)	1040.40	
E-D	480.00	5.10	(+)	1040.40	1040.40
F-G	1530.61	5.10	(-)	3317.60	-3317.60
G-F	1530.61	5.10	(+)	3317.60	62.39
G-H	1562.50	5.00	(-)	3255.21	
H-G	1562.50	5.00	(+)	3255.21	0.00
H-I	1562.50	5.00	(-)	3255.21	
I-H	1562.50	5.00	(+)	3255.21	3073.85
I-J	83.67	5.10	(-)	181.35	
J-I	83.67	5.10	(+)	181.35	181.35

Fuente: elaboración propia.

Ahora, se procede a realizar las iteraciones necesarias, como se muestra en la figura 10. En las figuras 11 y 12 se obtienen los momentos en vigas y columnas respectivamente.

Figura 10. **Análisis de la carga viva por el método Kani del marco 7**



Fuente: elaboración propia.

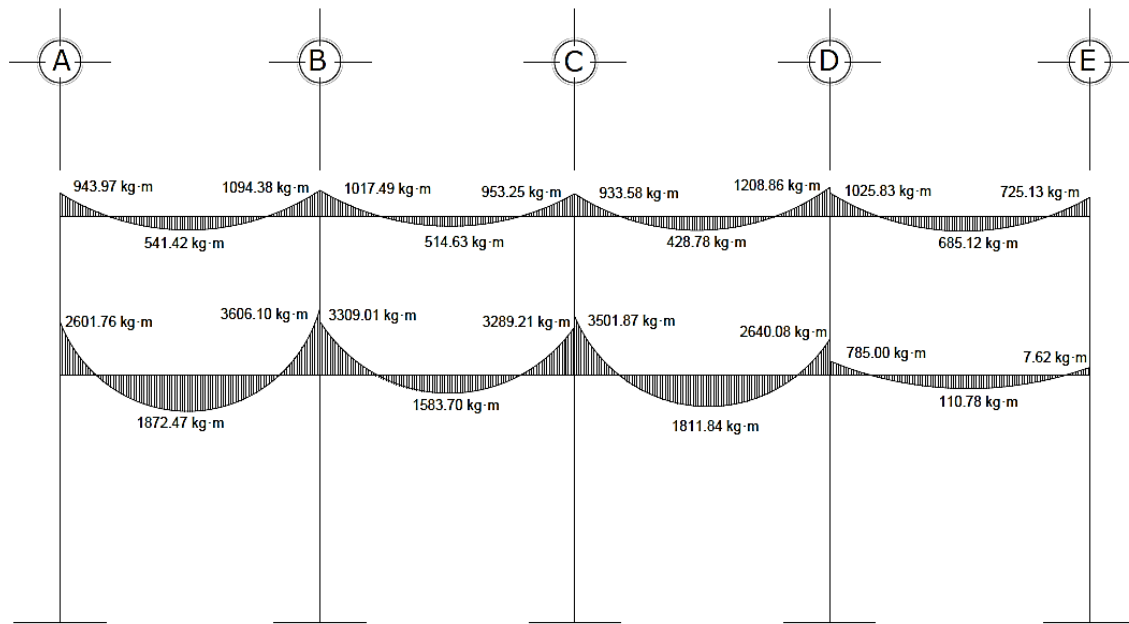
Las iteraciones se realizan hasta que los valores de momentos comienzan a ser repetitivos o cuando existen variaciones mínimas. Luego se calculan los momentos finales negativos y el momento final positivo en cada elemento. Se muestra el cálculo de los momentos finales de la viga A-B del segundo nivel:

$$M_{A-B} = -1\,040.40 + 2(46.29) + (3.85) = -943.97 \text{ kg/m}$$

$$M_{B-A} = 1\,040.40 + 2(3.85) + (46.29) = 1\,094.38 \text{ kg/m}$$

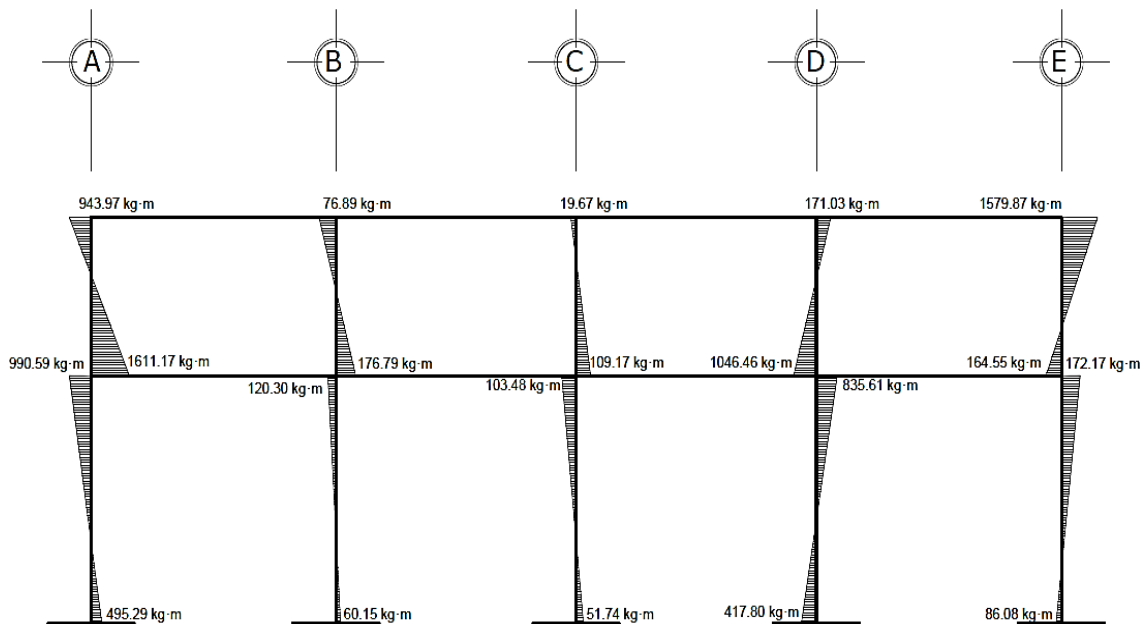
$$M_{+AB} = \frac{480(5.10)^2}{8} - \left(\frac{943.97 + 1\,094.38}{2} \right) = 541.42 \text{ kg/m}$$

Figura 11. Momentos en vigas por carga viva en el marco 7



Fuente: elaboración propia.

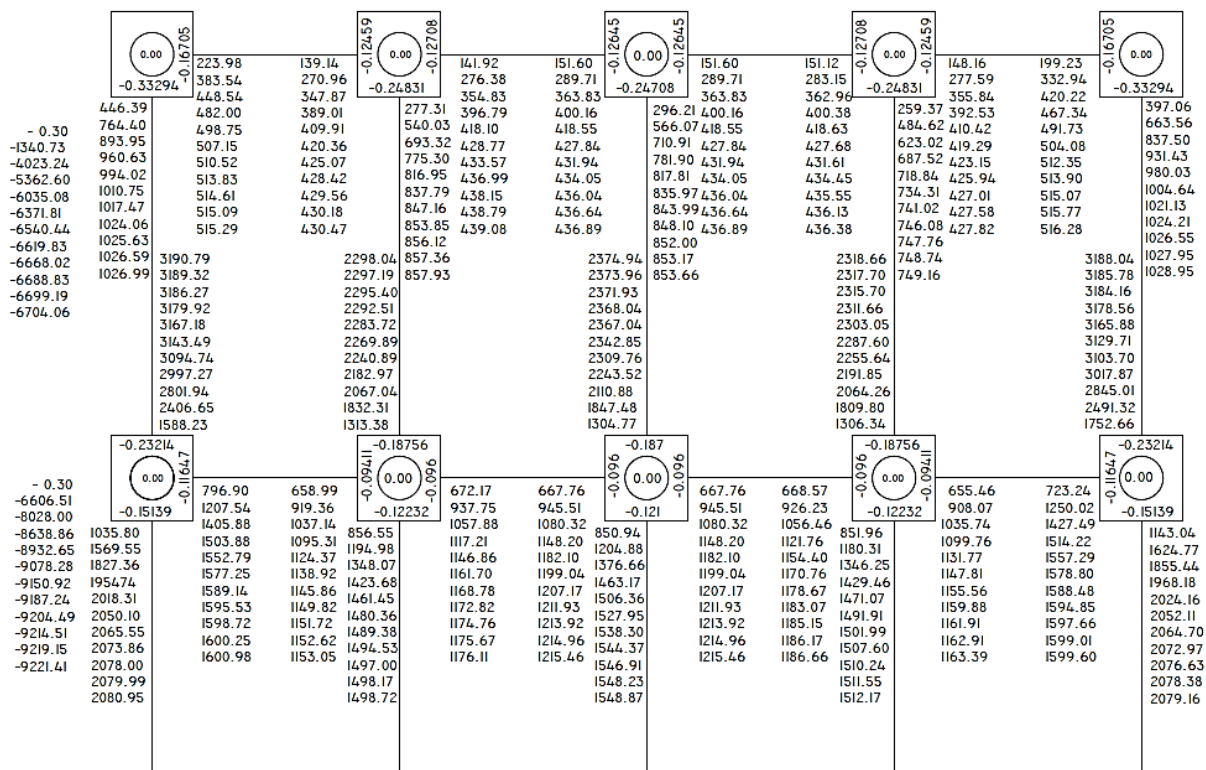
Figura 12. Momentos en columnas por carga viva en el marco 7



Fuente: elaboración propia.

Para el análisis del método Kani con ladeo debido a la carga de sismo, únicamente se usarán las fuerzas cortantes en cada nivel para calcular los momentos de piso para hacer las iteraciones (Ver figura 13). Como se menciona anteriormente, en este método se calculan factores de corrimiento para las columnas, los cuales tienen un valor de -0.3 para los dos niveles. El momento de piso para el segundo nivel es de 4469.10 kg-m y para el primero 22071.70 kg-m.

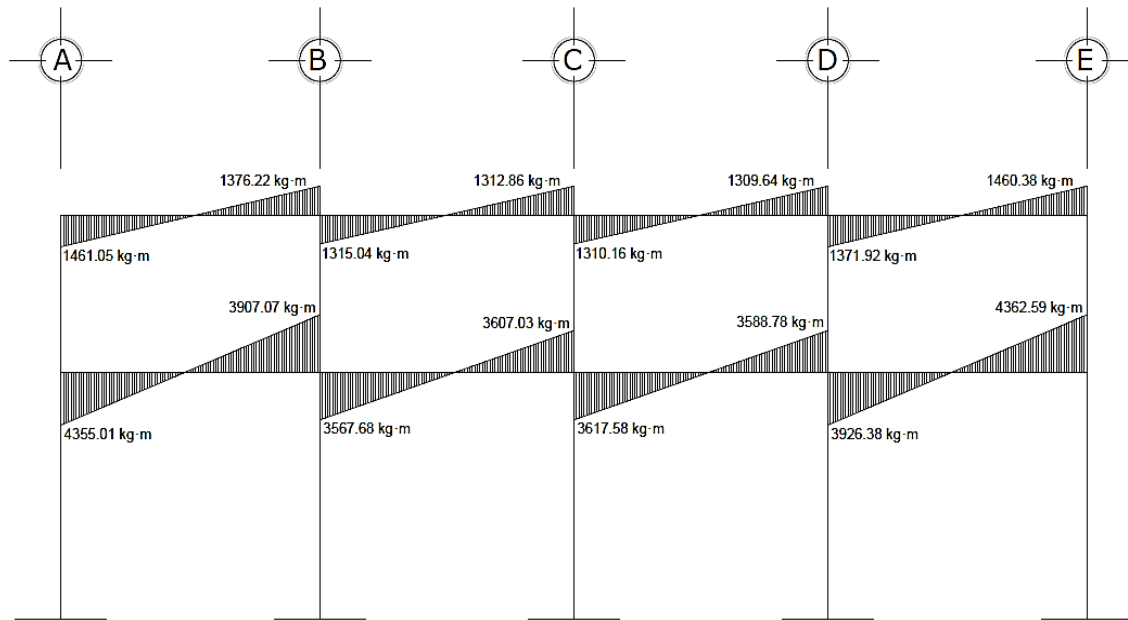
Figura 13. **Análisis de carga sísmica por el método Kani con ladeo del marco 7**



Fuente: elaboración propia.

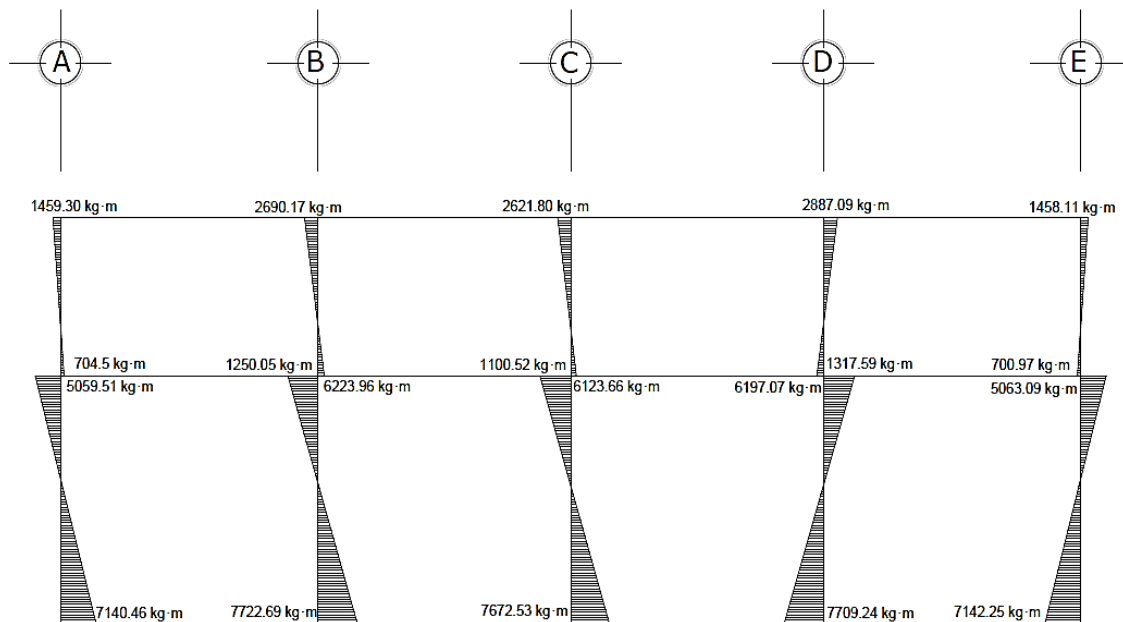
En las figuras 14 y 15 se obtienen los momentos por carga sísmica en vigas y columnas respectivamente.

Figura 14. **Momentos en vigas por carga sísmica en el marco 7**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Momentos en columnas por carga sísmica en el marco 7**



Fuente: elaboración propia.

2.2.7 Momentos últimos por envolvente de momentos

La representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva y de sismo; que resultan de las combinaciones dadas en el código ACI 318S-11 para el diseño del concreto estructural, se grafican en la envolvente de momentos. Se utilizarán las ecuaciones dispuestas dadas en el apéndice C sección C.9.2 del código ACI 318S-11.

$$M = 1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}$$

$$M = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) + 1.0M_{CS}$$

$$M = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) - 1.0M_{CS}$$

$$M = 0.9M_{CM} + 1.0M_{CS}$$

$$M = 0.9M_{CM} - 1.0M_{CS}$$

Donde:

M: momento ultimo

M_{CM} : momento ultimo debido a carga muerta

M_{CV} : momento ultimo debido a carga viva

M_{CS} : momento ultimo debido a carga de sismo

En las figuras 16 y 17 se muestran los diagramas obtenidos de la envolvente de momentos para el marco 7.

2.2.8 Momentos últimos y corte por marcos en ambos sentidos

Las fórmulas para calcular el corte último en las vigas son:

$$V_V = 1.4 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) + 1.7 \left(\frac{W_{CV} * L}{2} \right)$$

$$V_V = 0.75 \left[1.4 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) + 1.7 \left(\frac{W_{CV} * L}{2} \right) \right] + 1.0 \left(\frac{M_{CS \text{ izq}} + M_{CS \text{ der}}}{L} \right)$$

$$V_V = 0.75 \left[1.4 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) + 1.7 \left(\frac{W_{CV} * L}{2} \right) \right] - 1.0 \left(\frac{M_{CS \text{ izq}} + M_{CS \text{ der}}}{L} \right)$$

$$V_V = 0.9 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) + 1.0 \left(\frac{M_{CS \text{ izq}} + M_{CS \text{ der}}}{L} \right)$$

$$V_V = 0.9 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) - 1.0 \left(\frac{M_{CS \text{ izq}} + M_{CS \text{ der}}}{L} \right)$$

Donde:

V_V : corte último en viga

W_{CM} : carga distribuida por carga muerta

W_{CV} : carga distribuida por carga viva

L : longitud a rostros interiores de la viga

$M_{CS \text{ izq}}$: momento de lado izquierdo de la viga por carga sísmica

$M_{CS \text{ der}}$: momento de lado derecho de la viga por carga sísmica

Corte en columnas:

$$V_c = \frac{M_{e\ sup} + M_{e\ inf}}{L}$$

Donde:

V_c : corte último en columna

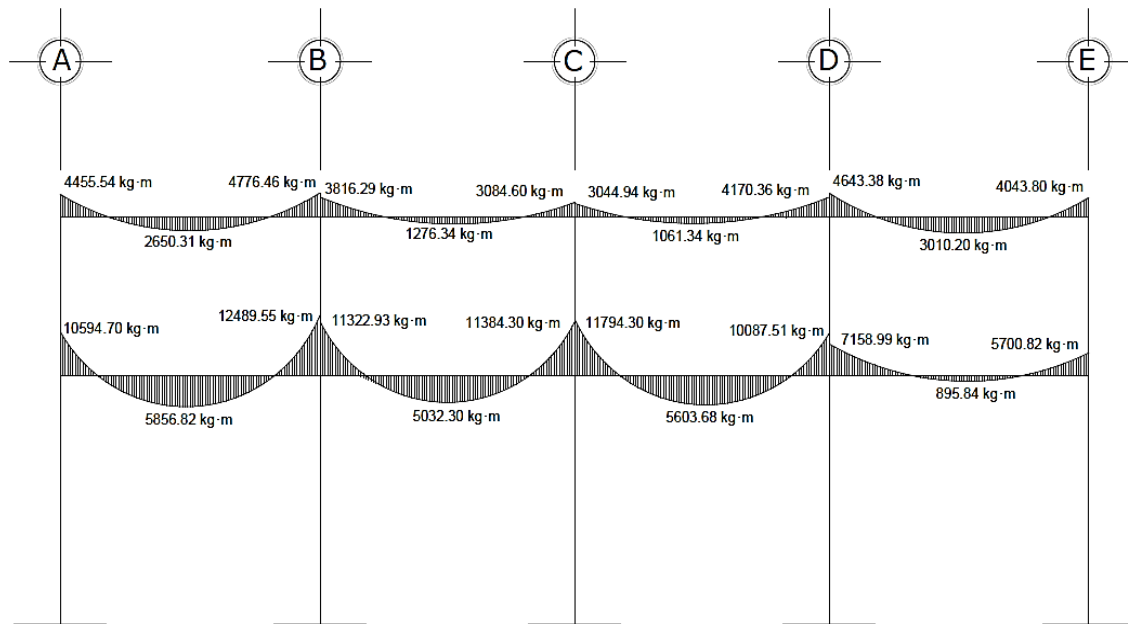
L : longitud de la columna

$M_{e\ sup}$: momento superior de la columna de la envolvente de momentos

$M_{e\ inf}$: momento inferior de la columna de la envolvente de momentos

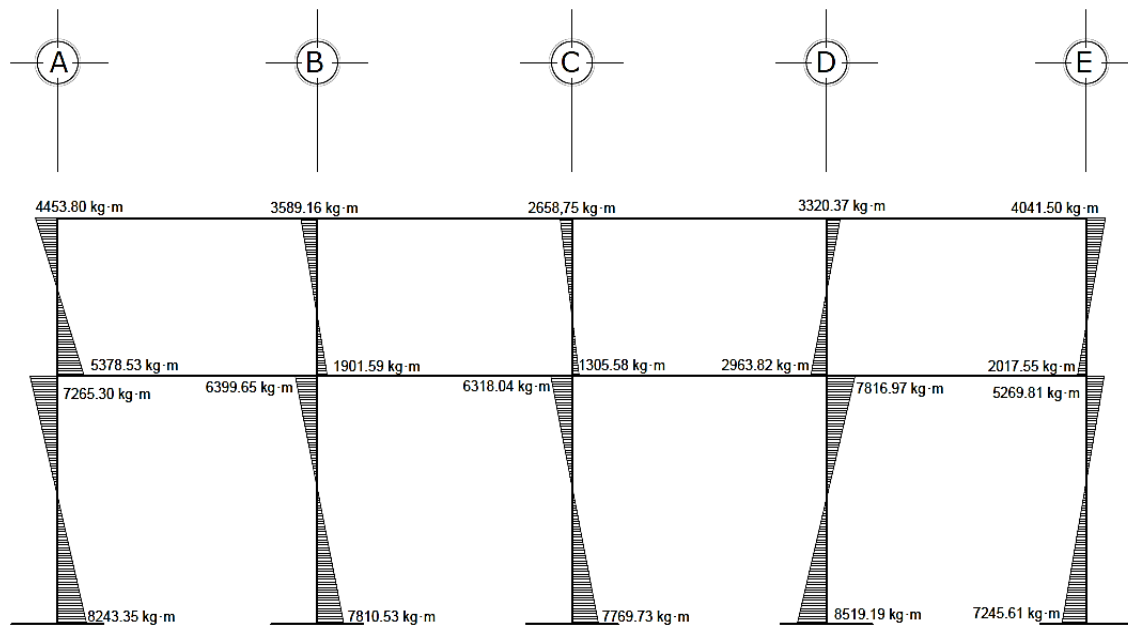
En estas ecuaciones de corte último, se utiliza el resultado con el valor mayor de los cinco obtenidos. Se muestran las figuras 18 y 19 con los diagramas de corte último en vigas y columnas del marco 7.

Figura 16. **Envolvente de momentos últimos en vigas del marco 7**



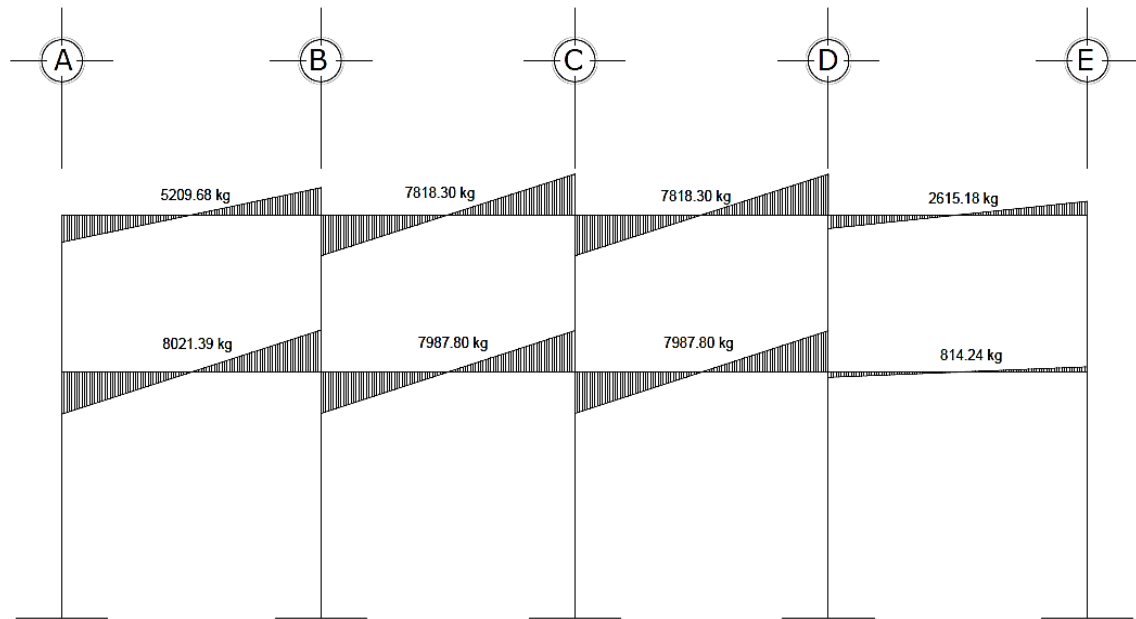
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Envolvente de momentos ultimos en columnas del marco 7**



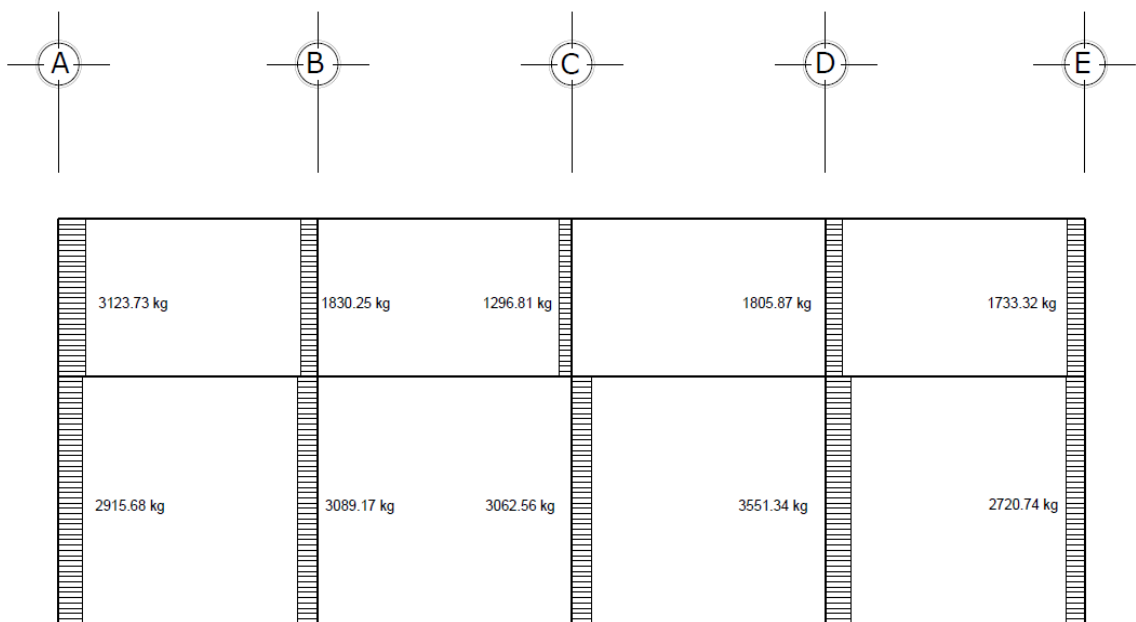
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de cortes últimos en vigas del marco 7



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de cortes últimos en columnas del marco 7



Fuente: elaboración propia.

2.3 Diseño de losa

Se diseñarán las losas del primer nivel, las cuales tendrán el mismo espesor y las secciones de vigas serán las mismas. Para esto se utiliza el método 3 del código ACI 318-S11.

2.3.1 Cálculo de momentos actuantes

Las fórmulas para determinar los momentos actuantes son:

$$M_{(-)} = C * CU * L^2 \qquad M_{(+)} = C_1 * CMu * L^2 + C_2 * CVu * L^2$$

Donde:

C: coeficiente para momentos negativos

C₁: coeficiente para momentos positivos debidos a carga muerta

C₂: coeficiente para momentos positivos debidos a carga viva

CU: carga ultima

CMu: carga muerta por 1.4

CVu: carga viva por 1.7

L: longitud del miembro

M₍₋₎: momento negativo

M₍₊₎: momento positivo

Con los cálculos del pre dimensionamiento y los datos siguientes se calculan los momentos actuantes.

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	Losa = 288 kg/cm^3
$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	Piso y mezclón = 60 kg/m^2
$p_{\text{concreto}} = 2400 \text{ kg/cm}^3$	Muros = 140 kg/m^2
$CV_{\text{oficina}} = 250 \text{ kg/m}^2$	Acabados = 80 kg/m^2
$CV_{\text{bodega}} = 600 \text{ kg/m}^2$	

Se determinan las cargas últimas en las losas con la fórmula dada en el ACI 318-S11:

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

Losas 1, 2, 3, 6 y 7 en oficinas

$$CU = 1.4(568 \text{ kg/m}^2) + 1.7(250 \text{ kg/m}^2) = 1220.02 \text{ kg/m}^2$$

Losas 4, 5, 8, 9, 10, 11 y 12 en bodegas

$$CU = 1.4 (568 \text{ kg/m}^2) + 1.7 (600 \text{ kg/m}^2) = 1815.20 \text{ kg/m}^2$$

a. Momentos positivos y negativos

Para ser más específicos se tienen las fórmulas detalladas de la manera siguiente:

$M_{A(-)} = C_a * CU * a^2$	$M_{A(+)} = C_{CM} * CM_u * a^2 + C_{CV} * CV_u * a^2$
$M_{B(-)} = C_b * CU * b^2$	$M_{B(+)} = C_{CM} * CM_u * b^2 + C_{CV} * CV_u * b^2$

Los casos de coeficientes a utilizar se muestran en las tablas 37, 38 y 39. Así también el cálculo de los momentos negativos y positivos de cada losa en la tabla 40.

Tabla 37. **Casos para momentos actuantes en las losas**

Momentos debido a cargas	Lado	Caso 2	Caso 4	Caso 8
Momentos negativos	a	0.045	0.050	0.033
	b	0.045	0.050	0.061
Momentos positivos por carga muerta	a	0.018	0.027	0.020
	b	0.018	0.027	0.023
Momentos positivos por carga viva	a	0.027	0.032	0.028
	b	0.027	0.032	0.030

Fuente: elaboración propia.

Tabla 38. **Coeficientes por lado de cada losa para el cálculo de momentos**

Losa	Coeficiente lado corto "a"			Coeficiente lado largo "b"		
	Ca	C _{CM}	C _{CV}	Cb	C _{CM}	C _{CV}
	M(-)	M(+) por CM	M(+) por CV	M(-)	M(+) por CM	M(+) por CV
1	0.050	0.027	0.032	0.050	0.027	0.032
3	0.033	0.020	0.028	0.061	0.023	0.030
4	0.033	0.020	0.028	0.061	0.023	0.030
5	0.050	0.027	0.032	0.050	0.027	0.032
6	0.033	0.020	0.028	0.061	0.023	0.030
7	0.045	0.018	0.027	0.045	0.018	0.027
8	0.033	0.020	0.028	0.061	0.023	0.030
9	0.045	0.018	0.027	0.045	0.018	0.027
10	0.033	0.020	0.028	0.061	0.023	0.030
11	0.050	0.027	0.032	0.050	0.027	0.032
12	0.050	0.027	0.032	0.050	0.027	0.032

Fuente: elaboración propia.

Tabla 39. **Sentido y número de caso de cada losa**

Losa	m = a/b	sentido de losa	caso
1	1.00	2 sentidos	4
2	0.45	1 sentido	--
3	1.00	2 sentidos	8
4	1.00	2 sentido	8
5	1.00	2 sentidos	4
6	1.00	2 sentidos	8
7	1.00	2 sentidos	2
8	1.00	2 sentidos	8
9	1.00	2 sentidos	2
10	1.00	2 sentidos	8
11	1.00	2 sentidos	4
12	1.00	2 sentidos	4

Fuente: elaboración propia.

Tabla 40. **Momentos negativos y positivos de cada losa**

Losa	Momento lado corto (a)		Momento lado largo (b)	
	M _{A(-)}	M _{A(+)}	M _{B(-)}	M _{B(+)}
1	1405.67	808.02	1464.85	842.04
3	927.74	640.60	1787.12	745.26
4	1380.13	1024.45	2658.56	1173.84
5	2091.11	1246.70	2179.15	1299.19
6	927.74	640.60	1787.12	715.15
7	1265.10	594.17	1265.10	594.17
8	682.32	506.47	1317.93	581.91
9	1882.00	964.31	1882.00	964.31
10	1380.13	1024.45	2551.15	1126.42
11	2091.11	1246.70	2091.11	1246.70
12	1033.81	616.35	1080.27	644.05

Fuente: elaboración propia.

b. Distribución de momentos

En la planta de la estructura se hace la distribución de los momentos calculados, ya sean momentos positivos y/o negativos para cada losa.

c. Balanceo de momentos

Si el momento negativo en el extremo de un apoyo es menor al que se encuentra en el otro extremo, existen dos criterios para tener un momento balanceado.

Si $M_1 > 0.8 M_2$; entonces, balancear por promedio $(M_1 + M_2)/2$

Si $M_1 < 0.8 M_2$; entonces, balancear por rigideces

Donde:

M_1 = momento menor

M_2 = momento mayor

Para el balanceo por rigideces, se debe hacer una distribución directamente proporcional a la rigidez. De tal manera que:

$$k_1 = \frac{1}{L_1} \quad k_2 = \frac{1}{L_2}$$

$$D_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2} \quad D_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2}$$

$$M_{b1} = M_1 + [(M_2 - M_1) * D_1]$$

$$M_{b2} = M_2 - [(M_2 - M_1) * D_2]$$

Donde:

k_1, k_2 : rigideces de las losas 1 y 2

D_1, D_2 : factores de distribución de las losas 1 y 2

M_{b1}, M_{b2} : momentos balanceados de las losas 1 y 2

En las tablas 41 y 42 se presenta el tipo de balance para los momentos de las losas en el sentido X e Y.

Tabla 41. **Momentos de losas en el sentido X**

M_2 (kg-m)	M_1 (kg-m)	$M_{balanceado}$ (kg-m)	Tipo de balance
2811.34	1405.67	2108.51	Rigidices
2811.34	927.74	1869.54	Rigidices
1380.13	927.74	1153.94	Rigidices
2091.11	1380.13	1735.62	Rigidices
1265.10	927.74	1096.42	Rigidices
1265.10	682.32	1026.16	Rigidices
1882.00	682.32	1390.13	Rigidices
1882.00	1380.13	1631.07	Rigidices
1265.10	927.74	1096.42	Rigidices
1380.13	1265.10	1322.64	Promedio
1882.00	1380.13	1631.07	Rigidices
1882.00	1380.13	1631.07	Rigidices
1882.00	1380.13	1631.07	Rigidices
1882.00	1380.13	1631.07	Rigidices
1882.00	1380.13	1631.07	Rigidices
2091.11	1882.00	1986.56	Promedio
1405.67	927.74	1166.71	Rigidices
1380.13	927.74	1153.94	Rigidices
1380.13	682.32	1094.03	Rigidices

Fuente: elaboración propia.

Tabla 42. **Momentos de losas en sentido Y**

M ₂ (kg-m)	M ₁ (kg-m)	M _{balanceado} (kg-m)	Tipo de balance
1787.12	1464.85	1625.99	Promedio
1787.12	1464.85	1625.99	Promedio
1265.10	463.98	696.30	Rigideces
1787.12	1265.10	1526.11	Rigideces
1787.12	1265.10	1526.11	Rigideces
1787.12	1265.10	1526.11	Rigideces
2658.56	1317.93	2108.90	Rigideces
2658.56	2551.15	2604.86	Promedio
2658.56	1317.93	2108.90	Rigideces
2658.56	2551.15	2604.86	Promedio
2658.56	1882.00	2270.28	Rigideces
1882.00	1317.93	1650.73	Rigideces
2658.56	1882.00	2270.28	Rigideces
2551.15	1882.00	2216.58	Rigideces
2658.56	1882.00	2270.28	Rigideces
1882.00	1080.27	1553.29	Rigideces
2658.56	1882.00	2270.28	Rigideces
1882.00	1080.27	1553.29	Rigideces
2658.56	1882.00	2270.28	Rigideces
2658.56	1882.00	2270.28	Rigideces
2658.56	1882.00	2270.28	Rigideces
1882.00	1080.27	1553.29	Rigideces
2551.15	2179.50	2365.15	Promedio
2551.15	2091.11	2321.13	Promedio

Fuente: elaboración propia.

d. Distribución de momentos balanceados

En la planta de la estructura se hace la distribución de los momentos balanceados y se copian los que no hubo necesidad de balancear.

2.3.2 Cálculo del refuerzo

a. Peralte efectivo

Se calculará el peralte efectivo de la losa con la ecuación:

$$d = t - rec - (\emptyset/2)$$

Donde:

d: peralte efectivo de la losa

t: espesor de la losa

rec: recubrimiento (no debe ser menor al requerido por el código
ACI 318-S11)

$\emptyset$: diámetro de la varilla propuesta

$$d = 12 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm} - (0.95 \text{ cm}/2) = 9.025 \text{ cm}$$

b. Área de acero mínimo

Se calcula el área de acero mínimo con una fluencia del acero de 4200 kg/cm² y una franja unitaria de 100 cm, con la expresión:

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{4\,200\,kg/cm^2} * 100\,cm * 9.025\,cm$$

$$A_{s_{min}} = 3\,cm^2$$

c. Espaciamiento del refuerzo

A través de la siguiente expresión, se determina el espaciamiento para el área de acero mínimo calculado anteriormente.

$$S = \frac{A_{s_{varilla}} * b}{A_{s_{min}}}$$

$$S = \frac{0.71\,cm^2 * 100\,cm}{3\,cm^2} = 23.67\,cm$$

El código ACI 318-S11 en la sección 7.6.5 especifica que, en muros y losas, exceptuando las losas nervadas, la separación del refuerzo principal por flexión no debe ser mayor de 3 veces el espesor de la losa o el muro, ni de 45 cm. Por lo tanto, se está cumpliendo con dicha condición.

d. Área de acero requerida para el espaciamiento máximo de los momentos balanceados

El espaciamiento máximo será 3 veces el espesor de la losa, por lo cual se tendría:

$$S_{max} = 3 * t = 3 * 12 \text{ cm} = 36 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{36 \text{ cm}} = 1.97 \text{ cm}^2$$

e. Momento requerido para el área de acero

A continuación, se presenta la fórmula con la cual se determinó el momento que resiste el área de acero.

$$M_{As} = 0.9 \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{Asmin} = 0.9 \left[1.97 * 4\,200 * \left(9.025 - \frac{1.97 * 4\,200}{1.7 * 280 * 100} \right) \right]$$

$$M_{Asmin} = 65\,911.17 \text{ kg.cm} = 659.11 \text{ kg.m}$$

Para los momentos menores a M_{Asmin} , se armarán con A_{smin} y un espaciamiento de 36 cm. Debido a que este momento es menor que el momento máximo calculado (2365.15 kg-m), se determina el área requerida para cada uno de los momentos de cada elemento, de acuerdo con la ecuación:

$$A_s = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M b}{0.003825 f'_c}} \right]$$

$$A_s = 0.85 \frac{280}{4\,200} \left[100 * 9.025 - \sqrt{(100 * 9.025)^2 - \frac{2\,365.15 * 100}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 7.48 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{7.48 \text{ cm}^2} = 9.49 \text{ cm}$$

El procedimiento fue el mismo para los momentos mayores al momento que resiste $A_{s\min}$ y se muestran los resultados en las tablas resumen 43 y 44:

Tabla 43. **Momento que resiste A_s calculada para momentos del sentido X**

M kg-m	A_s cm^2	Varilla #	S cm	A_s para S cm^2	M que resiste A_s kg-m
2108.51	6.61	3	10.00	7.10	2254.00
1869.54	5.81	3	12.00	5.92	1901.68
1153.94	3.50	3	20.00	3.55	1169.03
1735.62	5.37	3	13.00	5.46	1763.69
1096.42	3.32	3	21.00	3.38	1115.27
1026.16	3.10	3	23.00	3.09	1021.32
1390.13	4.25	3	16.00	4.44	1448.15
1631.07	5.03	3	14.00	5.07	1644.31
1322.64	4.04	3	17.00	4.18	1366.60
1986.56	6.20	3	11.00	6.45	2062.98
1166.71	3.54	3	20.00	3.55	1169.03
1094.03	3.31	3	21.00	3.38	1115.27

Fuente: elaboración propia.

Tabla 44. **Momento que resiste As calculada para momentos del sentido Y**

M kg-m	As cm ²	Varilla #	S cm	As para S cm ²	M que resiste As kg-m
1625.99	5.01	3	14.00	5.07	1644.31
696.30	2.08	3	34.00	2.09	697.85
1526.11	4.69	3	15.00	4.73	1540.03
2108.90	6.61	3	10.00	7.10	2254.00
2604.86	8.31	3	8.00	8.88	2764.96
2270.28	7.16	3	10.00	7.10	2254.00
1650.73	5.09	3	14.00	5.07	1644.31
2216.58	6.97	3	10.00	7.10	2254.00
1553.29	4.78	3	14.00	5.07	1644.31
2365.15	7.48	3	9.00	7.89	2483.68
2321.13	7.33	3	9.00	7.89	2483.68
1882.00	5.85	3	12.00	5.92	1901.68

Fuente: elaboración propia.

f. Área de acero por temperatura

En las losas que trabajan en una dirección, es necesario colocar refuerzo por temperatura. Este se coloca en dirección perpendicular al acero principal.

Según el código ACI 318S-11 la sección 7.12.2.1 (b), en losas donde se empleen varillas de acero de grado 60 (4200 kg/cm²) la cuantía de refuerzo de retracción y temperatura debe ser de 0.0018.

$$A_{s_{temp}} = 0.0018bt$$

$$A_{s_{temp}} = 0.0018 * 100 \text{ cm} * 12 \text{ cm} = 2.16 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{2.16 \text{ cm}^2} = 32.88 \text{ cm}$$

El código ACI 318S-11 la sección 7.12.2.2 especifica que, el refuerzo de retracción y temperatura no debe colocarse con una separación mayor de 5 veces el espesor de la losa ni de 450 mm. Por lo tanto, se está cumpliendo con dicho requerimiento al dejar un espaciamiento de 32 cm.

g. Armado de losa

Se presentan las tablas 45 y 46 que muestran el armado de losa en ambos sentidos.

Tabla 45. Armado de losa para momentos del sentido X

Mx (kg-m)	Armado
2108.51	#3 @ 10 cm
1869.54	#3 @ 12 cm
1153.94	#3 @ 20 cm
1735.62	#3 @ 13 cm
1096.42	#3 @ 21 cm
1026.16	#3 @ 23 cm
1390.13	#3 @ 16 cm
1631.07	#3 @ 14 cm
1322.64	#3 @ 17 cm
1986.56	#3 @ 11 cm
1166.71	#3 @ 20 cm
1094.03	#3 @ 21 cm
0.00	A _{Temp} #3 @ 32

Fuente: elaboración propia.

Tabla 46. **Armado de losa para momentos del sentido Y**

Mx (kg-m)	Armado
1625.99	#3 @ 10 cm
696.30	#3 @ 34 cm
1526.11	#3 @ 15 cm
2108.90	#3 @ 10 cm
2604.86	#3 @ 8 cm
2270.28	#3 @ 10 cm
1650.73	#3 @ 14 cm
2216.58	#3 @ 10 cm
1553.29	#3 @ 14 cm
2365.15	#3 @ 9 cm
2321.13	#3 @ 9 cm
1882.00	#3 @ 12 cm

Fuente: elaboración propia.

El armado final de la losa se propone en el plano de planta de losas y vigas.

2.3.3 Revisión por corte

Se realiza en los sentidos largo y corto de la losa, con la finalidad de determinar si el espesor t propuesto es el correcto. Esto se verifica si el corte que resiste el concreto es mayor al corte que producen las cargas actuantes.

$$V_u = \frac{CU * l}{2}$$

Donde:

V_u : corte máximo actuante (en ambos sentidos)

CU: carga ultima mayorada

L: lado largo y/o corto de la losa

De acuerdo con las especificaciones del código ACI 318S-11 en la sección 11.2.1.1, para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión, el corte máximo resistente se determina con la ecuación:

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

Donde:

V_c : corte máximo resistente

ϕ : factor de reducción de resistencia para corte

f'_c : 280 kg/cm²

b: ancho unitario

d: peralte efectivo

a. Corte máximo actuante

Se realizará el cálculo de dos cortes actuantes debido a que se tienen dos cargas de servicio diferentes. Las cargas mayoradas serán: $CU_1 = 1220.20$ kg/m² y $CU_2 = 1815.20$ kg/m².

Los lados de las losas con las siguientes dimensiones para ambos cortes: lado corto = 4.8 m y lado largo = 4.9.

Sentido corto CU₁:

$$V_{u1} = \frac{1220.20 * 4.80}{2} = 2\,928.48\,kg$$

Sentido largo CU₁:

$$V_{u1} = \frac{1220.20 * 4.90}{2} = 2\,989.49\,kg$$

Sentido corto CU₂:

$$V_{u2} = \frac{1815.20 * 4.80}{2} = 4\,356.48\,kg$$

Sentido largo CU₂:

$$V_{u2} = \frac{1815.20 * 4.90}{2} = 4\,447.24\,kg$$

b. Corte máximo resistente

$$V_c = 0.53 * 0.85 * \sqrt{280} * 100 * 9.025$$

$$V_c = 6803.32\,kg$$

Como se puede observar, el corte máximo resistente es mayor que los cortes máximos actuantes, por lo tanto, el espesor t de la losa propuesto es el correcto.

2.4 Diseño de vigas a flexion y corte

Las vigas son elementos estructurales horizontales que transmiten cargas externas de manera transversal. Estas cargas las reciben de las losas y las transmiten a las columnas, las cuales provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud.

Se diseñarán las vigas D-E del segundo nivel y B-C del primer nivel del marco 7. Las secciones de estas vigas a calcular son las mismas para todas las de la estructura; aunque el diseño puede variar ya que los valores de los momentos y cortes son distintos para cada una de ellas. Lo que se quiere es que dichas vigas puedan cumplir las demandas de resistencia requerida por las demás, por eso se buscaron las más críticas.

Las secciones de las vigas serán de 20 cm por 40 cm.

2.4.1 Cálculo del refuerzo

a. Peralte efectivo

Calcular el peralte efectivo de la viga con la fórmula:

$$d = h - rec - \phi_{estribo} - (\phi/2)$$

El código ACI 318S-11 en la sección 7.7.2, establece que el recubrimiento no debe ser menor a 4 centímetros.

$$d = 40 - 4 - 0.95 - \left(1.59/2\right) = 34.25 \text{ cm}$$

b. Área de acero mínimo

Se utilizará la ecuación 10-3 de la sección 10.5.1 del código ACI 318S-11 para determinar el área de acero mínimo y luego se compararán los valores obtenidos de ambas ecuaciones para utilizar el resultado mayor.

$$A_{s_{min}} = \frac{0.8\sqrt{f'_c}}{f_y} * b * d \geq \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0.8\sqrt{280}}{4\,200} * 20 * 34.25 \geq \frac{14}{4\,200} * 20 * 34.25$$

$$A_{s_{min}} = 2.18 \text{ cm}^2 < 2.28 \text{ cm}^2$$

Calculados estos valores, se toma el mayor de ambos. Por lo tanto, el área de acero mínimo será de 2.28 cm².

c. Área de acero máximo

En la sección 21.5.2.1 del código ACI 318S-11 especifica que la cuantía máxima de refuerzo no debe exceder 0.025 y al menos dos barras deben

disponerse en forma continua tanto en parte superior como inferior. La expresión para calcular el área de acero máximo es:

$$A_{s_{max}} = 0.5 * \rho_{bal} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0.5 * \rho_{bal} \leq 0.025$$

Se calculará el área de acero balanceada y la cuantía de acero balanceada según lo especificado en el apéndice B.8.4.2 del código ACI 318S-11.

$$\rho_{bal} = \frac{0.85 * \beta * f'_c * 6120}{f_y * (6120 + f_y)}$$

$$\rho_{bal} = \frac{0.85 * 0.85 * 280 * 6120}{4200 * (6120 + 4200)}$$

$$\rho_{bal} = 0.02856$$

Ahora se chequea la condición de la cuantía de refuerzo máxima:

$$\rho_{max} = 0.5 * 0.0285 = 0.01428 \leq 0.025 \therefore \text{Cumple}$$

Se determina el área de acero balanceada con la expresión:

$$A_{s_{bal}} = \rho_{bal} * b * d$$

$$A_{s_{bal}} = 0.02856 * 20 * 34.25$$

$$A_{s_{bal}} = 19.56 \text{ cm}^2$$

Y a continuación el área de acero máxima:

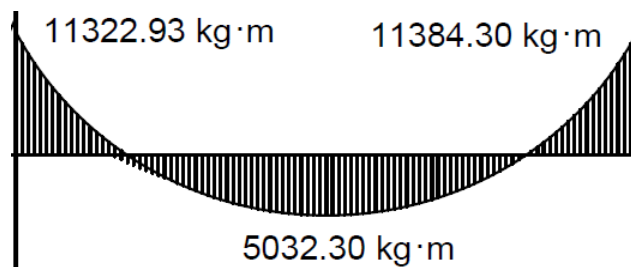
$$As_{max} = 0.5 * 19.56$$

$$As_{max} = 9.78 \text{ cm}^2$$

d. Envolvente de momentos

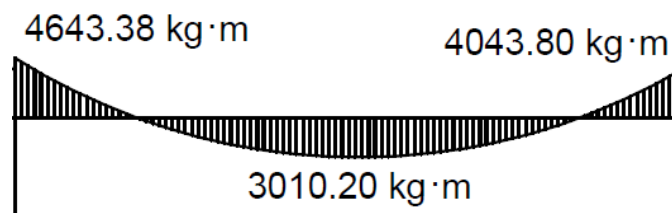
Se utilizarán los momentos obtenidos del análisis estructural en las vigas de las figuras 20 y 21 que se están diseñando.

Figura 20. **Envolvente de momentos, viga B-C, primer nivel**



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Envolvente de momentos, viga D-E, segundo nivel**



Fuente: elaboración propia.

e. Área de acero requerida para cada momento

El refuerzo que requiere cada momento se calculará con la siguiente expresión:

$$A_s = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M b}{0.003825 f'_c}} \right]$$

Se determinará el área de acero para la viga B-C del primer nivel. Comenzando con el momento del extremo izquierdo de la viga, luego el momento positivo y por último, el momento en el lado derecho.

- $M_{B-C} = 11322.93 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$A_s = 0.85 \frac{280}{4200} \left[(20 * 34.25) - \sqrt{(20 * 34.25)^2 - \frac{11322.93 * 20}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 10.05 \text{ cm}^2$$

- $M_+ = 5032.20 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$A_s = 0.85 \frac{280}{4200} \left[(20 * 34.25) - \sqrt{(20 * 34.25)^2 - \frac{5032.20 * 20}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 4.10 \text{ cm}^2$$

- $M_{C-B} = 11384.30 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$As = 0.85 \frac{280}{4200} \left[(20 * 34.25) - \sqrt{(20 * 34.25)^2 - \frac{11384.30 * 20}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$As = 10.11 \text{ cm}^2$$

Ahora se calcula el área de acero para la viga D-E del segundo nivel. Iniciando con el extremo izquierdo de la viga, luego el momento positivo y, por último, el momento del lado derecho.

- $M_{D-E} = 4643.38 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$As = 0.85 \frac{280}{4200} \left[(20 * 34.25) - \sqrt{(20 * 34.25)^2 - \frac{4643.38 * 20}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$As = 3.77 \text{ cm}^2$$

- $M_{+} = 3010.20 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$As = 0.85 \frac{280}{4200} \left[(20 * 34.25) - \sqrt{(20 * 34.25)^2 - \frac{3010.20 * 20}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$As = 2.40 \text{ cm}^2$$

- $M_{E-D} = 4043.80 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$A_s = 0.85 \frac{280}{4200} \left[(20 * 34.25) - \sqrt{(20 * 34.25)^2 - \frac{4043.80 * 20}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 3.26 \text{ cm}^2$$

f. Requisitos sísmicos para armado según ACI

A continuación, se presentan los requisitos sísmicos para armado de vigas según el código ACI.

- **Armado de la cama inferior**

El código ACI recomienda que por lo menos deban colocarse dos varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- 50% del área de acero que requiere el mayor de los momentos negativos.
- 50% del área de acero que requiere el momento positivo.
- El área de acero mínimo.

Para la viga B-C del primer nivel se tiene:

$$A_{s_{corrido}} = \left\{ \begin{array}{l} 50\% A_{s_{B-C}} = 0.5 * 10.05 = 5.03 \text{ cm}^2 \\ 50\% A_{s_{C-B}} = 0.5 * 10.11 = 5.06 \text{ cm}^2 \\ 50\% A_{s_{B+C}} = 0.5 * 4.10 = 2.05 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min}} = 2.28 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \text{ se toma el mayor de todos.}$$

Para cubrir un área de acero de 5.06 cm², es necesario colocar 2 varillas No. 6 que tienen un área total de 5.70 cm².

Para la viga D-E del segundo nivel se tiene:

$$A_{s_{corrido}} = \left\{ \begin{array}{l} 50\% A_{s_{D-E}} = 0.5 * 3.77 = 1.89 \text{ cm}^2 \\ 50\% A_{s_{E-D}} = 0.5 * 3.26 = 1.63 \text{ cm}^2 \\ 50\% A_{s_{D+E}} = 0.5 * 2.40 = 1.20 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min}} = 2.28 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \text{ se toma el mayor de todos.}$$

Para cubrir un área de acero de 2.28 cm², es necesario colocar 2 varillas No. 5 que tienen un área de 3.96 cm².

- **Armado de la cama superior**

Se debe colocar como mínimo dos varillas corridas tomando el mayor de los siguientes valores:

- 33% del área de acero que requiere el mayor de los momentos negativos.
- El área de acero mínimo.

Para la viga B-C del primer nivel se tiene:

$$A_{s_{corrido}} = \left\{ \begin{array}{l} 33\% A_{s_{B-C}} = 0.33 * 10.05 = 3.32 \text{ cm}^2 \\ 33\% A_{s_{C-B}} = 0.33 * 10.11 = 3.34 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min}} = 2.28 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \text{ se toma el mayor de todos.}$$

Para cubrir un área de acero de 3.34 cm², es necesario colocar 2 varillas No. 5 que tienen un área de 3.96 cm². Además, se colocarán 2 bastones No. 7 en ambos extremos de la viga para cubrir el área de acero requerido para el momento último.

Para la viga D-E del segundo nivel se tiene:

$$A_{s_{corrido}} = \left\{ \begin{array}{l} 33\% A_{s_{D-E}} = 0.33 * 3.77 = 1.24 \text{ cm}^2 \\ 33\% A_{s_{E-D}} = 0.33 * 3.26 = 1.08 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min}} = 2.28 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \text{ se toma el mayor de todos.}$$

Para cubrir un área de acero de 2.28 cm², es necesario colocar 2 varillas No. 5 que tienen un área de 3.96 cm².

2.4.2 Diseño a corte de la viga

Ya se ha calculado el refuerzo longitudinal de las vigas, ahora se determinará el acero transversal, que tiene la función de mantener el primero en la posición deseada para contrarrestar los esfuerzos de corte.

a. Corte que resiste el concreto

La sección 11.2.1.1 del código ACI 318S-11, establece que la expresión para calcular el corte que resiste el concreto o corte máximo resistente es:

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

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 20 * 34.25$$

$$V_c = 5163.74 \text{ kg}$$

b. Comparación del corte último con el corte que resiste el concreto

Si el corte último (V_u) que producen las fuerzas externas en la viga es mayor del que resiste el concreto, se debe calcular el espaciamiento de los estribos, de lo contrario sólo se necesitaran refuerzos por armado.

El corte último de la viga B-C del primer nivel es de 7987.80 kg, comparando se tiene: $V_u > V_c$; por lo tanto, se debe calcular el espaciamiento de los estribos.

El corte último de la viga D-E del segundo nivel es de 2615.18 kg, comparando se tiene: $V_c > V_u$; de manera que, solo se necesitan estribos por armado.

c. Espaciamiento de los estribos

En la sección 21.5.3.1 del código ACI 318S-11, requiere que deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz en ambos extremos del elemento en flexión. Por lo tanto, se tendría una longitud de confinamiento de:

$$L_{conf} = 2 * h = 2 * 40 = 80 \text{ cm}$$

También en la sección 21.5.3.2 del mismo código, establece que el primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 5 cm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de:

- **$d/4$:** $d/4 = 34.25/4 = 8.56 \cong 9 \text{ cm}$
- Seis veces el diámetro de las barras longitudinales principales más pequeñas
 $6 * \varnothing \text{ no. 6} = 6 * 1.91 = 11.46 \cong 11 \text{ cm}$
- 15 cm

Entonces, se deben colocar estribos No. 3 @ 9 cm en ambos extremos de la viga B-C. En la viga D-E, no hay zona de confinamiento.

Así mismo, en la sección 21.3.4.3 del código ACI 318S-11, dispone que deben colocarse estribos espaciados a no más de la mitad del peralte efectivo (d) en toda la longitud del elemento.

$$d/2 = 34.25/2 = 17.125 \cong 17 \text{ cm}$$

Por lo tanto, para la zona no confinada de la viga B-C se colocarán estribos No. 3 @ 17 cm. Y para la viga D-E se fijarán a lo largo de todo el elemento a cada 17 cm.

2.4.3 Diseño a torsión de la viga

La torsión generalmente afecta a las vigas de borde, en este caso no es necesario hacer el chequeo y la revisión del diseño de las mismas, ya que estas son internas.

2.5 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales verticales que están sometidos a carga axial y momentos flexionantes. Su función es soportar todo el peso de la estructura y transmitirla hacia los cimientos de la misma.

Se diseñará la columna crítica por cada nivel, es decir, la que esté sometida a mayores esfuerzos. El resultado obtenido es aplicado a todos los elementos del nivel respectivo. A continuación, se describe el procedimiento a seguir para calcular las columnas típicas del edificio.

Datos:

Sección de columna: 0.35 m x 0.35 m

Longitud libre de columna: 4.80 m

Sección de vigas: 0.20 m x 0.40 m

Longitud de vigas: 10 m

$$d = h - \text{rec} - \phi_{\text{estribo}} - \phi_{\text{varilla\#6}}/2$$

$$d = 35 - 4 - 0.9525 - 1.91/2 = 29 \text{ cm}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$CM_{\text{losa}} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$CM_{\text{muro2}} = 120 \text{ kg/m}^2$$

$$SC = 140 \text{ kg/m}^2$$

$$CV_{\text{bodega}} = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$A_{\text{tributaria}} = 25 \text{ m}^2$$

$$M_x = 7792.25 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 7810.53 \text{ kg-m}$$

2.5.1 Determinación de la carga axial

Para obtener esta carga, primero se calcula la carga última por medio de la fórmula:

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = 1.4(288 + 140) + 1.7(600)$$

$$CU = 1619.20 \text{ kg/m}^2$$

Se calcula el factor de carga última:

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV}$$

$$FCU = \frac{1619.20}{428 + 600} = 1.575$$

También se determina el peso de la viga y del muro dentro del área tributaria que afectará a la columna.

$$PP_{viga} = 0.20 * 0.40 * 10 * 2\,400 = 1920\,kg$$

$$PP_{muro} = 0.15 * 5 * 120 = 90\,kg$$

Con estos resultados, se procede a calcular la carga axial:

$$Pu = (A_{tributaria} * CU) + (PP_{viga} + PP_{muro}) * FCU$$

$$Pu = (25 * 1619.20) + (1920 + 90) * 1.575$$

$$Pu = 43\,645.75\,kg$$

2.5.2 Clasificación de columnas

Las columnas se clasifican según su esbeltez. “Se dice que una columna es esbelta si las dimensiones de su sección transversal son pequeñas en comparación con su longitud. Se sabe que un elemento con gran esbeltez colapsará ante una carga de compresión menor que la correspondiente para un

elemento más corto con las mismas dimensiones de la sección transversal” (Nilson, 2001, p. 276). La esbeltez está dada por la expresión:

$$E = \frac{K * L_u}{\sigma}$$

Donde:

K: coeficiente de rigidez de la columna

L_u : longitud efectiva (libre entre apoyos)

σ : radio de giro (0.30 por el lado de la columna a analizar)

Las condiciones generales para clasificar las columnas según su esbeltez son las siguientes:

- Columna corta, $E < 22$
- Columna intermedia, $22 < E < 100$
- Columna larga, $E > 100$

En la sección 10.10.1 del código ACI 318S-11, se permite ignorar los efectos de esbeltez cuando esta es igual o menor que 22, de lo contrario deberán magnificarse los momentos de cada eje y proceder a diseñar con los momentos magnificados.

2.5.3 Coeficiente que mide el grado de empotramiento

Para poder determinar el factor de longitud efectiva (K) o coeficiente de rigidez, es necesario calcular el coeficiente que mide el grado de empotramiento.

Por lo regular, en las estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas por las uniones viga-columna, losa-columna o columna-zapata; por lo que el grado de restricción al movimiento depende de la relación que exista entre las rigideces de estos elementos.

En el comentario de la sección R10.10.1 del código ACI 318S-11, expresa que ψ = relación de $\Sigma(EI/L_c)$ de los elementos a compresión con respecto a $\Sigma(EI/L)$ de los elementos a flexión en el mismo plano en un extremo del elemento a compresión.

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{EI}{L_u} \right)_{columna}}{\sum \left(\frac{EI}{l} \right)_{viga}}$$

Donde:

ψ : coeficiente que mide el grado de empotramiento

E: módulo de elasticidad del concreto

I: inercia del elemento, ya sea viga o columna

L_u : longitud libre entre apoyos del elemento a compresión

l: longitud del elemento a flexión medida centro a centro de los apoyos

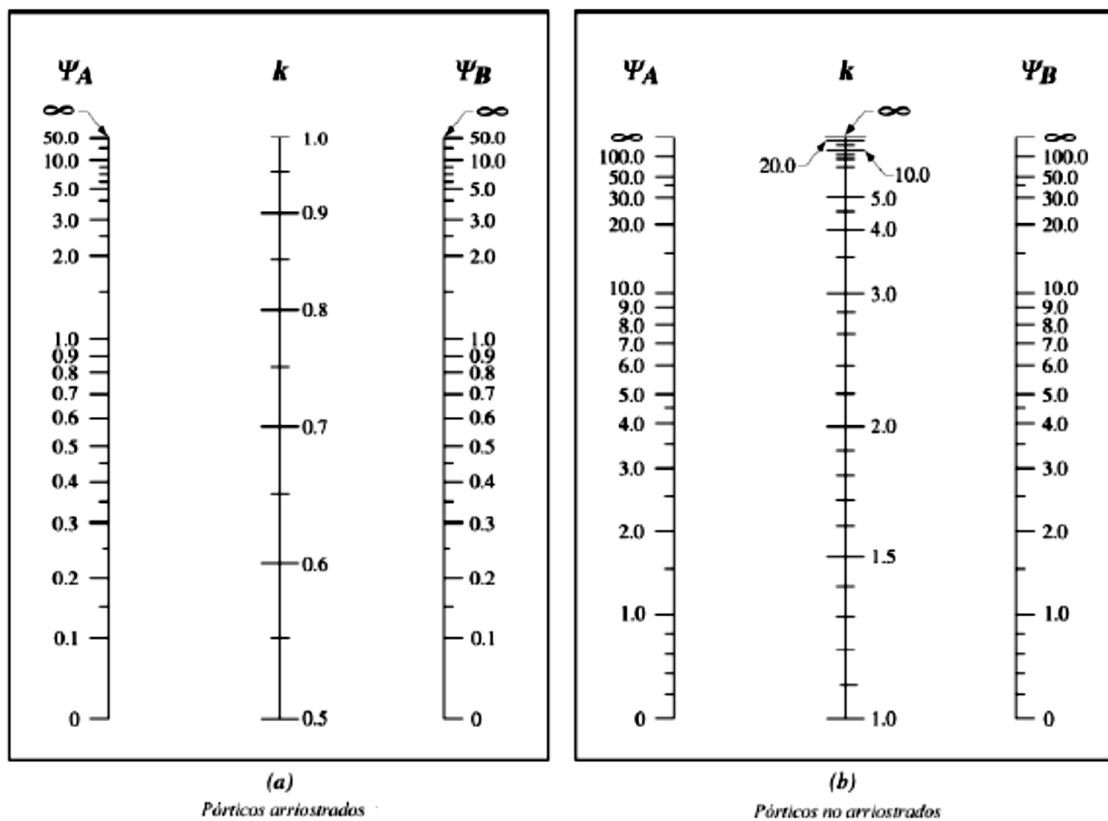
Según la sección 10.10.4.1 del código ACI 318S-11, se permite usar las siguientes propiedades para los elementos en la estructura:

- Columnas $0.70 I_g$
- Vigas $0.35 I_g$

2.5.4 Factor de longitud efectiva

En el código ACI, la principal ayuda de diseño para estimar el factor de longitud efectiva k son los ábacos de alineamiento de Jackson y Moreland, estos permiten la determinación grafica de k para una columna de sección transversal constante en un pórtico con varios vanos (Ver figura 22).

Figura 22. Ábacos para el factor de longitud efectiva



Fuente: ACI. 2011. p. 150.

Donde ψ_A para el extremo inferior y ψ_B para el extremo superior de la columna. Ya definidos todos los factores a utilizar, se procede a calcular la esbeltez.

2.5.5 Cálculo de la esbeltez de la columna

- Esbeltez en el sentido X

Inercias:

$$I_{viga} = 0.35 * 20 \text{ cm} * \frac{(40 \text{ cm})^3}{12} = 37333.33 \text{ cm}^4$$

$$I_{columna} = 0.70 * 35 \text{ cm} * \frac{(35 \text{ cm})^3}{12} = 87536.46 \text{ cm}^4$$

Rigideces:

$$K_{viga} = \frac{37333.33}{500} = 74.67 \text{ cm}^3$$

$$K_{col. \text{ 1er nivel}} = \frac{87536.46}{480} = 182.37 \text{ cm}^3$$

$$K_{col. \text{ 2do nivel}} = \frac{87536.46}{260} = 336.68 \text{ cm}^3$$

Coefficientes que miden el grado de empotramiento:

Nodo A sin empotramiento

$$\psi_A = 0$$

Nodo B empotrado

$$\psi_B = \frac{182.37 + 336.68}{74.67} = 6.95$$

Utilizando los ábacos para determinar el factor de longitud efectiva se tiene:

$$k = 0.685$$

Esbeltez de la columna:

$$E = \frac{K * L_u}{\sigma} = \frac{0.685 * 4.80}{0.30 * 0.35} = 31.31$$

$$22 < 31.3 < 100$$

La columna en el sentido X se considera como una columna intermedia y deberá magnificarse el momento en dicho sentido.

- Esbeltez en el sentido Y

Inercias:

$$I_{viga} = 0.35 * 20 \text{ cm} * \frac{(40 \text{ cm})^3}{12} = 37333.33 \text{ cm}^4$$

$$I_{columna} = 0.70 * 35 \text{ cm} * \frac{(35 \text{ cm})^3}{12} = 87536.46 \text{ cm}^4$$

Rigideces:

$$K_{viga} = \frac{37333.33}{505} = 73.93 \text{ cm}^3$$

$$K_{col. \text{ 1er nivel}} = \frac{87536.46}{480} = 182.37 \text{ cm}^3$$

$$K_{col. \text{ 2do nivel}} = \frac{87536.46}{260} = 336.68 \text{ cm}^3$$

Coefficientes que miden el grado de empotramiento:

$$\psi_A = 0$$

$$\psi_B = \frac{182.37 + 336.68}{73.93} = 7.02$$

$$k = 0.69$$

Esbeltez de la columna:

$$E = \frac{K * L_u}{\sigma} = \frac{0.69 * 4.80}{0.30 * 0.35} = 31.54$$

$$22 < 31.5 < 100$$

La columna en el sentido Y también se considera como una columna intermedia y deberá magnificarse el momento en dicho sentido.

2.5.6 Magnificación de momentos

En la sección 10.10.6 del código ACI 318S-11 se encuentra el procedimiento de magnificación de momentos en estructuras sin desplazamiento lateral. El cual dice que los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada y para el momento mayorado amplificado para los efectos de curvatura del elemento. Para esto se procede a calcular el factor de magnificación de momentos con la expresión:

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \geq 1.0$$

Donde:

C_m : factor de corrección que relaciona el diagrama de momento existente con un diagrama de momentos uniforme equivalente. Según la sección 10.10.6.4 del código ACI 318S-11 para elementos con cargas transversales entre los apoyos, C_m debe considerarse como 1.0

P_u : carga axial mayorada

P_c : carga crítica de Euler

C_m para elementos sin cargas transversales entre los apoyos se calcula así:

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2}$$

Para determinar la carga crítica de Euler se aplica la ecuación (10-13), de la sección 10.10.6 del código ACI 318S-11.

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2}$$

La rigidez EI se calcula con la ecuación (10-15), en la misma sección 10.10.6 del código ACI 318S-11.

$$EI = \frac{0.4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

Donde:

E_c : módulo de elasticidad de concreto

I_g : momento de inercia

β_d : relación entre la máxima carga axial sostenida mayorada dentro de un piso y la máxima carga axial mayorada asociada con la misma combinación de carga, pero no debe ser mayor de 1.0

$$\beta_d = \frac{CMU}{CU} = \frac{1.4(428)}{1619.20} = 0.37$$

En la sección 8.5.1 del código ACI 318S-11 E_c se calcula con:

$$E_c = 15100\sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 15100\sqrt{280} = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$$

El momento de inercia como ya se ha calculado, tiene un valor de:

$$I_g = 35 \text{ cm} * \frac{(35 \text{ cm})^3}{12} = 125052.08 \text{ cm}^4$$

Con los datos anteriormente calculados, se determina la rigidez.

$$EI = \frac{0.4 * 252671.33 \text{ kg/cm}^2 * 125052.08 \text{ cm}^4}{1 + 0.37}$$

$$EI = 9\,225\,423\,467.00 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$$

Ahora se calcula el factor de magnificación para cada eje en análisis.

- Sentido X

Carga crítica de Euler:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2} = \frac{\pi^2 * 9\,225\,423\,467.00 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2}{(0.685 * 480 \text{ cm})^2}$$

$$P_c = 842213.96 \text{ kg}$$

La columna no tiene fuerzas transversales entre los apoyos, por lo tanto:

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left(\frac{6578.51}{7935.72} \right)$$

$$C_m = 0.93$$

Factor de magnificación:

$$\delta_x = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \geq 1.0$$

$$\delta_x = \frac{0.93}{1 - \frac{43645.75 \text{ kg}}{0.75 * 842213.96 \text{ kg}}} \geq 1.0$$

$$\delta_x = 1.0 \geq 1.0$$

- Sentido Y

Carga critica de Euler:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2} = \frac{\pi^2 * 9\,225\,423\,467.00 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2}{(0.69 * 520 \text{ cm})^2}$$

$$P_c = 830052.19 \text{ kg}$$

La columna no tiene fuerzas transversales entre los apoyos.

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left(\frac{6399.65}{7810.53} \right)$$

$$C_m = 0.93$$

Factor de magnificación:

$$\delta_y = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \geq 1.0$$

$$\delta_y = \frac{0.93}{1 - \frac{43645.75 \text{ kg}}{0.75 * 830052.19 \text{ kg}}} \geq 1.0$$

$$\delta_y = 1.0 \geq 1.0$$

Momentos magnificados: se calculan los momentos de diseño para la columna en cada sentido.

$$M_{dx} = \delta_x \cdot M_x$$

$$M_{dx} = 1.0 * 7935.72$$

$$M_{dx} = 7935.72 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{dy} = \delta_y \cdot M_y$$

$$M_{dy} = 1.0 * 7810.53$$

$$M_{dy} = 7810.53 \text{ kg} - \text{m}$$

2.5.7 Cálculo de refuerzo longitudinal

Según lo especificado en la sección 21.6.3.1 del código ACI 318S-11 el área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.08A_g$.

$$A_{s_{min}} = 0.01(35 * 35) = 12.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.08(35 * 35) = 98.00 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado longitudinal que este dentro del rango de las áreas de acero calculadas.

$$8 \text{ varillas No.8} = 8 * 5.067 \text{ cm}^2 = 40.54 \text{ cm}^2$$

Esta área debe cumplir con la carga axial mayorada a partir de la relación de cargas recíprocas para determinar la resistencia nominal a las axiales. Se ha desarrollado una expresión sumamente simple para calcular los valores máximos de la carga a compresión que actúa a excentricidades e_x y e_y en secciones rectangulares con refuerzo simétrico.

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}$$

Donde:

P_{ni} = resistencia nominal que actúa a excentricidades e_x y e_y

P_{nx} = resistencia nominal a una excentricidad dada a lo largo del eje x

P_{ny} = resistencia nominal a una excentricidad dada a lo largo del eje y

P_o = resistencia nominal para excentricidad cero

La expresión anterior representa una familia de planos que aproximan los puntos de la superficie de interacción y es válida para valores de P_n mayores que $0.1P_o$ aproximadamente.

Calculando valores para el diagrama de interacción de la figura 23:

$$f^*c = 0.80f'c$$

$$f^*c = 0.80 * 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f^*c = 224 \text{ kg/cm}^2$$

$$f''c = 0.85f^*c$$

$$f''c = 0.85 * 224 \text{ kg/cm}^2$$

$$f''c = 190.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{A_g}$$

$$\rho = \frac{40.54 \text{ cm}^2}{35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}}$$

$$\rho = 0.033$$

$$q = \rho \frac{f_y}{f''c}$$

$$q = 0.033 \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{190.4 \text{ kg/cm}^2}$$

$$q = 0.73$$

Se determina la resistencia nominal con excentricidad cero con la siguiente expresión, teniendo en cuenta que el factor $F_R = 0.70$ para núcleos no confinados y la falla es de compresión.

$$P_o = F_R(f''c A_c + A_s f_y)$$

$$P_o = 0.70[190.4(1125 - 40.54) + (40.54 * 4200)]$$

$$P_o = 277052.43 \text{ kg}$$

Se calcula P_{nx} a través de los siguientes datos:

$$d = h - (r + D_{est} + D_{var}/2)$$

$$d = 35 - (4 + 0.9525 + 2.54/2)$$

$$d = 28.78 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{h} = \frac{28.78}{35} = 0.82 \cong 0.80$$

El diagrama de interacción a utilizar será el que tenga la relación $d/h = 0.80$. Ahora se determina la excentricidad en X y Y para calcular la relación e/h .

$$e_x = \frac{M_{dx}}{Pu} = \frac{7935.72 \text{ kg.m}}{43645.75 \text{ kg}} \quad e_y = \frac{M_{dy}}{Pu} = \frac{7810.53 \text{ kg.m}}{43645.75 \text{ kg}}$$

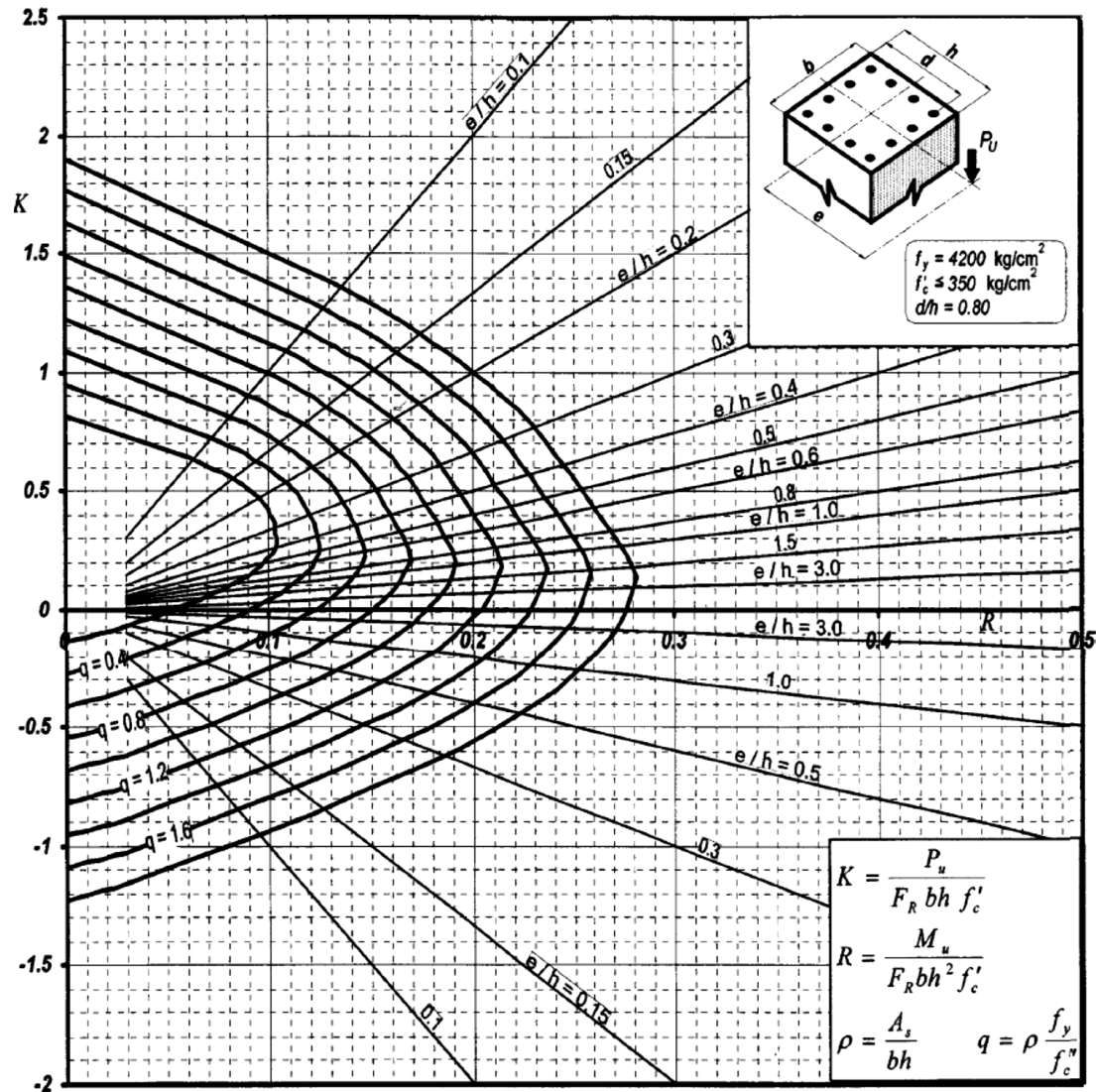
$$e_x = 0.182 \text{ m}$$

$$e_y = 0.18 \text{ m}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.182 \text{ m}}{0.35 \text{ m}} = 0.52$$

La figura 23 muestra el diagrama de interacción a emplear para determinar los parámetros en ambos sentidos.

Figura 23. Diagrama de interacción de columna



Fuente: Gonzales-Cuevas, O. 2005. p. 772.

Interpolando sobre la recta e/h y las curvas q , se obtienen los siguientes parámetros de K :

$$K_x = 0.33$$

$$K_y = 0.30$$

Las resistencias nominales para ambas excentricidades serán:

$$\begin{aligned}P_{nx} &= K_x F_R b h f' c \\P_{nx} &= 0.33 * 0.70 * 35 * 35 * 280 \\P_{nx} &= 79233 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{ny} &= K_y F_R b h f' c \\P_{ny} &= 0.30 * 0.70 * 35 * 35 * 280 \\P_{ny} &= 72030 \text{ kg}\end{aligned}$$

Aplicando la fórmula de Bresler:

$$\begin{aligned}P_n &= \frac{1}{\frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}} \\P_n &= \frac{1}{\frac{1}{79233} + \frac{1}{72030} - \frac{1}{277052.43}} \\P_n &= 43678.25 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$P_n > P_u$$

$$43678.25 \text{ kg} > 43645.75 \text{ kg}$$

El resultado muestra que el armado propuesto cumple.

2.5.8 Cálculo del refuerzo transversal

Ahora que se han diseñado las columnas para que resistan la flexo compresión, es necesario que resistan los esfuerzos de corte producidos por fuerzas externas disponiendo de un refuerzo transversal en forma de estribos. Este refuerzo estará confinado en los extremos de las columnas para que tengan suficiente ductilidad y puedan absorber la energía del sismo. Por lo tanto, se calculará dicho refuerzo de la manera siguiente:

Comparar V_c y V_u con los siguientes criterios:

Si $V_c > V_u$ se colocan estribos a $S = d/2$

Si $V_c < V_u$ se diseñan los estribos por corte

Sabiendo que $V_u = 3089.17 \text{ kg}$; se calcula V_c según lo especificado en la sección 11.2.1.2 para elementos sometidos a compresión del código ACI 318S-11, con la fórmula:

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

$$N_u = P_u = 43645.75 \text{ kg}$$

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{43645.75}{140 * 35 * 35} \right) * 0.85 \sqrt{280} * 35 * 29$$

$$V_c = 9598.61 \text{ kg}$$

$V_c > V_u$, por lo tanto, se colocará el refuerzo transversal tomando en cuenta el mayor de los criterios especificados en la sección 21.6.4.1 del código ACI 318S-11:

- La altura del elemento en la cara del nudo en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.
 $L_o = 0.35 \text{ m}$
- Un sexto de la luz libre del elemento.
 $\text{Luz libre} / 6 = 4.80 / 6 = 0.80 \text{ m}$
- 0.45 m.

La longitud de confinamiento tanto en la parte superior como inferior de la columna será: $L_o = 0.80 \text{ m}$.

El código ACI 318S-11 en la sección 21.6.4.4 b) el área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que la requerida por las ecuaciones siguientes:

Ecuación (21-4)

$$A_{sh} = 0.3 \frac{S b_c f'_c}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

Donde:

- S: espaciamiento entre estribos medidos centro a centro
b_c: dimensión transversal del núcleo medida centro a centro de las ramas exteriores del refuerzo con área A_{sh}

$$b_c = b - 2rec - \phi_{\#3}$$

$$b_c = 35 - 2(4) - 0.9525 = 26.0475 \text{ cm}$$

A_g : área bruta de la sección transversal del elemento

A_{ch} : área de la sección transversal de un elemento, medida desde los bordes exteriores del refuerzo transversal

$$A_{ch} = (b - 2rec)^2$$

$$A_{ch} = (35 - 2 * 4)^2 = 729 \text{ cm}^2$$

A_{sh} : área total del refuerzo transversal

Se calcula el espaciamiento de estribos en la zona de confinamiento despejando en la ecuación (21-4) S y sustituyendo A_{sh} . Se utilizarán dos estribos No. 3, uno rotado a 45° , con un $A_{sh} = 4 * 0.7126 \text{ cm}$ debido a que las ramas perpendiculares a la sección transversal de la columna son 4.

$$4 * 0.7126 = 0.3 * \frac{S * 26.0475 * 280}{2810} \left[\left(\frac{1225}{729} \right) - 1 \right]$$

$$S = 5.38 \text{ cm}$$

Ecuación (21-5)

$$A_{sh} = 0.09 \frac{S b_c f'_c}{f_{yt}}$$

$$4 * 0.7126 = 0.09 * \frac{S * 26.0475 * 280}{2810}$$

$$S = 12.20 \text{ cm}$$

Se propone un espaciamiento entre estribos centro a centro de 5 cm en la zona de confinamiento. Estribo No. 3 @ 5 cm + resto @ 10 cm.

2.6 Diseño de zapatas

Estos elementos estructurales tienen la función de transmitir las cargas al suelo. Generalmente las zapatas para columnas individuales son cuadradas, rectangulares y representan el tipo de cimentación más sencillo y económico de construir. En este caso las zapatas a diseñar serán cuadradas para cada columna con los siguientes datos obtenidos del análisis estructural y de los resultados del estudio de suelos:

Datos:

$$P_u = 56344.75 \text{ kg}$$

$$M_x = 7935.72 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 7810.53 \text{ kg-m}$$

$$V_s = 9835.47 \text{ kg/m}^2$$

$$\gamma_s = 1330 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$D_f = 2 \text{ m}$$

2.6.1 Determinación del espesor de la zapata

Para determinar el espesor se tomará en cuenta lo especificado en el código ACI 318S-11 sección 15.7 donde la altura de las zapatas sobre el refuerzo inferior no debe ser menor de 0.15 m para las que estén apoyadas sobre el suelo, ni menor de 0.30 m en el caso de las que estén apoyadas sobre pilotes. Además, en la sección 7.7.1 el recubrimiento de concreto para protección del refuerzo sometido a la intemperie y otros efectos se mide desde la superficie del concreto hasta la superficie exterior del acero. Así que para concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él se debe de utilizar un recubrimiento de 7.5 cm.

Por lo anterior se propone un espesor de 0.40 m.

2.6.2 Predimensionamiento del área de zapata

El área base de la zapata debe determinarse a partir de las fuerzas y momentos no mayorados transmitidos al suelo a través de ella y debe determinarse mediante principios de mecánica de suelos la resistencia admisible.

$$q_e = Vs - t * \gamma_c - (Df - t) * \gamma_s$$

$$q_e = 9835.47 - (0.40 * 2400) - (2 - 0.4) * 1330$$

$$q_e = 6747.47 \text{ kg/m}^2$$

Se calcula el área de la zapata utilizando la expresión:

$$Az = \frac{CM + CV}{q_e}$$

$$Az = \frac{18505 + 17500}{6747.47}$$

$$Az = 5.34 \text{ m}^2$$

Debido a que el valor soporte del suelo es mínimo, se debe evitar que la zapata sea afectada por esfuerzos de tensión utilizando una base de suelo-cemento que consistirá en una mezcla de material selecto con cemento al 10% en volumen, para aumentar la capacidad portante de suelo (Ver tabla 47).

Tabla 47. **Resistencias a la compresión comunes de suelos y mezclas de suelo-cemento**

Material	Intervalo de la resistencia a la compresión simple kN/m²
<i>Suelo sin tratar:</i>	
Arcilla, turba	Menos de 350
Arcilla arenosa bien compactada	70-280
Grava, arena y mezclas arcillosas bien compactadas	280-700
<i>Suelo-cemento (10% de cemento en peso):</i>	
Arcilla, suelos orgánicos	Menos de 350
Limos, arcillas limosas, arenas muy mal graduadas.	
Suelos ligeramente orgánicos	350-1050
Arcillas limosas, arcillas arenosas, arenas muy mal graduadas y gravas	700-1730
Arenas limosas, arcillas arenosas, arenas y gravas	1730-3460
Mezclas de arena-arcilla o grava-arena-arcilla bien graduadas y arenas y gravas	3460-10 350

Fuente: Braja, M. 2012. p. 766.

Para un suelo de arcillas arenosas se tendrá una resistencia a la compresión de 700 kN/m² equivalente a 70454.4 kg/m². Utilizando un factor de seguridad de 3 se obtiene un valor soporte de 23484.8 kg/m².

2.6.3 Determinación de la presión del suelo debajo de la zapata

La zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas sobre ella por medio de la superficie en contacto con este y ejerce presión en las cuatro esquinas. El valor de estas presiones se define por la fórmula:

$$q = \frac{P}{Az} \left(1 \pm \frac{6e_x}{B_x} \pm \frac{6e_y}{B_y} \right)$$

Se calcula y revisa que la excentricidad en los dos sentidos no sobrepase la excentricidad máxima:

$$e_{max} = \frac{B}{6} = \frac{2.30}{6} = 0.38 \text{ m}$$

$$e_x = \frac{M_x}{P_u} = \frac{7935.72}{56344.75} = 0.1408 \text{ m} < e_{max} \rightarrow ok$$

$$e_y = \frac{M_y}{P_u} = \frac{7810.53}{56344.75} = 0.1386 \text{ m} < e_{max} \rightarrow ok$$

Con las excentricidades calculadas se determina la presión en cada esquina:

$$q_1 = \frac{56344.75}{5.29} \left(1 + \frac{6 * 0.1408}{2.3} + \frac{6 * 0.1386}{2.3} \right) = 18416.24 \text{ kg/m}^2$$

$$q_2 = \frac{56344.75}{5.29} \left(1 + \frac{6 * 0.1408}{2.3} - \frac{6 * 0.1386}{2.3} \right) = 10712.92 \text{ kg/m}^2$$

$$q_3 = \frac{56344.75}{5.29} \left(1 - \frac{6 * 0.1408}{2.3} + \frac{6 * 0.1386}{2.3} \right) = 10589.45 \text{ kg/m}^2$$

$$q_4 = \frac{58379.88}{5.29} \left(1 - \frac{6 * 0.0857}{2.3} - \frac{6 * 0.0844}{2.3} \right) = 2886.12 \text{ kg/m}^2$$

La presión máxima ejercida en el suelo es $q_{max} = 18416.24 \text{ kg/m}^2$, siendo menor que el valor soporte del suelo $V_s = 23484.8 \text{ kg/m}^2$. Y la presión mínima es $q_{min} = 2886.14 \text{ kg/m}^2$ mayor a cero, por lo cual, no existen presiones de tensión y la zapata no sufre volteo.

Al haber calculado las presiones en el suelo y determinado que están dentro de los rangos, se muestra que las dimensiones asumidas para el área de las zapatas son correctas.

Se toma la presión máxima calculada como la presión última de diseño, la cual se asumirá como uniforme en toda la zapata.

$$q_{dis} = 18416.24 \text{ kg/m}^2$$

2.6.4 Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual al peralte efectivo d , del borde de la columna. Por esta razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el corte actuante, de ser así el espesor de la zapata es el adecuado.

$$d = t - rec - \phi_{\#6}/2$$

$$d = 0.40 - 0.075 - \frac{0.0191}{2} = 0.3155 \text{ m}$$

Se calcula el área donde se dará la falla:

$$A = \left(\frac{B}{2} - \frac{b_{col}}{2} - d \right) L = \left(\frac{2.3}{2} - \frac{0.35}{2} - 0.3155 \right) * 2.3$$

$$A = 1.5168 \text{ m}^2$$

Corte actuante:

$$Va = q_{dis} * A = 18416.24 * 1.5168 = 27933.75 \text{ kg}$$

En la sección 11.2.1.1 del código ACI 318S-11 para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión, la resistencia al cortante se calcula con la siguiente expresión:

$$Vc = 0.53\lambda\sqrt{f'c}b_w d$$

$$V_c = 0.53 * 0.85 * \sqrt{280} * 300 * 31.55 = 54701.72 \text{ kg}$$

$V_c > V_a$, por lo tanto, el espesor de la zapata resiste el esfuerzo de corte simple.

2.6.5 Chequeo por corte punzonante

Los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro alrededor de la columna tienden a punzar la zapata. El perímetro de la sección crítica de corte punzonante, siempre se presenta a una distancia $d/2$ a partir del rostro de la columna.

Corte actuante:

$$d = 0.3155 \text{ m}$$

$$b_d = d + b_{col} = 0.3155 + 0.35 = 0.6655 \text{ m}$$

$$A = A_z - (b_d)^2 = 5.29 - (0.6655 * 0.6655) = 4.847 \text{ m}^2$$

$$V_a = q_{dis} * A = 18416.24 * 4.847 = 89263.52 \text{ kg}$$

Corte resistente:

$$b_o = 4(d + b_{col}) = 4(31.55 + 35) = 266.2 \text{ cm}$$

$$V_c = 1.1\lambda\sqrt{f'c}b_o d$$

$$V_c = 1.1 * 0.85 * \sqrt{280} * 266.2 * 31.55 = 131400.81 \text{ kg}$$

$V_c > V_a$, por lo tanto, el espesor de la zapata resiste el esfuerzo de corte punzonante.

2.6.6 Diseño del refuerzo por flexión

Se produce un momento flector en la zapata debido al empuje del suelo hacia arriba, lo cual justifica que se debe de reforzarla con acero para resistir tales esfuerzos.

Primero, se calcula el momento último producido por la presión del suelo:

$$M_u = \frac{W * L^2}{2}$$

$$W = q_{dis} * B = 18416.24 * 2.3 = 42357.35 \text{ kg/m}$$

$$L = \frac{B - b_{col}}{2} = \frac{2.3 - 0.35}{2} = 0.975 \text{ m}$$

$$M_u = \frac{42357.35 * (0.975)^2}{2} = 20132.98 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Se determina el área de acero con el ancho unitario dado en la ecuación:

$$A_s = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M b}{0.003825 f'_c}} \right]$$

$$A_s = 0.85 \frac{280}{2810} \left[100 * 31.55 - \sqrt{(100 * 31.55)^2 - \frac{20132.98 * 100}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 26.55 \text{ cm}^2$$

El código ACI 318S-11 en la sección 10.5.1 especifica que, en toda sección de un elemento sometido a flexión, el A_s proporcionado no debe ser menor que el obtenido por medio de:

$$A_{s_{min}} = \frac{14 * 100 * 31.55}{2810} = 15.72 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{s_{min}}$, se utiliza el mayor de los dos para calcular el espaciamiento que se requiere.

$$S = \frac{2.85 \text{ cm}^2 * 230 \text{ cm}}{26.55 \text{ cm}^2} = 24.68 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas No. 6 @ 25 cm en ambos sentidos de la zapata. También se calcula el acero por temperatura:

$$A_{s_{temp}} = 0.0018 * 100 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 7.2 \text{ cm}^2$$

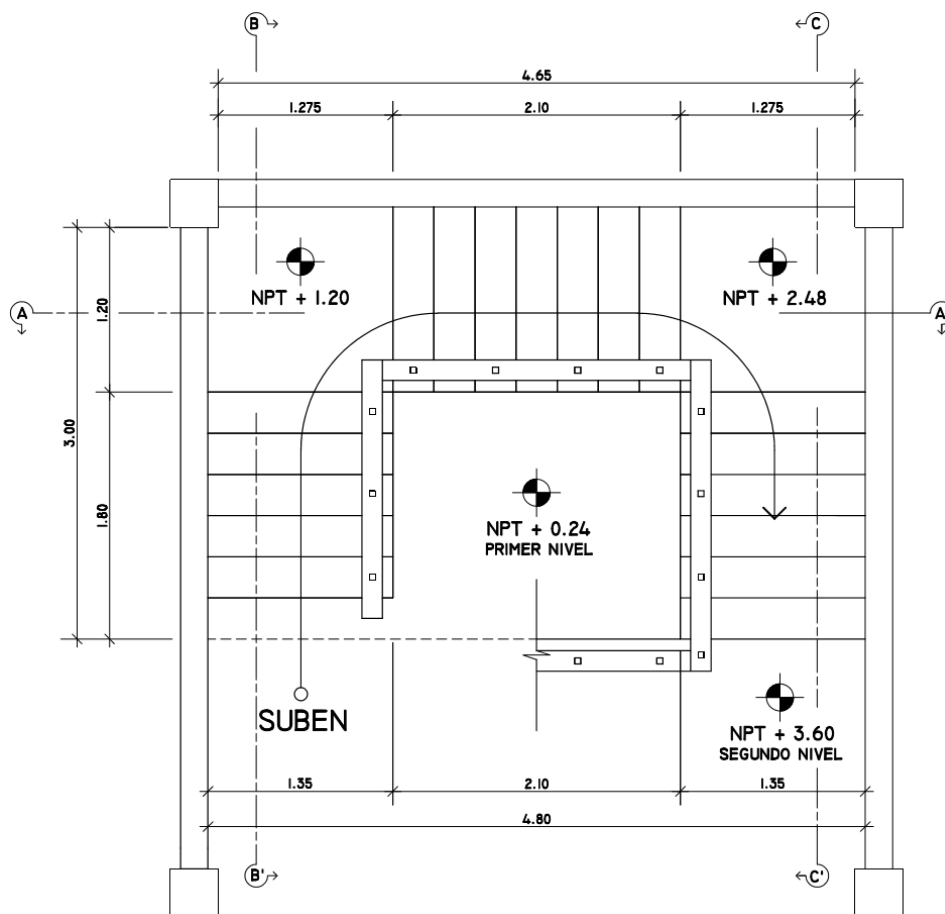
$$S = \frac{1.99 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{7.2 \text{ cm}^2} = 27.63 \text{ cm}$$

Para cubrir el área de acero por temperatura se colocarán varillas No. 5 @ 26 cm en ambos sentidos de la zapata.

2.7 Diseño de gradas

La forma, disposición y ubicación que se le da a una escalera depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue, del material y tipo de construcción escogida (Ver figura 24). Para una ubicación correcta se debe tomar en cuenta que la circulación en los diferentes niveles no sea problemática; además, debe tener iluminación y ventilación aceptable.

Figura 24. **Módulo de gradas acceso a oficinas**



Fuente: elaboración propia.

2.7.1 Huella y contrahuella

Una escalera debe ser cómoda y segura; esto depende de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Los criterios siguientes garantizan la comodidad de la escalera:

- $C \leq 20 \text{ cm}$
- $H > C$
- $2C + H \leq 64 \text{ cm}$ (valor cercano)
- $C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$
- $C \times H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$

Donde:

C: contrahuella

H: huella

2.7.2 Relaciones de comodidad

$$C = 16 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm} > 17 \text{ cm}$$

$$2(16 \text{ cm}) + 30 \text{ cm} = 62 \leq 64 \text{ cm} \text{ (valor cercano)}$$

$$C + H = 16 + 30 = 46 \text{ cm}$$

$$C \times H = 16 \times 30 = 480 \text{ cm}^2$$

2.7.3 Número de escalones mínimo

En esta parte se divide la altura de piso a entre piso con la de la contrahuella propuesto. Para este caso se tiene una elevación de 3.60 m a entrepisos.

$$\text{No. escalones} = \frac{h}{C} = \frac{3.60}{0.16} = 22 \text{ escalones}$$

Se tomarán 7 contrahuellas antes del primer y último descanso y 8 contrahuellas antes del segundo descanso.

Para el número de huellas se restará el total de contrahuellas menos uno.

$$\text{No. huellas} = \text{No. escalones} - 1 = 22 - 1 = 21 \text{ huellas}$$

Se determina la longitud de la losa, porque esta inclinada:

$$l_1 = \sqrt{(1.80)^2 + (0.96)^2} = 2.04 \text{ m} = l_2$$

$$l_3 = \sqrt{(2.10)^2 + (1.12)^2} = 2.38 \text{ m}$$

Se suman las longitudes anteriores para tener una distancia total y se determina el espesor de la losa tomando en cuenta que tendrá tres descansos.

$$t = P/180$$

$$t = \frac{[2 * (2.04 + 2.04 + 2.38) + 2 * 1.375]}{180} = 0.087 \text{ m}$$

Se propone un espesor de losa de 0.10 m para la escalera.

2.7.4 Integración de cargas

Se calcula el peso propio de la escalera a través de la carga muerta.

$$\text{Peso propio de la escalera (PP)} = \gamma_c * (t + C/2)$$

$$\text{Acabados} = 80 \text{ kg/m}^2$$

$$PP = 2400 * \left(0.10 + \frac{0.16}{2}\right) = 432 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 432 \text{ kg/m}^2 + 80 \text{ kg/m}^2 = 512 \text{ kg/m}^2$$

Para escaleras de uso público se utiliza una carga viva de 500 kg/m².
Utilizando la ecuación de carga última, se tiene:

$$CU = 1.4 CM + 1.7 CV = 1.4(512) + 1.7(500) = 1566.8 \text{ kg/m}^2$$

2.7.5 Diseño del refuerzo

Se considera el diseño de una losa unidireccional, para la cual se calculan los momentos actuantes:

$$M_{(+)} = \frac{WL^2}{9} = \frac{1566.8 * (2.38)^2}{9} = 986.11 \text{ kg.m}$$

$$M_{(-)} = \frac{WL^2}{14} = \frac{1\,566.8 * (2.38)^2}{14} = 633.93 \text{ kg.m}$$

Se determina el área de acero:

$$d = 10 - 2.5 - 0.95/2 = 7.025 \text{ cm}$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14bd}{f_y} = \frac{14 * 100 * 7.025}{2810} = 3.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.5 * \rho_{bal} * b * d = 0.5 * 0.04933 * 100 * 7.025 = 17.33 \text{ cm}^2$$

Acero de refuerzo según los momentos:

$$A_s = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M b}{0.003825 f'_c}} \right]$$

- $M_{(+)} = 986.11 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$A_s = 0.85 \frac{280}{2810} \left[(100 * 7.025) - \sqrt{(100 * 7.025)^2 - \frac{986.11 * 100}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 5.83 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{utilizar varillas No. 4 @ 20 cm.}$$

- $M_+ = 633.93 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$A_s = 0.85 \frac{280}{2810} \left[(100 * 7.025) - \sqrt{(100 * 7.025)^2 - \frac{633.93 * 100}{0.003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 3.68 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Colocar varillas No.4 @ 30 cm.}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, se debe colocar en la cama superior en forma de bastones, varillas No. 4 @ 30 cm y en la inferior varilla No. 4 @ 20 cm.

Acero por temperatura:

$$A_{s_{temp}} = 0.0018 * 100 \text{ cm} * 10 \text{ cm} = 1.8 \text{ cm}^2$$

$$S_{max} = 2t = 2(10) = 20 \text{ cm}$$

Reforzar con varilla No. 3 @ 20 cm en el sentido transversal de la losa.

2.8 Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas están basadas en el manual de normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala (2001), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares (p. 69).

Normas y códigos para instalación comercial:

- Acometida

Es el conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica.

La acometida a utilizar será aérea. El voltaje secundario normalizado en el sistema de la Empresa Eléctrica es exclusivo para 120/240 voltios, trifásica, 3 alambres calibre 3/0 AWG, corriente alterna. Para este caso se determinará el calibre de los conductores de dicha acometida, la cual contará con un interruptor térmico instalado dentro de una caja socket metálica clase 200 amperios para intemperie tipo industrial. Este interruptor tendrá una capacidad nominal de 3x200 amperios, acorde a la carga calculada. El tubo de la acometida será Conduit galvanizado de 2 ½" de diámetro.

Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de un diámetro de ½" y una longitud mínima de 2.50 metros con un conductor no menor al calibre 8 AWG cobre.

A continuación, se calcula el número de luminarias por medio del método de lúmenes para obtener una iluminación óptima en cada ambiente de la edificación. Este dato servirá para luego sumarlo al número de tomacorrientes y calcular la potencia total de la instalación eléctrica y así poder determinar el calibre de los conductores que alimentarán todo el sistema eléctrico de iluminación y fuerza.

Los datos de entrada a considerar son los siguientes:

- Dimensiones de los diferentes ambientes de trabajo como largo y ancho.
- La altura del plano de trabajo se considera de 0.85 m.
- Nivel de luminancia media (Em). Se trabajará con un valor de iluminación equivalente a 500 Lux.
- Altura de la suspensión de luminarias a partir del plano de trabajo para el primer y segundo nivel de 2.49 m y 2.35 m respectivamente.

Con estos datos se procede a determinar el índice del local (k) a partir de la geometría del área con la formula siguiente:

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

Donde:

k = Índice del local

a = frente

b = fondo

h = altura entre el plano de trabajo y las luminarias

El edificio es simétrico en dimensiones de área y sus alturas son similares, por lo que el índice de local obtenido para ambos niveles es de 1.38.

Siguiendo con el cálculo se procede a tomar los factores de reflexión de techo, paredes y suelo recomendados cuando no se conocen el valor de los mismos: 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

A partir del índice del local y los factores de reflexión se determina el factor de utilización (CU). Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes de las luminarias. Para este caso el factor de utilización es de 0.33.

Cálculo del factor de mantenimiento (f_m). Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual se toman los siguientes valores: 0.8 limpio y 0.6 sucio.

En este proyecto se tomará un factor de mantenimiento igual a 0.8, ya que este no se encuentra en ambiente de suciedad.

Con los datos anteriormente determinados se calcula el flujo luminoso total necesario para cada ambiente aplicando la formula siguiente:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{cu \cdot f_m}$$

$$\Phi_T = \frac{500 \text{ lux} * 4.85m * 4.85m}{0.33 * 0.8} = 44550.18 \text{ lumenes}$$

El resultado obtenido es la cantidad de flujo luminoso que se necesita para cada ambiente simétrico de la edificación. Con base a esto se calcula el número total de luminarias de todos los ambientes del proyecto de la siguiente manera:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Donde:

N es el número de luminarias

ϕ_T es el flujo luminoso total

ϕ_L es el flujo luminoso de una lámpara = 2950 lúmenes

n es el número de lámparas por luminaria = 4

El resultado obtenido es de 4 luminarias en cada ambiente o espacio que ocupe un área de 4.85x4.85 metros. Basados en los resultados se determinó que la mejor opción es utilizar 4 lámparas por luminaria. Sin embargo, en algunos ambientes no es necesario utilizar el mismo número de luminarias debido a que estos son más pequeños y necesitan menos lámparas, por lo que se optó por otro tipo y menor número de luminarias.

A continuación, se describe la cantidad de luminarias y tomacorrientes para cada nivel de la edificación.

Primer nivel:

167 luminarias 2'x4', 4 lámparas fluorescentes de 32W cada uno.

4 lámparas tipo LED de 20W.

6 reflectores, de 2 lámparas tipo LED de alta potencia de 55W cada uno.

24 tomacorrientes dobles polarizados de 180W

Segundo nivel:

171 luminarias 2'x4', 4 lámparas fluorescentes de 32W cada uno.

7 lámparas tipo LED de 20W.

9 lámparas LED tipo campana de 150W.

31 tomacorrientes dobles polarizados de 180W.

La distribución de cada lampara y tomacorriente esta especificada en los planos respectivos.

Cálculo del flipón y tablero principal

Los flipones o protecciones de circuito son dispositivos térmicos-magnéticos; y el aumento de calor en los terminales del interruptor puede hacer que un interruptor se dispara a una corriente por debajo del amperaje del interruptor. Un flipón más grande compensará la acumulación de calor de cargas continuas al tener un punto de disparo térmico más alto. Para determinar el flipón principal para el sistema eléctrico, se calcula a través del método de las corrientes tomando en cuenta que la acometida es trifásica con voltaje 120-240 V.

$$I = \frac{P * FS}{1.73 * V * 0.80}$$

Donde:

I es la corriente

P es la potencia total

V es el voltaje

FS es un factor de seguridad de 1.5

0.80 es el factor de potencia

Se determina la potencia total de:

338 luminarias de 4 lámparas fluorescentes de 32W cada uno

$$338 \times 4 \times 32 \text{ W} = 43264 \text{ W}$$

11 lámparas tipo LED de 20 watts

$$11 \times 20 \text{ W} = 220 \text{ W}$$

6 reflectores, 2 lámparas tipo LED de 55W

$$6 \times 2 \times 55 \text{ W} = 660 \text{ W}$$

9 lámparas LED tipo campana de 150W

$$9 \times 150 \text{ W} = 1350 \text{ W}$$

55 tomacorrientes dobles polarizados de 180W

$$55 \times 180 \text{ W} = \underline{9900 \text{ W}}$$

$$\text{Total Potencia} \quad 55394 \text{ W}$$

El voltaje que llegará al sistema es de 240 voltios, por lo tanto, la corriente nominal a calcular será:

$$I_n = \frac{55394 \text{ W}}{1.73 * 240 \text{ V} * 0.8} = 166.76 \text{ Amperios}$$

$$I = 166.76 \text{ amperios} \times 1.5 = 250.14 \text{ Amperios}$$

El flipón principal a colocar será de 300 amperios trifásico. Se debe utilizar una caja socket metálica monofásica clase 200 amperios tipo industrial con puerta y candado normalizados por Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. Los conductores a utilizar serán un cable por fase calibre 3/0 THWN de cobre según la tabla 52.

- Circuitos

Para el primer nivel de la edificación, cada circuito de iluminación se protegerá con un flipón de 15 amperios teniendo un total de 14 circuitos. Esto se determina calculando el amperaje de cada circuito a través del método de las corrientes utilizando un factor de utilidad de 1. El cálculo se muestra en la tabla 48.

Tabla 48. **Corrientes de circuitos de iluminación, primer nivel**

CIRCUITO	POTENCIA (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (Amp)
A	1792	120	14.93
B	1536	120	12.80
C	1646	120	13.72
D	1536	120	12.80
E	1646	120	13.72
F	1812	120	15.10
G	1280	120	10.67
H	1536	120	12.80
I	1536	120	12.80
J	1536	120	12.80
K	1536	120	12.80
L	1536	240	6.40
M	1536	240	6.40
N	1652	240	6.88

Fuente: elaboración propia.

Para el segundo nivel de la edificación, cada circuito de iluminación se protegerá con un flipón de 15 amperios teniendo un total de 15 circuitos. Esto se determina calculando el amperaje de cada circuito a través del método de las corrientes utilizando un factor de utilidad de 1. El cálculo se muestra en la tabla 49.

Tabla 49. **Corrientes de circuitos de iluminación, segundo nivel**

CIRCUITO	POTENCIA (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (Amp)
Ñ	1350	120	11.25
O	1280	120	10.67
P	1536	120	12.80
Q	1536	120	12.80
R	1536	120	12.80
S	1536	120	12.80
T	1536	120	12.80
U	1536	120	12.80
V	1536	120	12.80
W	1792	120	14.93
X	1300	120	10.83
Y	2048	120	17.07
Z	1252	120	10.43
@	1684	120	14.03
&	1920	120	16.00

Fuente: elaboración propia.

Para el primer nivel de la edificación, cada circuito de fuerza se protegerá con un flipón de 20 amperios teniendo un total de 2 circuitos que tiene cada uno 12 tomacorrientes dobles polarizados de 180 W. Esto se determina calculando el amperaje de cada circuito a través del método de las corrientes utilizando un factor de utilidad de 0.80. El cálculo se muestra en la tabla 50.

Tabla 50. **Corrientes de circuitos de fuerza, primer nivel**

CIRCUITO	POTENCIA (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (Amp)
A	2160	120	14.40
B	2160	120	14.40

Fuente: elaboración propia.

Para el segundo nivel de la edificación, cada circuito de fuerza se protegerá con un flipón de 20 amperios teniendo un total de 3 circuitos con tomacorrientes dobles polarizados de 180 W. Esto se determina calculando el amperaje de cada circuito a través del método de las corrientes utilizando un factor de utilidad de 0.80. El cálculo se muestra en la tabla 51.

Tabla 51. **Corrientes de circuitos de fuerza, segundo nivel**

CIRCUITO	POTENCIA (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (Amp)
C	1980	120	16.50
D	1800	120	15.00
E	1800	120	15.00

Fuente: elaboración propia.

- Conductores

Para el cálculo del calibre de los conductores de iluminación y fuerza se debe determinar la corriente (I) de los circuitos para cada nivel, en este caso ya se tiene el amperaje de cada circuito y con la tabla 52 se designa el calibre de los conductores para cada circuito de iluminación y fuerza.

Tabla 52. Ampacidades permisibles en conductores del NEC

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de Cobre		
0.824	18**	—	—	14	—	—	—
1.31	16**	—	—	18	—	—	—
2.08	14**	15	20	25	—	—	—
3.31	12**	20	25	30	—	—	—
5.26	10**	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

Fuente: Viakon. 2020. p. 70.

Los conductores de cada circuito de iluminación del primer y segundo nivel de la edificación serán calibre 14 THWN como se muestra en las tablas 53 y 54.

Tabla 53. Conductores de circuitos de iluminación, primer nivel

CIRCUITO	CORRIENTE (Amp)	Calibre de conductor THWN (AWG)
A	14.93	14
B	12.80	14
C	13.72	14
D	12.80	14
E	13.72	14
F	15.10	14
G	10.67	14
H	12.80	14
I	12.80	14
J	12.80	14
K	12.80	14
L	6.40	14
M	6.40	14
N	6.88	14

Fuente: elaboración propia.

Tabla 54. Conductores de circuitos de iluminación, segundo nivel

CIRCUITO	CORRIENTE (Amp)	Calibre de conductor THWN (AWG)
Ñ	11.25	14
O	10.67	14
P	12.80	14
Q	12.80	14
R	12.80	14

Continúa tabla 54

CIRCUITO	CORRIENTE (Amp)	Calibre de conductor THWN (AWG)
S	12.80	14
T	12.80	14
U	12.80	14
V	12.80	14
W	14.93	14
X	10.83	14
Y	17.07	14
Z	10.43	14
@	14.03	14
&	16.00	14

Fuente: elaboración propia.

Los conductores de cada circuito de fuerza del primer y segundo nivel de la edificación serán calibre 12 THWN debido a que generalmente estos se sobrecargan con aparatos eléctricos.

- Tuberías y ductos

Se utilizará tubería PVC eléctrica de diámetro $\frac{3}{4}$ " para los circuitos de iluminación y fuerza.

2.9 Instalaciones hidráulicas y sanitarias

Las instalaciones hidráulicas son el conjunto de tuberías y conexiones de diferentes diámetros y materiales para alimentar y distribuir agua dentro de la construcción. Las sanitarias por otra parte se encargan de recolectar las aguas residuales (aguas jabonosas, aguas grasas, aguas negras, aguas pluviales) y conducirlas a través de tuberías al colector general.

- Agua potable

El sistema se diseñó basado en el método de Hunter, donde se toman en cuenta las demandas de los artefactos que se utilizarán en el proyecto. Se tienen: 12 inodoros, 1 urinario, 9 lavamanos, 1 lavatrastos y un grifo para pila; en total 24 artefactos.

Se calculan los sub ramales que son pequeñas longitudes de tubería que conectan los ramales a los aparatos sanitarios, asignándole un diámetro a cada uno de acuerdo a la tabla 55.

Lavamanos	$\varnothing = \frac{1}{2}"$
Grifo de cocina	$\varnothing = \frac{1}{2}"$
Inodoro con tanque	$\varnothing = \frac{1}{2}"$
Urinario con tanque	$\varnothing = \frac{1}{2}"$
Grifo de pila	$\varnothing = \frac{1}{2}"$

Tabla 55. **Diámetro de los sub ramales**

Tipo de aparato sanitario	Diámetro del sub ramal en pulgadas		
	Presiones hasta 10 m	Presiones mayores de 10 m	Diámetro mínimo
Lavatorio	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Bidet	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Tina	$\frac{3}{4}$ - $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
Ducha	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Grifo de cocina	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Inodoro con tanque	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Inodoro con válvula	1 $\frac{1}{2}$ - 2	1	1 $\frac{1}{4}$
Urinario con tanque	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Urinario con válvula	1 $\frac{1}{2}$ - 2	1	1

Fuente: Rodríguez-Sosa, L. 2007. p. 54.

Ahora se calculan los ramales que son tuberías derivadas del alimentador principal y que abastecen a un punto de consumo aislado, un baño o a un grupo de artefactos sanitarios. Se asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de ellos en función del tipo que sean, utilizando la tabla 56.

Haciendo un cálculo de UH para cada nivel se tiene:

UH primer nivel:

5 lavamanos X 2 UH = 10 UH

5 inodoros con tanques X 5 UH = 25 UH

35 UH en total

Tabla 56. **Unidades de gasto para tuberías de distribución**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		8	4.50	4.50
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	---
Inodoro	Con válvula	8	8	---
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	---
Bebedero	Múltiple	1*	1*	---
Lavatorio	Corriente	2	1.50	1.50
Lavatorio	Múltiple	2*	1.50	1.50
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	---
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	---

Fuente: Rodríguez-Sosa, L. 2007. p. 48.

UH segundo nivel:

4 lavamanos X 2 UH = 8 UH
1 lavadero de cocina X 4 UH = 4 UH
1 lavadero de ropa X 8 UH = 8 UH
1 urinario con tanque X 3 UH = 3 UH
7 inodoros con tanques X 5 UH = 35 UH
58 UH en total

Sumando ambos resultados se obtienen un total de 93 UH (63 UH con tanque y 30 UH con válvula). Con este dato se sabe que el gasto probable en la tabla 57 es de: 2.86 L/s (1.31 L/s con tanque y 1.55 L/s con válvula).

Aplicando un factor de corrección de 0.60:

$$\text{DMP} = 2.86 \text{ L/s} * 0.60 = 1.716 \text{ L/s} = 0.001716 \text{ m}^3/\text{s}$$

Determinando el diámetro de la tubería:

$$Q = v * S$$

Donde:

Q: caudal en m^3/s

v: velocidad en m/s

S: sección de la tubería en m^2

Teniendo en cuenta una velocidad promedio de la red portuaria de 3 m/s .

$$S = (0.001716 \text{ m}^3/\text{s}) / (3 \text{ m/s})$$

$$S = 0.000572 \text{ m}^2$$

Esto indica que el ramal de alimentación debe ser de 1 pulgada de diámetro.

Tabla 57. **Gastos probables para la aplicación del método Hunter (L/s)**

No. de UH	Gasto		No. de UH	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0.12	---	40	0.91	1.74
4	0.16	---	42	0.95	1.78
5	0.23	0.91	44	1.00	1.82
6	0.25	0.94	46	1.03	1.84
7	0.28	0.97	48	1.09	1.92
8	0.29	1.00	50	1.13	1.97
9	0.32	1.03	55	1.19	2.04
10	0.34	1.06	60	1.25	2.11
12	0.38	1.12	65	1.31	2.17
14	0.42	1.17	70	1.36	2.23
16	0.46	1.22	75	1.41	2.29
18	0.50	1.27	80	1.45	2.35
20	0.54	1.33	85	1.50	2.40
22	0.58	1.37	90	1.56	2.45
24	0.61	1.42	95	1.62	2.50
26	0.67	1.45	100	1.67	2.55
28	0.71	1.51	110	1.75	2.60
30	0.75	1.55	120	1.83	2.72
32	0.79	1.59	130	1.91	2.80
34	0.82	1.63	140	1.98	2.85
36	0.85	1.67	150	2.06	2.95
38	0.88	1.70	160	2.14	3.04

Fuente: Rodríguez-Sosa, L. 2007. p. 50.

- Drenaje sanitario

Se diseñará un sistema en el cual el drenaje pluvial y de aguas negras se verterá de manera separada. Esto se comprenderá mejor en los planos correspondientes a los drenajes.

Las tuberías enterradas para el drenaje sanitario tendrán una pendiente mínima de 2%, asignándoles un número de unidades mueble (um) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario utilizando la tabla 58.

Para este proyecto se considerará una instalación de segunda clase. Quedando el cálculo del diámetro de la siguiente manera:

Lavamanos	2 um	Ø 1 ¼"
Lavadero de cocina	2 um	Ø 1 ½"
Lavadero de ropa	3 um	Ø 1 ¼"
Urinario	2 um	Ø 2"
Inodoro	5 um	Ø 3"

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determina utilizar un diámetro de tubería de 3" para todas las derivaciones simples y para las derivaciones en bajadas de aguas negras.

Tabla 58. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación en pulgadas		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	----	----	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	----	4	4	----	2	2
Fregadero de viviendas	3	----	----	1 ¼	----	----
Fregadero de restaurante	----	8	8	----	3	3
Lavadero (ropa)	3	3	----	1 ¼	1 ¼	----
Vertedero	----	8	8	4	4	----
Bebedero	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos de casa	2	----	----	1 ½	----	----
Lavaplatos comercial	----	4	----	----	----	2

Fuente: Rodríguez-Sosa, L. 2007. p. 71.

- Drenaje pluvial

Este sistema se encargará de evacuar las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial. En el plano respectivo de drenajes se encuentran ubicadas las bajadas de aguas pluviales, tomando en cuenta el caudal producido por las lluvias a través de la siguiente fórmula del método racional.

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

Donde:

Q : caudal en m³/s

C : coeficiente de escorrentía del techo (0.30)

I : intensidad de lluvia en mm/h

A : área a drenar en hectáreas

Para calcular la intensidad de lluvia se utilizarán los parámetros de ajuste de la estación meteorológica de Puerto Barrios. Se asumirá un periodo de retorno T_r de 50 años y un tiempo de concentración T_c de 12 minutos; teniendo los datos de ajuste siguientes:

$$A = 11380$$

$$B = 30$$

$$n = 1.055$$

La expresión para calcular la intensidad de lluvia es la siguiente:

$$I = \frac{A}{(B + T_c)^n}$$

$$I = \frac{11380}{(30 + 12)^{1.055}}$$

$$I = 220.60 \text{ mm/h}$$

El área para drenar por cada bajada será de 126.28 m² o 0.012628 hectáreas.

$$Q = \frac{0.30 * 220.60 * 0.012628}{360}$$

$$Q = 0.00232 \text{ m}^3/\text{s} = 2.32 \text{ L/s}$$

El diámetro de la tubería se calcula con la fórmula de Manning:

$$D = \left(\frac{691000 Q n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad $n = 0.009$ y una pendiente de 1%, por lo tanto:

$$D = \left(\frac{691000 * 0.00232 * 0.009}{0.01^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = 6.45 \text{ cm} = 2.54 \text{ pulgadas}$$

Para las bajadas de agua pluvial se utilizará tubería PVC de 3" de diámetro, colocando cajas de registro y unión para recolectar dichas aguas.

2.10 Elaboración de planos

Los planos que se elaboraron para el proyecto “Diseño del edificio para bodegas y oficinas en la Empresa Portuaria Nacional, Santo Tomás de Castilla, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal” son:

- Planta de localización
- Planta de ubicación
- Planta amueblada
- Planta acotada
- Elevaciones
- Planta de acabados
- Puertas y ventanas
- Planta de cimientos y columnas
- Planta de muros
- Gradass oficinas y bodegas
- Planta de losas y vigas
- Detalles de losas y vigas
- Planta de estructura de techo
- Planta de agua potable
- Planta de drenaje sanitario
- Planta de drenaje pluvial
- Planta de Iluminación
- Planta de fuerza

2.11 Elaboración de presupuesto

El presupuesto es el elemento que permite ver los costos totales que se tendrán en la ejecución de cualquier proyecto de forma supuesta, considerando todo tipo de gastos que se deban hacer con el objetivo de finalizar la obra.

Se muestra en la tabla 59 el desglose de los impuestos que existirán sobre los costos directos del proyecto.

Tabla 59. **Desglose de impuestos**

DESGLOSE DE IMPUESTOS		
Descripción	Total	
Total de materiales	Q	4 011 260.87
Total de mano de obra y equipo	Q	1 574 774.15
Total costos directos	Q	5 586 035.03
Utilidad (15% de costos directos)	Q	837 905.25
ISR (25% de utilidad)	Q	209 476.31
IVA (12% de mano de obra y utilidad)	Q	289 521.53
Total de impuestos	Q	498 997.84
Porcentaje sobre costos directos	8.93%	
	10.00%	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 60 se muestra el desglose de los gastos administrativos que son utilizados como un porcentaje sobre los costos directos del proyecto.

Tabla 60. **Gastos administrativos del proyecto durante 18 meses**

GASTOS ADMINISTRATIVOS				
Puesto	Hora/día	Costo/hora	Costo/mes	Total
Secretaria	2	Q 40.00	Q 1 600.00	Q 28 800.00
Contador	3	Q 55.00	Q 3 300.00	Q 59 400.00
Dibujante	4	Q 60.00	Q 4 800.00	Q 86 400.00
Auxiliar de ingeniería	6	Q 60.00	Q 7 200.00	Q 129 600.00
Ingeniero	8	Q 80.00	Q 12 800.00	Q 230 400.00
Subtotal				Q 534 600.00
ALQUILER Y DEPRECIACIONES				
Renglón			Costo/mes	Total
Local de oficina			Q 1 500.00	Q 27 000.00
Electricidad. teléfono e internet			Q 350.00	Q 6 300.00
Mantenimiento general			Q 900.00	Q 16 200.00
Subtotal				Q 49 500.00
SEGUROS Y OBLIGACIONES				
Renglón			Costo	Total
IGSS (10.67%) sobre gastos administrativos			Q 57 041.82	Q 57 041.82
Seguros varios			Q 10 000.00	Q 10 000.00
Subtotal				Q 67 041.82
Total gastos administrativos				Q 651 141.82
Porcentaje sobre costos directos				11.65%
				12.00%

Fuente: elaboración propia.

2.11.1 Cuantificación de materiales

Se realiza para conocer la cantidad de materiales que se necesite para realizar el proyecto.

2.11.2 Integración de precios unitarios

Se procede a aplicar los precios de cada material y conocer así el presupuesto del sistema junto con los porcentajes calculados anteriormente.

La integración de precios unitarios con los porcentajes sobre costos directos que se utilizaron se muestra a partir de la tabla 61 hasta la tabla 160.

2.11.3 Cronograma de ejecución física y financiera

Es utilizado para determinar la duración en tiempo de ejecución e inversión de los proyectos. La ejecución de este proyecto está planificada para 18 meses.

Tabla 61. Integración de precios unitarios, trabajos preliminares
renglón 1.1

Renglón 1.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Trazo y estaqueado	unidad	74	Q 287.63	Q 21 284.62
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Parales de 2" X 3"	pie-tabla	10	Q 2.50	Q 25.00
Reglas de 4" x 1/2"	pie-tabla	20	Q 2.50	Q 50.00
Clavos de 2"	lb	0.7	Q 8.50	Q 5.95
Hilo de polietileno transparente	rollo	0.1	Q 25.00	Q 2.50
Cal hidratada 25 kg	saco	0.05	Q 40.00	Q 2.00
Subtotal de materiales				Q 85.45
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Trazo y estaqueado	m	6	Q 20.00	Q 120.00
Subtotal mano de obra				Q 120.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 205.45
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 24.65
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 6.16
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 30.82
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 20.55
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 287.63
PRECIO UNITARIO				Q 287.63

Fuente: elaboración propia.

Tabla 62. Integración de precios unitarios, trabajos preliminares
renglón 1.2

Renglón 1.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación de zapatas	m ³	1332	Q 127.40	Q 169 696.80
MAQUINARIA				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Retroexcavadora	m ³	1	Q 50.00	Q 50.00
Subtotal de materiales				Q 50.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Manejo de maquinaria	m ³	1	Q 41.00	Q 41.00
Subtotal mano de obra				Q 41.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 91.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 10.92
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 2.73
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 13.65
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 9.10
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 127.40
PRECIO UNITARIO				Q 127.40

Fuente: elaboración propia.

Tabla 63. Integración de precios unitarios, trabajos preliminares
renglón 1.3

Renglón 1.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación de cimiento corrido	m ³	128	Q 140.00	Q 17 920.00
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Para excavación	m ³	1	Q 50.00	Q 50.00
Subtotal de materiales				Q 50.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación	m ³	1	Q 50.00	Q 50.00
Subtotal mano de obra				Q 50.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 100.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 12.00
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 3.00
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 15.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 10.00
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 140.00
PRECIO UNITARIO				Q 140.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 64. Integración de precios unitarios, cimentación
renglón 2.1

Renglón 2.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Zapata tipo Z-1 0.40x2.3x2.3 m	unidad	74	Q 6 764.39	Q 500 564.66
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/4" grado 40	qq	2.56	Q 329.00	Q 842.24
Hierro de 5/8" grado 40	qq	1.53	Q 329.00	Q 503.37
Alambre de amarre	lb	30	Q 5.20	Q 156.00
Concreto 4000 PSI	m ³	2.116	Q 1 351.59	Q 2 859.96
Subtotal de materiales				Q 4 361.57
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado	m ²	5.29	Q 13.50	Q 71.42
Centrar armado	unidad	1	Q 17.84	Q 17.84
Colocar concreto	m ³	3.6	Q 180.00	Q 380.88
Subtotal mano de obra				Q 470.14
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 4 831.71
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 579.80
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 144.95
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 724.76
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 483.17
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 6 764.39
PRECIO UNITARIO				Q 6 764.39

Fuente: elaboración propia.

Tabla 65. Integración de precios unitarios, cimentación
renglón 2.2

Renglón 2.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cimiento corrido de 0.20x0.40 m	m	502	Q 202.25	Q 101 527.92

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/4" grado 40	qq	3.15	Q 4.06	Q 12.79
Hierro de 5/8" grado 40	qq	2.47	Q 1.80	Q 4.45
Alambre de amarre	lb	1	Q 5.20	Q 5.20
Concreto 3000 PSI	m ³	0.08	Q 1 351.59	Q 108.13
Subtotal de materiales				Q 130.56

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado (eslabones)	m	6	Q 0.50	Q 3.00
Centrar armado	m	1	Q 2.10	Q 2.10
Colocar concreto	m ³	0.08	Q 110.00	Q 8.80
Subtotal mano de obra				Q 13.90

TOTAL COSTO DIRECTO Q 144.46

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 17.34
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 4.33
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 21.67
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 14.45
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 202.25
PRECIO UNITARIO		Q 202.25

Fuente: elaboración propia.

Tabla 66. Integración de precios unitarios, cimentación
renglón 2.3

Renglón 2.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantado muro de cimentación block de 0.19x0.19x0.39 m de 35 kg/cm ²	m ²	124	Q 238.08	Q 29 522.28

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Block pómez	unidad	13	Q 4.68	Q 60.84
Mortero	m ³	0.02	Q 1 310.96	Q 26.22
Subtotal de materiales				Q 87.06

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantar muro	m ²	1	Q 60.00	Q 60.00
Ensabetado de muro	m ²	1	Q 23.00	Q 23.00
Subtotal mano de obra				Q 83.00

Continúa tabla 66

TOTAL COSTO DIRECTO		Q	170.06
Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	20.41
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	5.10
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	25.51
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	17.01
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	238.08
PRECIO UNITARIO		Q	238.08

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 67. Integración de precios unitarios, cimentación
renglón 2.4**

Renglón 2.4	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantado muro de cimentación block de 0.14x0.19x0.39 m de 35 kg/cm ²	m ²	136	Q 215.51	Q 29 310.02

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Block pómez de 0.14x0.19x0.39 m de 35 kg/cm ²	unidad	13	Q 3.44	Q 44.72
Mortero	m ³	0.02	Q 1 310.96	Q 26.22
Subtotal de materiales				Q 70.94

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantar muro	m ²	1	Q 60.00	Q 60.00
Ensabetado de muro	m ²	1	Q 23.00	Q 23.00
Subtotal mano de obra				Q 83.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 153.94

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	18.47
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	4.62
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	23.09
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	15.39
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	215.51
PRECIO UNITARIO		Q	215.51

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 68. Integración de precios unitarios, cimentación
renglón 2.5**

Renglón 2.5	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Solera de humedad de 0.20x0.20 m	m	657	Q 206.99	Q 135 990.15

Continúa tabla 68

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/8" grado 40	m	4.15	Q 4.06	Q 16.85
Hierro de 1/4" grado 40	m	4.55	Q 1.70	Q 7.74
Alambre de amarre	lb	1	Q 5.20	Q 5.20
Concreto 3000 PSI	m³	0.04	Q 1 351.59	Q 54.06
Tabla de 12"x1 1/2"	pie-tabla	5	Q 7.20	Q 36.00
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Subtotal de materiales				Q 127.35

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.20	Q 8.40
Centrar armado	m	1	Q 1.80	Q 2.10
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 5.60	Q 5.60
Colocar concreto	m³	0.04	Q 110.00	Q 4.40
Subtotal mano de obra				Q 20.50

TOTAL COSTO DIRECTO Q 147.85

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 17.74
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 4.44
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 22.13
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 14.78
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 206.99
PRECIO UNITARIO		Q 206.99

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 69. Integración de precios unitarios, cimentación
renglón 2.6**

Renglón 2.6	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Solera de humedad de 0.15x0.20 m	m	170	Q 184.86	Q 31 425.91

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/8" grado 40	m	4.15	Q 4.06	Q 16.85
Hierro de 1/4" grado 40	m	3.85	Q 1.70	Q 6.55
Alambre de amarre	lb	1	Q 5.20	Q 5.20
Concreto 3000 PSI	m³	0.03	Q 1 351.59	Q 40.55
Tabla de 12"x1 1/2"	pie-tabla	5	Q 7.20	Q 36.00
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Subtotal de materiales				Q 112.64

Continúa tabla 69

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.20	Q 8.40
Centrar armado	m	1	Q 1.80	Q 2.10
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 5.60	Q 5.60
Colocar concreto	m³	0.04	Q 110.00	Q 3.30
Subtotal mano de obra				Q 19.40

TOTAL COSTO DIRECTO Q 132.04

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 15.84
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 3.96
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 19.81
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 13.20
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 184.86
PRECIO UNITARIO		Q 184.86

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 70. Integración de precios unitarios, levantado de paredes
renglón 3.1**

Renglón 3.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantado de pared de block de 0.19x0.19x0.39 m de 35 kg/cm²	m²	580	Q 266.95	Q 154 828.26

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Block pómez de 0.19x0.19x0.39 m	unidad	13	Q 4.68	Q 60.84
Mortero	m³	0.02	Q 1 310.96	Q 26.22
Andamios	pie-tabla	3.28	Q 7.20	Q 23.62
Subtotal de materiales				Q 110.68

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantar muro	m²	1	Q 60.00	Q 60.00
Hacer andamios	m	1	Q 20.00	Q 20.00
Subtotal mano de obra				Q 80.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 190.68

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 22.88
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 5.72
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 28.60
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 19.07
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 266.95
PRECIO UNITARIO		Q 266.95

Fuente: elaboración propia.

Tabla 71. Integración de precios unitarios, levantado de paredes
renglón 3.2

Renglón 3.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantado de pared de block de 0.15x0.19x0.39 m de 35 kg/cm ²	m ²	703	Q 248.38	Q 174 612.04

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Block pómez de 0.19x0.19x0.39 m	unidad	13	Q 3.66	Q 47.58
Mortero	m ³	0.02	Q 1 310.96	Q 26.22
Andamios	pie-tabla	3.28	Q 7.20	Q 23.62
Subtotal de materiales				Q 97.42

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantar muro	m ²	1	Q 60.00	Q 60.00
Hacer andamios	m	1	Q 20.00	Q 20.00
Subtotal mano de obra				Q 80.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 177.42

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 21.29
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 5.32
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 26.61
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 17.74
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 248.38
PRECIO UNITARIO		Q 248.38

Fuente: elaboración propia.

Tabla 72. Integración de precios unitarios, columnas
renglón 4.1

Renglón4.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Columna tipo C-1	m	606.8	Q 970.06	Q 588 634.56

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/8" grado 60 transversal	varilla	2.3	Q 26.69	Q 61.39
Hierro de 3/4" grado 60 longitudinal	varilla	1.3	Q 115.67	Q 150.37
Alambre de amarre	lb	3.5	Q 5.20	Q 18.20
Concreto 4000 PSI	m ³	0.1225	Q 1 351.59	Q 165.57
Tabla de 16"x1 1/2"	pie-tabla	22	Q 7.20	Q 158.40
Parales de 2"x3"	pie-tabla	5	Q 7.20	Q 36.00
Clavo de 3"	lb	4	Q 7.50	Q 30.00
Subtotal de materiales				Q 619.93

Continúa tabla 72

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	13	Q 2.50	Q 32.50
Centrar armado	m	1	Q 15.00	Q 15.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 12.00	Q 12.00
Colocar concreto	m³	0.1225	Q 110.00	Q 13.48
Subtotal mano de obra				Q 72.98

TOTAL COSTO DIRECTO Q 667.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 80.04
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 20.79
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 100.05
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 53.36
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 970.06
PRECIO UNITARIO		Q 970.06

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 73. Integración de precios unitarios, columnas
renglón 4.2**

Renglón 4.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Columna tipo C-2	m	261	Q 283.86	Q 74 087.38

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 1/4" grado 40 transversal	varilla	0.92	Q 10.97	Q 10.09
Hierro de 3/8" grado 40 longitudinal	varilla	0.67	Q 25.30	Q 16.95
Alambre de amarre	lb	2	Q 5.20	Q 10.40
Concreto 3000 PSI	m³	0.04	Q 1 351.59	Q 54.06
Tabla de 10"x1 1/2"	pie-tabla	8	Q 7.20	Q 57.60
Clavo de 3"	lb	2	Q 7.50	Q 15.00

Subtotal de materiales Q 164.11

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.75	Q 12.25
Centrar armado	m	1	Q 10.00	Q 10.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 12.00	Q 12.00
Colocar concreto	m³	0.04	Q 110.00	Q 4.40
Subtotal mano de obra				Q 38.65

TOTAL COSTO DIRECTO Q 202.76

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 24.33
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 6.08
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 30.41
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 20.28
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 283.86
PRECIO UNITARIO		Q 283.86

Fuente: elaboración propia.

Tabla 74. Integración de precios unitarios, columnas
renglón 4.3

Renglón 4.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Columna tipo C-2A	m	40	Q 285.94	Q 11 437.45
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 1/4" grado 60 transversal	varilla	0.92	Q 11.57	Q 10.64
Hierro de 3/8" grado 60 longitudinal	varilla	0.67	Q 26.69	Q 17.88
Alambre de amarre	lb	2	Q 5.20	Q 10.40
Concreto 4000 PSI	m³	0.04	Q 1 351.59	Q 54.06
Tabla de 10"x1 1/2"	pie-tabla	8	Q 7.20	Q 57.60
Clavo de 3"	lb	2	Q 7.50	Q 15.00
Subtotal de materiales				Q 165.59
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.75	Q 12.25
Centrar armado	m	1	Q 10.00	Q 10.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 12.00	Q 12.00
Colocar concreto	m³	0.04	Q 110.00	Q 4.40
Subtotal mano de obra				Q 38.65
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 204.24
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 24.51
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 6.13
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 30.64
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 20.42
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 285.94
PRECIO UNITARIO				Q 285.94

Fuente: elaboración propia.

Tabla 75. Integración de precios unitarios, columnas
renglón 4.4

Renglón 4.4	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Columna tipo C-3	m	710	Q 231.62	Q 164 451.38
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 1/4" grado 40 transversal	varilla	0.82	Q 10.97	Q 9.00
Hierro de 3/8" grado 40 longitudinal	varilla	0.67	Q 25.30	Q 16.95
Alambre de amarre	lb	2	Q 5.20	Q 10.40
Concreto 3000 PSI	m³	0.03	Q 1 351.59	Q 40.55
Tabla de 6"x1 1/2"	pie-tabla	5	Q 7.20	Q 36.00
Clavo de 3"	lb	2	Q 7.50	Q 15.00
Subtotal de materiales				Q 127.89

Continúa tabla 75

MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.75	Q 12.25
Centrar armado	m	1	Q 10.00	Q 10.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 12.00	Q 12.00
Colocar concreto	m³	0.03	Q 110.00	Q 3.30
Subtotal mano de obra				Q 37.55
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 165.44
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 19.85
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 4.96
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 24.82
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 16.54
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 231.62
PRECIO UNITARIO				Q 231.62

Fuente: elaboración propia.

Tabla 76. Integración de precios unitarios, columnas
renglón 4.5

Renglón 4.5	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Columna tipo C-4	m	767	Q 183.70	Q 140 899.45
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 1/4" grado 40 transversal	varilla	0.7	Q 10.97	Q 7.68
Hierro de 3/8" grado 40 longitudinal	varilla	0.67	Q 25.30	Q 16.95
Alambre de amarre	lb	1	Q 5.20	Q 5.20
Concreto 3000 PSI	m³	0.0225	Q 1 351.59	Q 30.41
Tabla de 6"x1 1/2"	pie-tabla	5	Q 7.20	Q 36.00
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Subtotal de materiales				Q 103.74
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.00	Q 7.00
Centrar armado	m	1	Q 6.00	Q 6.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 12.00	Q 12.00
Colocar concreto	m³	0.0225	Q 110.00	Q 2.48
Subtotal mano de obra				Q 27.48
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 119.22
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 14.31
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 3.94
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 17.88
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 13.12
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 183.70
PRECIO UNITARIO				Q 183.70

Fuente: elaboración propia.

Tabla 77. Integración de precios unitarios, columnas
renglón 4.6

Renglón 4.6	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Columna tipo C-5	m	92	Q 150.94	Q 13 886.23

MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 1/4" grado 40 transversal	varilla	0.35	Q 10.97	Q 3.84
Hierro de 3/8" grado 40 longitudinal	varilla	0.33	Q 25.30	Q 8.35
Alambre de amarre	lb	1	Q 5.20	Q 5.20
Concreto 3000 PSI	m ³	0.015	Q 1 351.59	Q 20.27
Tabla de 6"x1 1/2"	pie-tabla	5	Q 7.20	Q 36.00
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Subtotal de materiales				Q 81.16

MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.00	Q 7.00
Centrar armado	m	1	Q 6.00	Q 6.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 12.00	Q 12.00
Colocar concreto	m ³	0.015	Q 110.00	Q 1.65
Subtotal mano de obra				Q 26.65

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	107.81
Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	12.94	
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	3.23	
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	16.17	
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	10.78	
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q	150.94
PRECIO UNITARIO			Q	150.94

Fuente: elaboración propia.

Tabla 78. Integración de precios unitarios, soleras
renglón 5.1

Renglón 5.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Soleras intermedia y final de 0.20x0.20 m	m	943	Q 282.80	Q 266 677.13

MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/8" grado 40	m	4.15	Q 4.06	Q 16.85
Hierro de 1/4" grado 40	m	4.55	Q 1.70	Q 7.74
Alambre de amarre	lb	1	Q 5.20	Q 5.20
Concreto 3000 PSI	m ³	0.04	Q 1 351.59	Q 54.06
Tabla de 12"x1 1/2"	pie-tabla	10	Q 7.20	Q 72.00
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Subtotal de materiales				Q 163.35

Continúa tabla 78

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.75	Q 12.25
Centrar armado	m	1	Q 10.00	Q 10.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 12.00	Q 12.00
Colocar concreto	m³	0.04	Q 110.00	Q 4.40
Subtotal mano de obra				Q 38.65

TOTAL COSTO DIRECTO Q 202.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 24.24
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 6.06
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 30.30
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 20.20
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 256.97
PRECIO UNITARIO		Q 256.97

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 79. Integración de precios unitarios, soleras
renglón 5.2**

Renglón 5.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Soleras intermedia y final de 0.15x0.20 m	m	953	Q 234.84	Q 223 800.90

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/8" grado 40	m	4.15	Q 4.06	Q 16.85
Hierro de 1/4" grado 40	m	3.85	Q 1.70	Q 6.55
Alambre de amarre	lb	1	Q 5.20	Q 5.20
Concreto 3000 PSI	m³	0.03	Q 351.59	Q 40.55
Tabla de 12"x1 1/2"	pie-tabla	10	Q 7.20	Q 72.00
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Subtotal de materiales				Q 148.64

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.20	Q 8.40
Centrar armado	m	1	Q 1.80	Q 1.80
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 5.60	Q 5.60
Colocar concreto	m³	0.03	Q 110.00	Q 3.30
Subtotal mano de obra				Q 19.10

TOTAL COSTO DIRECTO Q 167.74

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 20.13
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 5.03
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 25.16
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 16.77
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 234.84
PRECIO UNITARIO		Q 234.84

Fuente: elaboración propia.

Tabla 80. Integración de precios unitarios, vigas primer nivel
renglón 6.1

Renglón 6.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Viga en sentido X	m	330	Q 527.31	Q 174 010.93
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 5/8" grado 60	varilla	1	Q 69.40	Q 69.40
Hierro de 3/4" grado 60	varilla	0.2	Q 115.67	Q 23.13
Hierro de 3/8" grado 60	varilla	1.4	Q 26.69	Q 37.37
Alambre de amarre	lb	0.6	Q 5.20	Q 3.12
Concreto 4000 PSI	m³	0.08	Q 1 351.59	Q 108.13
Tabla de 16"x1 1/2"	pie-tabla	2	Q 7.20	Q 14.40
Tabla de 12"x1 1/2"	pie-tabla	4	Q 7.20	Q 28.80
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Andamios	m	1	Q 27.00	Q 27.00
Subtotal de materiales				Q 318.85
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 2.50	Q 17.50
Centrar armado	m	1	Q 15.00	Q 15.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 16.50	Q 16.50
Colocar concreto	m³	0.08	Q 110.00	Q 8.80
Subtotal mano de obra				Q 57.80
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 376.65
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 45.20
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 11.30
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 56.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 33.66
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 527.31
PRECIO UNITARIO				Q 527.31

Fuente: elaboración propia.

Tabla 81. Integración de precios unitarios, vigas primer nivel
renglón 6.2

Renglón 6.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Viga en sentido Y	m	265	Q 549.98	Q 145 744.03
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 5/8" grado 60	varilla	0.4	Q 69.40	Q 27.76
Hierro de 3/4" grado 60	varilla	0.4	Q 115.67	Q 46.27
Hierro de 7/8" grado 60	varilla	0.2	Q 173.50	Q 34.70
Hierro de 3/8" grado 60	varilla	1.4	Q 26.69	Q 37.37
Alambre de amarre	lb	0.6	Q 5.20	Q 3.12
Concreto 4000 PSI	m³	0.08	Q 1 351.59	Q 108.13
Tabla de 16"x1 1/2"	pie-tabla	2	Q 7.20	Q 14.40

Continúa tabla 81

Tabla de 12"x1 1/2"	pie-tabla	4	Q 7.20	Q 28.80
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Andamios	m	1	Q 27.00	Q 27.00
Subtotal de materiales				Q 335.04

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 2.50	Q 17.50
Centrar armado	m	1	Q 15.00	Q 15.00
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 16.50	Q 16.50
Colocar concreto	m³	0.08	Q 110.00	Q 8.80
Subtotal mano de obra				Q 57.80

TOTAL COSTO DIRECTO Q 392.84

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 47.14
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q 11.79
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 58.93
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	8%	Q 39.28
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 549.98
PRECIO UNITARIO		Q 549.98

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 82. Integración de precios unitarios, vigas segundo nivel
renglón 7.1**

Renglón 7.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Viga en sentido X	m	330	Q 442.40	Q 145 993.40

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 5/8" grado 60	varilla	0.4	Q 69.40	Q 27.76
Hierro de 1/2" grado 60	varilla	0.5	Q 52.86	Q 26.43
Hierro de 3/8" grado 60	varilla	1.4	Q 26.69	Q 37.37
Alambre de amarre	lb	0.6	Q 5.20	Q 3.12
Concreto 4000 PSI	m³	0.08	Q 351.59	Q 108.13
Tabla de 16"x1 1/2"	pie-tabla	2	Q 7.20	Q 14.40
Tabla de 12"x1 1/2"	pie-tabla	4	Q 7.20	Q 28.80
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Andamios	m	1	Q 27.00	Q 27.00

Subtotal de materiales Q 280.50

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.20	Q 8.40
Centrar armado	m	1	Q 1.80	Q 1.80

Continúa tabla 82

Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 16.50	Q 16.50
Colocar concreto	m³	0.08	Q 110.00	Q 8.80
Subtotal mano de obra				Q 35.50
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 316.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)		12%	Q	37.92
Imprevistos (sobre costos directos)		3%	Q	9.48
Utilidades (sobre costos directos)		15%	Q	47.40
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)		10%	Q	31.60
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 442.40
PRECIO UNITARIO				Q 442.40

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 83. Integración de precios unitarios, vigas segundo nivel
renglón 7.2**

Renglón 7.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Viga en sentido Y	m	280	Q 444.27	Q 124 394.55
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 5/8" grado 60	varilla	0.8	Q 69.40	Q 55.52
Hierro de 3/8" grado 60	varilla	1.4	Q 26.69	Q 37.37
Alambre de amarre	lb	0.6	Q 5.20	Q 3.12
Concreto 4000 PSI	m³	0.08	Q 1 351.59	Q 108.13
Tabla de 16"x1 1/2"	pie-tabla	2	Q 7.20	Q 14.40
Tabla de 12"x1 1/2"	pie-tabla	4	Q 7.20	Q 28.80
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Andamios	m	1	Q 27.00	Q 27.00
Subtotal de materiales				Q 281.83
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado de estribos	unidad	7	Q 1.20	Q 8.40
Centrar armado	m	1	Q 1.80	Q 1.80
Hacer, colocar y quitar formaleta	m	1	Q 16.50	Q 16.50
Colocar concreto	m³	0.08	Q 110.00	Q 8.80
Subtotal mano de obra				Q 35.50
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 317.33
Gasto administrativo (sobre costos directos)		12%	Q	38.08
Imprevistos (sobre costos directos)		3%	Q	9.52
Utilidades (sobre costos directos)		15%	Q	47.60
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)		10%	Q	31.73
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 444.27
PRECIO UNITARIO				Q 444.27

Fuente: elaboración propia.

Tabla 84. Integración de precios unitarios, losa y cenefa
renglón 8.1

Renglón 8.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Losa tradicional de 0.12 m	m ²	1085	Q 749.85	Q 813 585.45

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/8" grado 60 longitudinal	varilla	3.86	Q 26.69	Q 103.02
Alambre de amarre	lb	1.96	Q 5.20	Q 10.19
Concreto 4000 PSI	m ³	0.12	Q 1 351.59	Q 162.19
Tabla de 12"x1" x 14'	pie-tabla	10	Q 7.20	Q 72.00
Tendal de 3" x 2"	pie-tabla	2.5	Q 7.20	Q 18.00
Puntal de 3" x 4"	pie-tabla	17	Q 7.20	Q 122.40
Clavo de 4"	lb	0.8	Q 7.00	Q 5.60
Subtotal de materiales				Q 493.41

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado	m ²	1	Q 14.00	Q 14.00
Entarimado de losa	m ²	1	Q 15.00	Q 15.00
Colocar concreto	m ³	0.12	Q 110.00	Q 13.20
Subtotal mano de obra				Q 42.20

TOTAL COSTO DIRECTO Q 535.61

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 64.27
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 16.07
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 80.34
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 53.56
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 749.85
PRECIO UNITARIO		Q 749.85

Fuente: elaboración propia.

Tabla 85. Integración de precios unitarios, losa y cenefa
renglón 8.2

Renglón 8.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cenefa tipo 1	m	115	Q 1 016.70	Q 116 921.03

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 1/4" grado 40	m	45	Q 1.70	Q 76.50
Alambre de amarre	lb	5	Q 5.20	Q 26.00
Concreto 4000 PSI	m ³	0.2	Q 1 351.59	Q 270.32
Tabla de 12"x1" x 14'	pie-tabla	30	Q 7.20	Q 216.00
Tendal de 3" x 2"	pie-tabla	7	Q 7.20	Q 50.40
Clavo de 4"	lb	1	Q 7.00	Q 7.00
Subtotal de materiales				Q 646.22

Continúa tabla 85

MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado	m ²	2	Q 14.00	Q 28.00
Entarimado de losa	m ²	2	Q 15.00	Q 30.00
Colocar concreto	m ³	0.2	Q 110.00	Q 22.00
Subtotal mano de obra				Q 80.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 726.22
Gasto administrativo (sobre costos directos)		12%	Q	87.15
Imprevistos (sobre costos directos)		3%	Q	21.79
Utilidades (sobre costos directos)		15%	Q	108.03
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)		10%	Q	72.62
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 1 016.70
PRECIO UNITARIO				Q 1 016.70

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 86. Integración de precios unitarios, techos y cenefa
renglón 9.1**

Renglón 9.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Estructura metálica para techo	m ²	1 500	Q 145.09	Q 217 629.09
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Costanera 2"x4"	unidad	0.22	Q 110.00	Q 23.83
Costanera 2"x6"	unidad	0.15	Q 160.00	Q 23.25
Costanera 2"x2"	unidad	0.04	Q 80.00	Q 3.20
Pletina de acero laminado A 36, según ASTM 36	unidad	0.05	Q 9.56	Q 0.47
Acero en varillas corrugadas No. 4 grado 60	varilla	0.005	Q 49.57	Q 0.23
Juego de arandelas, tuerca y contratuerca	unidad	0.05	Q 8.58	Q 0.42
Subtotal de materiales				Q 51.41
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación de estructura metálica	m ²	1	Q 50.00	Q 50.00
Instalación de placa de anclaje	unidad	0.05	Q 45.00	Q 2.22
Subtotal mano de obra				Q 52.22
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 103.63
Gasto administrativo (sobre costos directos)		12%	Q	12.44
Imprevistos (sobre costos directos)		3%	Q	3.11
Utilidades (sobre costos directos)		15%	Q	15.54
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)		10%	Q	10.36
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 145.09
PRECIO UNITARIO				Q 145.09

Fuente: elaboración propia.

Tabla 87. Integración de precios unitarios, techos y cenefa
renglón 9.2

Renglón 9.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Techo de lámina de revestimiento multiestrato	m ²	1 650	Q 437.74	Q 722 275.99

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Lamina Cindurib it 26 B/B de 18'	unidad	0.23	Q 838.97	Q 195.25
Caballote universal blanco calibre 26 de 16"	unidad	0.02	Q 104.48	Q 2.03
Remate lateral 12" X 8'	unidad	0.01	Q 83.88	Q 0.92
Polser 1/4" x 3/4"	unidad	3.94	Q 0.54	Q 2.13
Sellador blanco aplicado	unidad	0.04	Q 59.75	Q 2.35
Juego de arandelas, tuerca y contratuerca	unidad	0.05	Q 8.58	Q 0.42
Subtotal de materiales				Q 202.67

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Servicio de instalación	m ²	1	Q 100.00	Q 100.00
Servicio de flete	m ²	1	Q 10.00	Q 10.00
-				Q 110.00

TOTAL COSTO DIRECTO

Q 312.67

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 37.52
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 9.38
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 46.90
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 31.27
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 437.74
PRECIO UNITARIO		Q 437.74

Fuente: elaboración propia.

Tabla 88. Integración de precios unitarios, techos y cenefa
renglón 9.3

Renglón 9.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cenefa canal tipo 2	m	190	Q 1 016.70	Q 193 173.88

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 1/4" grado 40	m	45	Q 1.70	Q 76.50
Alambre de amarre	lb	5	Q 5.20	Q 26.00
Concreto 4000 PSI	m ³	0.2	Q 1 351.59	Q 270.32
Tabla de 12"x1" x 14'	pie-tabla	30	Q 7.20	Q 216.00
Tendal de 3" x 2"	pie-tabla	7	Q 7.20	Q 50.40
Clavo de 4"	lb	1	Q 7.00	Q 7.00
Subtotal de materiales				Q 646.22

Continúa tabla 88

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado	m ²	2	Q 14.00	Q 28.00
Encofrado de cenefa	m ²	2	Q 15.00	Q 30.00
Colocar concreto	m ³	0.2	Q 110.00	Q 22.00
Subtotal mano de obra				Q 80.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 726.22

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 87.15
Imprevistos (sobre costos directos)	5%	Q 21.79
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 108.03
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	8%	Q 72.62
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 1 016.70
PRECIO UNITARIO		Q 1 016.70

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 89. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.1**

Renglón 10.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Repello	m ²	4 870	Q 27.94	Q 136 076.92

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Mezcla para repello	m ³	0.01	Q 995.85	Q 9.96
Subtotal de materiales				Q 9.96

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Repellar	m ²	1	Q 10.00	Q 10.00
Subtotal mano de obra				Q 10.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 19.96

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 2.40
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 0.60
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 2.99
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 2.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 27.94
PRECIO UNITARIO		Q 27.94

Fuente: elaboración propia.

Tabla 90. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.2

Renglón 10.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cernido	m ²	4 870	Q 24.66	Q 120 087.07

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Mezcla para cernido	m ³	0.005	Q 522.65	Q 2.61
Subtotal de materiales				Q 2.61

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cernir	m ²	1	Q 15.00	Q 15.00
Subtotal mano de obra				Q 15.00

TOTAL COSTO DIRECTO

Q 17.61

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 2.11
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 0.53
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 2.64
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 1.76
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 24.66
PRECIO UNITARIO		Q 24.66

Fuente: elaboración propia.

Tabla 91. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.3

Renglón 10.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Pintura PVA	m ²	6 723	Q 21.63	Q 145 418.49

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Galón de pintura	galón	0.01	Q 45.00	Q 0.45
Subtotal de materiales				Q 0.45

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Pintar	m ²	1	Q 15.00	Q 15.00
Subtotal mano de obra				Q 15.00

TOTAL COSTO DIRECTO

Q 15.45

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 1.85
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 0.46
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 2.32
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 1.55
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 21.63
PRECIO UNITARIO		Q 21.63

Fuente: elaboración propia.

Tabla 92. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.4

Renglón 10.4	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Piso de granito 0.30x0.30 m	m ²	1280	Q 165.07	Q 211 294.72
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Piso de granito	m ²	1	Q 72.00	Q 72.00
Adhesivo para pegar piso	saco	0.19	Q 27.00	Q 5.13
Estuque	saco	0.11	Q 38.00	Q 4.18
Cruceta para separar piso 5 mm	bolsa	0.064	Q 25.00	Q 1.60
Subtotal de materiales				Q 82.91
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Pegar piso	m ²	1	Q 35.00	Q 35.00
Subtotal mano de obra				Q 35.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 117.91
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 14.15
Imprevistos (sobre costos directos)			5%	Q 3.54
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 17.69
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			8%	Q 11.79
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 165.07
PRECIO UNITARIO				Q 165.07

Fuente: elaboración propia.

Tabla 93. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.5

Renglón 10.5	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Piso cerámico	m ²	300	Q 159.47	Q 47 842.20
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Piso cerámico	m ²	1	Q 68.00	Q 68.00
Adhesivo para pegar piso	saco	0.19	Q 27.00	Q 5.13
Estuque	saco	0.11	Q 38.00	Q 4.18
Cruceta para separar piso 5 mm	bolsa	0.064	Q 25.00	Q 1.60
Subtotal de materiales				Q 78.91
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Pegar piso	m ²	1	Q 35.00	Q 35.00
Subtotal mano de obra				Q 35.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 113.91
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 13.67
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 3.42
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 17.09
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 11.39
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 159.47
PRECIO UNITARIO				Q 159.47

Fuente: elaboración propia.

Tabla 94. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.6

Renglón 10.6	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Piso de concreto de 0.20 m de espesor	m ³	200	Q 420.44	Q 84 088.93
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Concreto 4000 PSI	m ³	0.2	Q 1 351.59	Q 270.32
Subtotal de materiales				Q 270.32
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Fundir torta	m ³	0.2	Q 75.00	Q 15.00
Alisado	m ²	1	Q 15.00	Q 15.00
Subtotal mano de obra				Q 30.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 300.32
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 36.04
Imprevistos (sobre costos directos)			5%	Q 9.01
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 45.05
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			8%	Q 30.03
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 420.44
PRECIO UNITARIO				Q 420.44

Fuente: elaboración propia.

Tabla 95. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.7

Renglón 10.7	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Piso de concreto de 0.10 m de espesor	m ³	50	Q 220.72	Q 11 036.12
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Concreto 4000 PSI	m ³	0.1	Q 1 351.59	Q 135.16
Subtotal de materiales				Q 135.16
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Fundir torta	m ³	0.1	Q 75.00	Q 7.50
Alisado	m ²	1	Q 15.00	Q 15.00
Subtotal mano de obra				Q 22.50
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 157.66
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 18.92
Imprevistos (sobre costos directos)			5%	Q 4.73
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 23.65
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			8%	Q 15.77
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 220.72
PRECIO UNITARIO				Q 220.72

Fuente: elaboración propia.

Tabla 96. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.8

Renglón 10.8	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Piso antiderrapante de 0.25x0.25 m	m ²	25	Q 162.27	Q 4 056.85
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Piso antiderrapante	m ²	1	Q 70.00	Q 70.00
Adhesivo para pegar piso	saco	0.19	Q 27.00	Q 5.13
Estuque	saco	0.11	Q 38.00	Q 4.18
Cruceta para separar piso 5 mm	bolsa	0.064	Q 25.00	Q 1.60
Subtotal de materiales				Q 80.91
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Pegar piso	m ²	1	Q 35.00	Q 35.00
Subtotal mano de obra				Q 35.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 115.91
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 13.91
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 3.48
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 17.39
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 11.59
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 162.27
PRECIO UNITARIO				Q 162.27

Fuente: elaboración propia.

Tabla 97. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.9

Renglón 10.9	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Azulejo liso de 0.15x0.15 m	m ²	80	Q 155.61	Q 12 448.80
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Azulejo liso	m ²	1	Q 58.00	Q 58.00
Adhesivo para pegar azulejo	saco	0.19	Q 40.00	Q 7.60
Estuque	saco	0.11	Q 45.00	Q 4.95
Cruceta para separar piso 5 mm	bolsa	0.224	Q 25.00	Q 5.60
Subtotal de materiales				Q 76.15
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Pegar azulejo	m ²	1	Q 35.00	Q 35.00
Subtotal mano de obra				Q 35.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 111.15
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 13.34
Imprevistos (sobre costos directos)			5%	Q 3.33
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 16.67
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 11.12
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 155.61
PRECIO UNITARIO				Q 155.61

Fuente: elaboración propia.

Tabla 98. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.10

Renglón 10.10	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Banqueta de 0.20 m	m ³	33	Q 420.44	Q 13 874.67
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Concreto 4000 PSI	m ³	0.2	Q 1 351.59	Q 270.32
Subtotal de materiales				Q 270.32
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Fundir torta	m ³	0.2	Q 75.00	Q 15.00
Alisado	m ²	1	Q 15.00	Q 15.00
Subtotal mano de obra				Q 30.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 300.32
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 36.04
Imprevistos (sobre costos directos)			5%	Q 9.01
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 45.05
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			8%	Q 30.03
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 420.44
PRECIO UNITARIO				Q 420.44

Fuente: elaboración propia.

Tabla 99. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.11

Renglón 10.11	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cielo falso de 2' x 4'	m ²	596	Q 185.04	Q 110 281.40
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Fibra mineral de 2' x 4' x 5/8'	unidad	0.7	Q 38.50	Q 26.95
MainTee de 12'	unidad	0.11	Q 14.25	Q 1.57
Cross Tee de 4' acero esmaltado	unidad	0.67	Q 4.50	Q 3.02
Angular de 10' acero esmaltado	unidad	0.045	Q 7.50	Q 0.34
Tachuelo de 1" ciento	unidad	0.34	Q 0.15	Q 0.05
Alambre galvanizado calibre 16	lb	0.025	Q 9.90	Q 0.25
Subtotal de materiales				Q 32.17
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Colocación de cielo falso (incluye todo)	m ²	1	Q 100.00	Q 100.00
Subtotal mano de obra				Q 100.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 132.17
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 15.86
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 3.97
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 19.83

Continúa tabla 99

Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	8%	Q	13.22
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	185.04
PRECIO UNITARIO		Q	185.04

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 100. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.12**

Renglón 10.12	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Repello y cernido en cielo (losa)	m ²	1072	Q 87.60	Q 93 907.64

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Mezcla para repello	m ³	0.01	Q 995.85	Q 9.96
Mezcla para cernido	m ³	0.005	Q 522.65	Q 2.61
Subtotal de materiales				Q 12.57

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Repellar cielo	m ²	1	Q 20.00	Q 20.00
Cernir cielo	m ²	1	Q 30.00	Q 30.00
Subtotal mano de obra				Q 50.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 62.57

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	7.51
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	1.88
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	9.39
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	6.26
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	87.60
PRECIO UNITARIO		Q	87.60

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 101. Integración de precios unitarios, acabados
renglón 10.13**

Renglón 10.13	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Mezcla para cernido	m ³	1	Q 522.65	Q 522.65

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cal hidratada	saco	4	Q 40.00	Q 160.00
Arena de río	m ³	1.33	Q 104.00	Q 138.32
Subtotal de materiales				Q 298.32

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hacer mezcla	m ³	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00

Continúa tabla 101

TOTAL COSTO DIRECTO		Q	373.32
Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	44.80
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	11.20
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	56.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	37.33
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	522.65
PRECIO UNITARIO		Q	522.65

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 102. Integración de precios unitarios, pared de tabla yeso
renglón 11.1**

Renglón 11.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Paredes de tabla yeso texturizado (0.15 m espesor)	m ²	160	Q 309.62	Q 49 538.89

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tabla yeso de 1/2"X 4'X 8' 28	unidad	0.705	Q 61.50	Q 43.36
Poste de 3 5/8" X 10" (0.35)	unidad	0.655	Q 19.50	Q 12.77
Canal de 3 5/8" X 10" (0.35)	unidad	0.295	Q 18.00	Q 5.31
Pasta para tabla yeso 28 kg	cubeta	0.064	Q 130.00	Q 8.32
Cinta de papel	rollo	0.029	Q 15.75	Q 0.46
Tornillo 1" punta fina	ciento	0.11	Q 6.00	Q 0.66
Tornillo 1/2" punta fina	ciento	0.0155	Q 6.00	Q 0.09
Tachuelo de 1"	ciento	0.0124	Q 15.00	Q 0.19
Subtotal de materiales				Q 71.16

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Colocación de paredes	m ²	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 221.16

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	26.54
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	6.63
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	33.17
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	22.12
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	309.62
PRECIO UNITARIO		Q	309.62

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 103. Integración de precios unitarios, pared de tabla yeso
renglón 11.2**

Renglón 11.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Paredes de tabla yeso texturizado (0.10 m espesor)	m ²	26	Q 309.62	Q 8 050.07

Continúa tabla 103

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tabla yeso de 1/2" X 4' X 8' 28	unidad	0.705	Q 61.50	Q 43.36
Poste de 3 5/8" X 10" (0.35)	unidad	0.655	Q 19.50	Q 12.77
Canal de 3 5/8" X 10" (0.35)	unidad	0.295	Q 18.00	Q 5.31
Pasta para tabla yeso 28 kg	cubeta	0.064	Q 130.00	Q 8.32
Cinta de papel	rollo	0.029	Q 15.75	Q 0.46
Tornillo 1" punta fina	ciento	0.11	Q 6.00	Q 0.66
Tornillo 1/2" punta fina	ciento	0.0155	Q 6.00	Q 0.09
Tachuelo de 1"	ciento	0.0124	Q 15.00	Q 0.19
Subtotal de materiales				Q 71.16

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Colocación de paredes	m ²	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 221.16

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 26.54
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 6.63
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 33.17
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 22.12
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 309.62
PRECIO UNITARIO		Q 309.62

Fuente: elaboración propia.

Tabla 104. **Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.1**

Renglón 12.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-1	unidad	6	Q 7 280.00	Q 43 680.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo cortina	unidad	1	Q 5 000.00	Q 5 000.00
Subtotal de materiales				Q 5 000.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 200.00	Q 200.00
Subtotal mano de obra				Q 200.00

Continúa tabla 104

TOTAL COSTO DIRECTO		Q	5 200.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	624.00
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	156.00
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	780.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	520.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	7 280.00
PRECIO UNITARIO		Q	7 280.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 105. **Integración de precios unitarios, puertas**
renglón 12.2

Renglón 12.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-2	unidad	2	Q 1 960.00	Q 3 920.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de metal	unidad	1	Q 1 250.00	Q 1 250.00
Subtotal de materiales				Q 1 250.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO

		Q	1 400.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	168.00
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	70.00
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	210.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	112.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	1 960.00
PRECIO UNITARIO		Q	1 960.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 106. **Integración de precios unitarios, puertas**
renglón 12.3

Renglón 12.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-3	unidad	1	Q 1 960.00	Q 1 960.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de metal	unidad	1	Q 1 250.00	Q 1 250.00
Subtotal de materiales				Q 1 250.00

Continúa tabla 106

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 400.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	168.00
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	42.00
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	210.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	140.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	1 960.00
PRECIO UNITARIO		Q	1 960.00

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 107. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.4**

Renglón 12.4	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-4	unidad	2	Q 1 792.00	Q 3 584.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de metal	unidad	1	Q 1 130.00	Q 1 130.00
Subtotal de materiales				Q 1 130.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 280.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	153.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	38.40
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	192.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	128.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	1 792.00
PRECIO UNITARIO		Q	1 792.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 108. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.5

Renglón 12.5	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-5	unidad	1	Q 1 792.00	Q 1 792.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de metal	unidad	1	Q 1 130.00	Q 1 130.00
Subtotal de materiales				Q 1 130.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 280.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 153.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 38.40
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 192.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 128.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 1 792.00
PRECIO UNITARIO		Q 1 792.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 109. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.6

Renglón 12.6	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-6	unidad	3	Q 1 442.00	Q 4 326.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de madera + vidrio claro	unidad	1	Q 880.00	Q 880.00
Subtotal de materiales				Q 880.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 030.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 123.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 30.90
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 154.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 103.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 1 442.00
PRECIO UNITARIO		Q 1 442.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 110. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.7

Renglón 12.7	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-7	unidad	1	Q 1 442.00	Q 1442.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de madera + vidrio claro	unidad	1	Q 880.00	Q 880.00

Subtotal de materiales Q 880.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00

Subtotal mano de obra Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 030.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 123.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 30.90
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 154.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 103.00

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 442.00

PRECIO UNITARIO Q 1 442.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 111. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.8

Renglón 12.8	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-8	unidad	8	Q 1 442.00	Q 11 536.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de madera + vidrio claro	unidad	1	Q 880.00	Q 880.00

Subtotal de materiales Q 880.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00

Subtotal mano de obra Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 030.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 123.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 30.90
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 154.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 103.00

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 442.00

PRECIO UNITARIO Q 1 442.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 112. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.9

Renglón 12.9	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-9	unidad	1	Q 1 792.00	Q 1 792.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de metal	unidad	1	Q 1 130.00	Q 1 130.00
Subtotal de materiales				Q 1 130.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 280.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 153.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 38.40
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 192.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 128.00

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 792.00

PRECIO UNITARIO Q 1 792.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 113. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.10

Renglón 12.10	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-10	unidad	1	Q 1 442.00	Q 1 442.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de madera + vidrio claro	unidad	1	Q 880.00	Q 880.00
Subtotal de materiales				Q 880.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 030.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 123.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 30.90
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 154.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 103.00

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 442.00

PRECIO UNITARIO Q 1 442.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 114. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.11

Renglón 12.11	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-11	unidad	5	Q 840.00	Q 4 200.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de plywood	unidad	1	Q 500.00	Q 500.00

Subtotal de materiales Q 500.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00

Subtotal mano de obra Q 100.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 600.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 72.00
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 18.00
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 90.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 60.00

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 840.00

PRECIO UNITARIO Q 840.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 115. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.12

Renglón 12.12	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-12	unidad	2	Q 1 190.00	Q 2 380.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de madera	unidad	1	Q 700.00	Q 700.00

Subtotal de materiales Q 700.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00

Subtotal mano de obra Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 850.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 102.00
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 25.50
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 127.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 85.00

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 190.00

PRECIO UNITARIO Q 1 190.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 116. Integración de precios unitarios, puertas
renglón 12.13

Renglón 12.13	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta tipo P-13	unidad	5	Q 1 442.00	Q 7 210.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Puerta de madera + vidrio claro	unidad	1	Q 880.00	Q 880.00

Subtotal de materiales Q 880.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00

Subtotal mano de obra Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 030.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 123.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 30.90
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 154.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 103.40

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 442.00

PRECIO UNITARIO Q 1 442.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 117. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.1

Renglón 13.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-0	unidad	3	Q 313.74	Q 941.22

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio reflectante	m ²	0.28	Q 355.00	Q 99.40

Subtotal de materiales Q 99.40

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00

Subtotal mano de obra Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 174.40

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 20.93
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 5.23
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 26.16
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 17.44

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 244.16

PRECIO UNITARIO Q 244.16

Fuente: elaboración propia.

Tabla 118. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.2

Renglón 13.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-1	unidad	5	Q 313.74	Q 1 568.70

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	0.42	Q 355.00	Q 149.10

Subtotal de materiales Q 149.10

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00

Subtotal mano de obra Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 224.10

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 26.89
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 6.72
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 33.62
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 22.41

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 313.74

PRECIO UNITARIO Q 313.74

Fuente: elaboración propia.

Tabla 119. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.3

Renglón 13.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-2	unidad	2	Q 323.68	Q 647.36

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	0.44	Q 355.00	Q 156.20

Subtotal de materiales Q 156.20

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00

Subtotal mano de obra Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 231.20

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 27.74
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 6.94
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 34.68
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 23.12

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 323.68

PRECIO UNITARIO Q 323.68

Fuente: elaboración propia.

Tabla 120. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.4

Renglón 13.4	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-3 y V-4	unidad	60	Q 518.50	Q 31 110.24

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	0.832	Q 355.00	Q 295.36

Subtotal de materiales Q 295.36

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00

Subtotal mano de obra Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 370.36

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 44.44
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 11.11
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 55.55
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 37.04

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 518.50

PRECIO UNITARIO Q 518.50

Fuente: elaboración propia.

Tabla 121. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.5

Renglón 13.5	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-5 y V-6	unidad	10	Q 520.49	Q 5 204.92

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	0.836	Q 355.00	Q 296.78

Subtotal de materiales Q 296.78

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00

Subtotal mano de obra Q 575.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 371.78

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 44.61
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 11.15
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 55.77
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 37.18

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 520.49

PRECIO UNITARIO Q 520.49

Fuente: elaboración propia.

Tabla 122. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.6

Renglón 13.6	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-7	unidad	1	Q 862.43	Q 862.43

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	1.524	Q 355.00	Q 541.02
Subtotal de materiales				Q 541.02

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 616.02

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 73.92
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 18.48
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 92.40
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 61.60
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 862.43
PRECIO UNITARIO		Q 862.43

Fuente: elaboración propia.

Tabla 123. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.7

Renglón 13.7	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-8	unidad	1	Q 988.67	Q 988.67

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	1.778	Q 355.00	Q 631.19
Subtotal de materiales				Q 631.19

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 706.19

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 84.74
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 21.19
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 105.93
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 70.62
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 988.67
PRECIO UNITARIO		Q 988.67

Fuente: elaboración propia.

Tabla 124. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.8

Renglón 13.8	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-9	unidad	1	Q 1 114.90	Q 1 114.90

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	2.032	Q 355.00	Q 721.36

Subtotal de materiales Q 721.36

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00

Subtotal mano de obra Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 796.36

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 95.56
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 23.89
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 119.45
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 79.64

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 114.90

PRECIO UNITARIO Q 1 114.90

Fuente: elaboración propia.

Tabla 125. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.9

Renglón 13.9	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-10	unidad	4	Q 1 417.08	Q 5 668.32

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	2.64	Q 355.00	Q 937.20

Subtotal de materiales Q 937.20

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00

Subtotal mano de obra Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 012.20

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 121.46
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 30.37
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 151.83
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 101.22

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 417.08

PRECIO UNITARIO Q 1 417.08

Fuente: elaboración propia.

Tabla 126. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.10

Renglón 13.10	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-11	unidad	8	Q 1 304.76	Q 10 438.06

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	2.414	Q 355.00	Q 856.97
Subtotal de materiales				Q 856.97

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 931.97

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 111.84
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 27.96
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 139.80
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 93.20

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 304.76

PRECIO UNITARIO Q 1 304.76

Fuente: elaboración propia.

Tabla 127. Integración de precios unitarios, ventanas
renglón 13.11

Renglón 13.11	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana tipo V-12	unidad	5	Q 1 678.50	Q 8 392.51

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ventana de aluminio + vidrio	m ²	3.166	Q 355.00	Q 1 123.93
Subtotal de materiales				Q 1 123.93

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 198.93

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 143.87
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 35.97
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 179.84
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 119.89

TOTAL COSTO INDIRECTO Q 1 678.50

PRECIO UNITARIO Q 1 678.50

Fuente: elaboración propia.

Tabla 128. Integración de precios unitarios, instalación hidráulica
renglón 14.1

Renclón 14.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería PVC 1" - 160PSI	m	155	Q 61.18	Q 9 482.90

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería PVC 1" - 160 PSI	unidad	27	Q 35.00	Q 945.00
Codo a 90°	unidad	18	Q 2.90	Q 52.20
Codo a 45°	unidad	2	Q 3.45	Q 6.90
Tee	unidad	28	Q 2.90	Q 81.20
Yee	unidad	5	Q 3.00	Q 15.00
Uniones	unidad	8	Q 1.65	Q 13.20
Reductor de 1" a 1/2"	unidad	24	Q 1.75	Q 42.00
Pegamento para PVC 1/4 galón	unidad	2	Q 169.00	Q 338.00
Cargadores de metal	unidad	20	Q 6.00	Q 120.00
Subtotal de materiales				Q 1 613.50

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación	m	80	Q 10.00	Q 800.00
Material selecto	m³	32	Q 55.00	Q 1 760.00
Relleno y compactación	m	80	Q 10.00	Q 800.00
Colocación de tubería PVC	m	120	Q 15.00	Q 1 800.00
Subtotal mano de obra				Q 5 160.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 6 773.50

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 812.82
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 203.21
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 1 016.03
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 677.35
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 9 482.35
Costo indirecto por metro		Q 61.18
PRECIO UNITARIO		Q 61.18

Fuente: elaboración propia.

Tabla 129. Integración de precios unitarios, instalación hidráulica
renglón 14.2

Renclón 14.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería PVC 1/2"- 315 PSI	m	38	Q 32.34	Q 1 229.06

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería PVC 1/2" - 315 PSI	unidad	7	Q 15.25	Q 106.75
Codo a 90°	unidad	51	Q 0.90	Q 45.90
Pegamento 1/4 galón	unidad	1	Q 169.00	Q 169.00
Subtotal de materiales				Q 321.65

Continúa tabla 129

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación	m	10	Q 10.00	Q 100.00
Material selecto	m³	3.75	Q 55.00	Q 206.25
Relleno y compactación	m	10	Q 10.00	Q 100.00
Colocación de tubería PVC	m	10	Q 15.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 556.25

TOTAL COSTO DIRECTO Q 877.90

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 105.35
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 26.34
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 131.69
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 87.79
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 1 229.06
Costo indirecto por metro		Q 32.34
PRECIO UNITARIO		Q 32.34

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 130. Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios
renglón 15.1**

Renglón 15.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de lavamanos	unidad	9	Q 1 197.00	Q 10 773.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Lavamanos color blanco	unidad	1	Q 555.00	Q 555.00
Accesorios	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal de materiales				Q 705.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación y suministro de lavamanos	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 855.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 102.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 25.65
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 128.25
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 85.50
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 1 197.00
PRECIO UNITARIO		Q 1 197.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 131. Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios
renglón 15.2

Renglón 15.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de inodoros	unidad	12	Q 1 344.00	Q 16128.00
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Inodoro color blanco	unidad	1	Q 710.00	Q 710.00
Accesorios	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00
Subtotal de materiales				Q 810.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación y suministro de inodoro	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 960.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 115.20
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 28.80
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 144.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 96.00
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 1 344.00
PRECIO UNITARIO				Q 1 344.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 132. Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios
renglón 15.3

Renglón 15.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de mingitorio	unidad	1	Q 2 058.00	Q 2 058.00
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Mingitorio color blanco	unidad	1	Q 1 220.00	Q 1 220.00
Accesorios	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00
Subtotal de materiales				Q 1 320.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación y suministro de mingitorio	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 1 470.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 176.40
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 44.10
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 220.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 147.00
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 2 058.00
PRECIO UNITARIO				Q 2 058.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 133. Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios
renglón 15.4

Renglón 15.4	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de lavatrastos	unidad	1	Q 854.00	Q 854.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Lavatrastos de acero inoxidable	unidad	1	Q 360.00	Q 360.00
Accesorios	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00
Subtotal de materiales				Q 510.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación y suministro de lavatrastos	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00
Subtotal mano de obra				Q 100.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 610.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 73.20
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 18.30
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 91.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 61.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 854.00
PRECIO UNITARIO		Q 854.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 134. Integración de precios unitarios, artefactos sanitarios
renglón 15.5

Renglón 15.5	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de pila plástica	unidad	1	Q 1 652.00	Q 1 652.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Pila plástica de un lavadero	unidad	1	Q 980.00	Q 980.00
Accesorios	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00
Subtotal de materiales				Q 1 080.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación y suministro de pila	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00
Subtotal mano de obra				Q 100.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 1 180.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 141.60
--	-----	----------

Continúa tabla 134

Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	35.40
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	177.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	118.00
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	1 652.00
PRECIO UNITARIO		Q	1 652.00

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 135. Integración de precios unitarios, drenaje sanitario
renglón 16.1**

Renglón 16.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería + accesorios PVC 2" - 80 PSI	m	12	Q 107.94	Q 1 295.28

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería PVC 2" - 80 psi	unidad	5	Q 55.00	Q 275.00
Codo a 90°	unidad	21	Q 5.00	Q 105.00
Codo a 45°	unidad	1	Q 4.20	Q 4.20
Tee	unidad	2	Q 6.00	Q 12.00
Cemento solvente 1/4 galón	unidad	1	Q 169.00	Q 169.00
Subtotal de materiales				Q 565.20

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación	m	6	Q 10.00	Q 60.00
Material selecto	m ³	0.6	Q 55.00	Q 33.00
Relleno y compactación	m	6	Q 12.00	Q 72.00
Colocación de tubería PVC	m	13	Q 15.00	Q 195.00
Subtotal mano de obra				Q 360.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 925.20

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q	111.02
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q	27.76
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q	138.78
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q	92.52
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q	1 295.28
Costo indirecto por metro		Q	107.94
PRECIO UNITARIO		Q	107.94

Fuente: elaboración propia.

Tabla 136. Integración de precios unitarios, drenaje sanitario
renglón 16.2

Renglón 16.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería + accesorios PVC 3" 80 PSI	m	196	Q 78.77	Q 15 439.76
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería PVC 3" - 80 psi	unidad	32	Q 87.00	Q 2 784.00
Codo a 90°	unidad	19	Q 12.00	Q 228.00
Codo a 45°	unidad	1	Q 9.90	Q 9.90
Tee	unidad	9	Q 12.00	Q 108.00
Unión	unidad	15	Q 5.00	Q 75.00
Reductor de 3" a 2"	unidad	7	Q 9.00	Q 63.00
Cemento solvente 1/4 galón	unidad	2	Q 169.00	Q 338.00
Subtotal de materiales				Q 3 605.90
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación	m	163	Q 10.00	Q 1 630.00
Material selecto	m³	16.3	Q 55.00	Q 896.50
Relleno y compactación	m	163	Q 12.00	Q 1 956.00
Colocación de tubería PVC	m	196	Q 15.00	Q 2 940.00
Subtotal mano de obra				Q 7 422.50
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 11 028.40
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 1 323.41
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 330.85
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 1 654.26
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 1 102.84
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 15 439.76
Costo indirecto por metro				Q 78.77
PRECIO UNITARIO				Q 78.77

Fuente: elaboración propia.

Tabla 137. Integración de precios unitarios, drenaje sanitario
renglón 16.3

Renglón 16.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación caja de registro	unidad	22	Q 787.59	Q 17 326.89
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ladrillo tayuyo	unidad	40	Q 2.80	Q 112.00
Cemento UGC	sacos	0.17	Q 67.00	Q 11.39
Arena de río	m³	0.3	Q 74.00	Q 22.20
Hierro No. 3 grado 40	m	10.4	Q 9.80	Q 101.92
Codo de 90 grados 3"	unidad	13	Q 12.00	Q 156.00
Concreto 4000 psi	m³	0.0576	Q 1 351.59	Q 77.85
Subtotal de materiales				Q 481.36

Continúa tabla 137

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantado de ladrillo tayuyo	m ²	1	Q 45.00	Q 45.00
Armado de refuerzo	m	10.4	Q 3.00	Q 31.20
Excavación	m ³	0.5	Q 4.00	Q 2.00
Subtotal mano de obra				Q 81.20

TOTAL COSTO DIRECTO Q 562.56

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 67.51
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 16.88
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 84.38
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 56.26
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 787.59
PRECIO UNITARIO		Q 787.59

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 138. Integración de precios unitarios, drenaje pluvial
renglón 17.1**

Renglón 17.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería + accesorios PVC 3" 80 PSI	m	230	Q 72.58	Q 16 695.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubería PVC 3" - 80 PSI	unidad	38	Q 87.00	Q 3 306.00
Codo a 90°	unidad	38	Q 12.00	Q 456.00
Tee	unidad	10	Q 12.00	Q 20.00
Unión	unidad	15	Q 5.00	Q 75.00
Cemento solvente 1/4 galón	unidad	2	Q 169.00	Q 338.00
Subtotal de materiales				Q 4 295.00

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación	m	152	Q 10.00	Q 1 520.00
Material selecto	m ³	15.2	Q 55.00	Q 836.00
Relleno y compactación	m	152	Q 12.00	Q 1 824.00
Colocación de tubería PVC	m	230	Q 15.00	Q 3 450.00
Subtotal mano de obra				Q 7 630.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 11 925.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 1 431.00
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 357.75
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 1 788.75
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 1 192.50
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 16 695.00
Costo indirecto por metro		Q 72.58
PRECIO UNITARIO		Q 72.58

Fuente: elaboración propia.

Tabla 139. Integración de precios unitarios, drenaje sanitario
renglón 17.2

Renglón 17.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación caja de unión	unidad	18	Q 656.88	Q 11 823.83
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Ladrillo tuyuyo	unidad	30	Q 2.80	Q 84.00
Cemento UGC	sacos	0.17	Q 67.00	Q 11.39
Arena de río	m ³	0.3	Q 74.00	Q 22.20
Hierro No. 3 grado 40	m	7.68	Q 9.80	Q 75.26
Codo de 90 grados 3"	unidad	13	Q 12.00	Q 156.00
Concreto 4000 psi	m ³	0.035	Q 1 351.59	Q 47.31
Subtotal de materiales				Q 396.16
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Levantado de ladrillo tuyuyo	m ²	1	Q 45.00	Q 45.00
Armado de refuerzo	m	7.68	Q 3.00	Q 23.04
Excavación	m ³	0.5	Q 10.00	Q 5.00
Subtotal mano de obra				Q 73.04
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 469.20
Gasto administrativo (sobre costos directos)		12%	Q	56.30
Imprevistos (sobre costos directos)		3%	Q	14.08
Utilidades (sobre costos directos)		15%	Q	70.38
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)		10%	Q	46.92
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 656.88
PRECIO UNITARIO				Q 656.88

Fuente: elaboración propia.

Tabla 140. Integración de precios unitarios, instalación de tableros
renglón 18.1

Renglón 18.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tablero y flipón principal trifásico	unidad	1	Q 126 105.00	Q 126 105.00
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tablero principal de 200 amperios	unidad	1	Q 1 080.00	Q 1 080.00
Flipón de 3x300 A 240 V	unidad	1	Q 4 995.75	Q 4 995.00
Cable calibre 3/0 THWN	m	30	Q 2 300.00	Q 69 000.00
Subtotal de materiales				Q 75 075.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación de tablero	unidad	1	Q 15 000.00	Q 15 000.00
Subtotal mano de obra				Q 15 000.00

Continúa tabla 140

TOTAL COSTO DIRECTO		Q 90 075.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 10 809.00
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 2 702.25
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 13 511.25
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 9 007.50
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 126 105.00
PRECIO UNITARIO		Q 126 105.00

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 141. Integración de precios unitarios, instalación de tableros
renglón 18.2**

Renglón 18.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tableros secundarios	global	1	Q 17 367.00	Q 17 367.00

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tablero monofásico de 24 circuitos	unidad	2	Q 680.00	Q 1 360.00
Flipón de 15 amperios	unidad	29	Q 30.00	Q 870.00
Flipón de 20 amperios	unidad	5	Q 35.00	Q 175.00
Subtotal de materiales				<u>Q 2 405.00</u>

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación de tableros	unidad	2	Q 5 000.00	Q 10 000.00
Subtotal mano de obra				<u>Q 10 000.00</u>

TOTAL COSTO DIRECTO Q 12 405.00

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 1 488.60
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 372.15
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 1 860.75
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 1 240.50
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 17 367.00
PRECIO UNITARIO		Q 17 367.00

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 142. Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.1**

Renglón 19.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro en instalación de lámparas de 4x32 watts incluye accesorios	unidad	338	Q 1 164.11	Q 393 469.18

Continúa tabla 142

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Lámpara de 4x32 watts con difusor prismático + accesorios	unidad	1	Q 617.00	Q 617.00
tubo fluorescente de 32 watts	unidad	4	Q 15.00	Q 60.00
Cajas octogonales + accesorios	unidad	1	Q 4.50	Q 4.50
Subtotal de materiales				Q 681.50

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal de materiales				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 831.50

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 99.78
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 24.95
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 124.73
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 83.15
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 1 164.11
PRECIO UNITARIO		Q 1 164.11

Fuente: elaboración propia.

Tabla 143. **Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.2**

Renglón 19.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de lámparas tipo LED de 20 watts incluye accesorios	unidad	11	Q 389.36	Q 4 282.96

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Lámpara tipo LED de 20 watts	unidad	1	Q 110.00	Q 110.00
Plafonera en cielo	unidad	1	Q 13.62	Q 13.62
Cajas octogonales + accesorios	unidad	1	Q 4.50	Q 4.50
Subtotal de materiales				Q 128.12

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 278.12

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 33.37
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 8.34
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 41.72
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 27.81
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 389.36
PRECIO UNITARIO		Q 389.36

Fuente: elaboración propia.

Tabla 144. Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.3

Renglón 19.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de reflectores de 2 lámparas de 55 watts	unidad	6	Q 779.11	Q 4 674.66

MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Lámpara doble tipo reflector Led de 55 watts para pared	unidad	1	Q 552.00	Q 552.00
Caja octagonal + accesorios	unidad	1	Q 4.50	Q 4.50
Subtotal de materiales				Q 556.50

MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	556.50
Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%		Q	66.78
Imprevistos (sobre costos directos)	3%		Q	16.70
Utilidades (sobre costos directos)	15%		Q	83.48
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%		Q	55.65
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q	779.11
PRECIO UNITARIO			Q	779.11

Fuente: elaboración propia.

Tabla 145. Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.4

Renglón 19.4	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de lámpara LED campana de 150W	unidad	9	Q 2 513.00	Q 22 617.00

MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Lámpara LED de 150 watts	unidad	1	Q 1 595.00	Q 1 595.00
Subtotal de materiales				Q 1 595.00

MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 200.00	Q 200.00
Subtotal mano de obra				Q 200.00

TOTAL COSTO DIRECTO			Q	1 795.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%		Q	215.40
Imprevistos (sobre costos directos)	3%		Q	53.85
Utilidades (sobre costos directos)	15%		Q	269.25
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%		Q	179.50
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q	2 513.00
PRECIO UNITARIO			Q	2 513.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 146. Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.5

Renglón 19.5	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cable eléctrico THWN #14	m	4275	Q 32.48	Q 138 852.00
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cable eléctrico THWN #14	m	1	Q 3.20	Q 3.20
Subtotal de materiales				Q 3.20
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 20.00	Q 20.00
Subtotal mano de obra				Q 20.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 23.20
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 2.78
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 0.70
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 3.48
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 2.32
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 32.48
PRECIO UNITARIO				Q 32.48

Fuente: elaboración propia.

Tabla 147. Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.6

Renglón 19.6	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Interruptor simple más accesorios	unidad	42	Q 264.60	Q 11 113.20
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Interruptor simple + accesorios	unidad	1	Q 35.00	Q 35.00
Caja rectangular de metal	unidad	1	Q 4.00	Q 4.00
Subtotal de materiales				Q 39.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 189.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 22.68
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 5.67
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 28.35
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 18.90
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 264.60
PRECIO UNITARIO				Q 264.60

Fuente: elaboración propia.

Tabla 148. Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.7

Renglón 19.7	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Interruptor doble más accesorios	unidad	17	Q 267.40	Q 4 545.80
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Interruptor doble + accesorios	unidad	1	Q 37.00	Q 37.00
Caja rectangular de metal	unidad	1	Q 4.00	Q 4.00
Subtotal de materiales				Q 41.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 191.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 22.92
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 5.73
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 28.65
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 19.10
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 267.40
PRECIO UNITARIO				Q 267.40

Fuente: elaboración propia.

Tabla 149. Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.8

Renglón 19.8	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Interruptor 3way más accesorios	unidad	2	Q 271.60	Q 543.20
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Interruptor 3way + accesorios	unidad	1	Q 40.00	Q 40.00
Caja rectangular de metal	unidad	1	Q 4.00	Q 4.00
Subtotal de materiales				Q 44.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 194.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 23.28
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 5.82
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 29.10
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 19.40
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 271.60
PRECIO UNITARIO				Q 271.60

Fuente: elaboración propia.

Tabla 150. Integración de precios unitarios, iluminación
renglón 19.9

Renglón 19.9	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubo PVC 3/4" eléctrico más accesorios	m	1500	Q 98.00	Q 147 000.00
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubo PVC 3/4" eléctrico + accesorios	m	1	Q 20.00	Q 20.00
Subtotal de materiales				Q 20.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 50.00	Q 50.00
Subtotal mano de obra				Q 50.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 70.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 8.40
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 2.10
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 10.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 7.00
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 98.00
PRECIO UNITARIO				Q 98.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 151. Integración de precios unitarios, fuerza
renglón 20.1

Renglón 20.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tomacorrientes dobles polarizados de 15 amperios	unidad	55	Q 242.20	Q 13 321.00
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tomacorriente doble polarizado de 15 amp.	unidad	1	Q 19.00	Q 19.00
Caja rectangular	unidad	1	Q 4.00	Q 4.00
Subtotal de materiales				Q 23.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 150.00	Q 150.00
Subtotal mano de obra				Q 150.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 173.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 20.76
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 5.19
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 25.95
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 17.30
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 242.20
PRECIO UNITARIO				Q 242.20

Fuente: elaboración propia.

Tabla 152. Integración de precios unitarios, fuerza
renglón 20.2

Renglón 20.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cable eléctrico THWN #12	m	981	Q 33.04	Q 31 862.88
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cable eléctrico THWN #12	m	1	Q 3.60	Q 3.60
Subtotal de materiales				Q 3.60
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 20.00	Q 20.00
Subtotal mano de obra				Q 20.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 23.60
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 2.83
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 0.71
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 3.54
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 2.36
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 33.04
PRECIO UNITARIO				Q 33.04

Fuente: elaboración propia.

Tabla 153. Integración de precios unitarios, fuerza
renglón 20.3

Renglón20.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubo PVC 3/4" eléctrico, incluye accesorios	m	327	Q 98.00	Q 32 046.00
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Tubo PVC 3/4" eléctrico + accesorios	m	1	Q 20.00	Q 20.00
Subtotal de materiales				Q 20.00
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Instalación	unidad	1	Q 50.00	Q 50.00
Subtotal mano de obra				Q 50.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 70.00
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 8.40
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 2.10
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 10.50
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 7.00
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 98.00
PRECIO UNITARIO				Q 98.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 154. Integración de precios unitarios, módulos de gradas
renglón 21.1

Renglón 21.1	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Gradas de acceso a oficinas	m ²	13	Q 568.83	Q 7 394.73

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/8" grado 40	m	6.6	Q 4.06	Q 26.80
Hierro de 1/2" grado 40	m	11.7	Q 1.70	Q 19.89
Alambre de amarre	lb	2	Q 5.20	Q 10.40
Concreto 4000 psi	m ³	0.2	Q 1 351.59	Q 270.32
Tabla de 12"x1 1/2x 10'	pie-tabla	2	Q 7.20	Q 14.40
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Subtotal de materiales				Q 349.30

MANO DE OBRA

Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado	m	1	Q 15.00	Q 15.00
Hacer. colocar y quitar formaleta	m	1	Q 20.00	Q 20.00
Colocar concreto	m ³	0.2	Q 110.00	Q 22.00
Subtotal mano de obra				Q 57.00

TOTAL COSTO DIRECTO Q 406.30

Gasto administrativo (sobre costos directos)	12%	Q 48.76
Imprevistos (sobre costos directos)	3%	Q 12.19
Utilidades (sobre costos directos)	15%	Q 60.95
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)	10%	Q 40.63
TOTAL COSTO INDIRECTO		Q 568.83
PRECIO UNITARIO		Q 568.83

Fuente: elaboración propia.

Tabla 155. Integración de precios unitarios, módulos de gradas
renglón 21.2

Renglón 21.2	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Gradas de acceso a bodegas	m ²	60	Q 723.53	Q 43 411.60

MATERIALES

Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hierro de 3/8" grado 40	m	6.6	Q 4.06	Q 26.80
Hierro de 1/2" grado 40	m	14.4	Q 1.70	Q 24.48
Alambre de amarre	lb	2	Q 5.20	Q 10.40
Concreto 4000 psi	m ³	0.27	Q 1 351.59	Q 364.93
Tabla de 12"x1 1/2x 10'	pie-tabla	2.5	Q 7.20	Q 18.00
Clavo de 3"	lb	1	Q 7.50	Q 7.50
Subtotal de materiales				Q 452.10

Continúa tabla 155

MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Armado	m	1	Q 15.00	Q 15.00
Hacer. colocar y quitar formaleta	m	1	Q 20.00	Q 20.00
Colocar concreto	m ³	0.27	Q 110.00	Q 29.70
Subtotal mano de obra				Q 64.70
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 516.80
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 62.02
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 15.50
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 77.52
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 51.68
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 723.53
PRECIO UNITARIO				Q 723.53

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 156. Integración de precios unitarios, concreto 4000 PSI
renglón 21.3**

Renglón 21.3	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Concreto 4000 PSI	m ³	1	Q 1351.59	Q 1 351.59
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cemento gris	saco	9.1	Q 83.00	Q 755.30
Arena	m ³	0.47	Q 104.00	Q 48.88
Piedrín	m ³	0.47	Q 112.00	Q 86.24
Subtotal de materiales				Q 890.42
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hacer concreto	m ³	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 965.42
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 115.85
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 28.96
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 144.81
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 96.54
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 1 351.59
PRECIO UNITARIO				Q 1 351.59

Fuente: elaboración propia.

Tabla 157. Integración de precios unitarios, concreto 3000 PSI
renglón 21.4

Renglón 21.4	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Concreto 3000 PSI	m ³	1	Q 1351.59	Q 1 351.59
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cemento gris	saco	7.6	Q 83.00	Q 630.80
Arena	m ³	0.52	Q 104.00	Q 54.08
Piedrín	m ³	0.77	Q 112.00	Q 86.24
Subtotal de materiales				Q 771.12
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hacer concreto	m ³	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 846.12
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 101.53
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 25.38
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 126.92
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 84.61
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 1 184.56
PRECIO UNITARIO				Q 1 184.56

Fuente: elaboración propia.

Tabla 158. Integración de precios unitarios, mortero
renglón 21.5

Renglón 21.5	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Mortero 1:3 (sabieta)	m ³	1	Q 1 310.96	Q 1 310.96
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cemento gris	saco	9.1	Q 83.00	Q 755.30
Arena	m ³	1.1	Q 104.00	Q 114.00
Subtotal de materiales				Q 861.40
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hacer mortero	m ³	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 936.40
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 112.37
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 28.09
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 140.46
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 93.64
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 1 310.96
PRECIO UNITARIO				Q 1 310.96

Fuente: elaboración propia.

Tabla 159. Integración de precios unitarios, mezcla para repello
renglón 21.6

Renglón 21.6	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Mezcla para repello	m ³	1	Q 995.85	Q 995.85
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cemento gris	saco	6	Q 83.00	Q 498.00
Arena	m ³	1.33	Q 104.00	Q 138.32
Subtotal de materiales				Q 636.32
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hacer mortero	m ³	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 711.32
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 85.36
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 21.34
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 106.70
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 71.13
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 995.85
PRECIO UNITARIO				Q 995.85

Fuente: elaboración propia.

Tabla 160. Integración de precios unitarios, mezcla para cernido
renglón 21.7

Renglón 21.7	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Mezcla para cernido	m ³	1	Q 522.65	Q 995.85
MATERIALES				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Cal hidratada	saco	4	Q 40.00	Q 160.00
Arena	m ³	1.33	Q 104.00	Q 138.32
Subtotal de materiales				Q 298.32
MANO DE OBRA				
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Hacer mezcla	m ³	1	Q 75.00	Q 75.00
Subtotal mano de obra				Q 75.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 373.32
Gasto administrativo (sobre costos directos)			12%	Q 44.80
Imprevistos (sobre costos directos)			3%	Q 11.20
Utilidades (sobre costos directos)			15%	Q 56.00
Impuestos (IVA, ISR, sobre costos directos)			10%	Q 37.33
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 522.65
PRECIO UNITARIO				Q 522.65

Fuente: elaboración propia.

Se muestra en la tabla 161 el presupuesto del proyecto.

Tabla 161. Presupuesto edificio de dos niveles para bodegas y oficinas

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	Trazo y estaqueado	unidad	74	Q 287.63	Q 21 284.62
1.2	Excavación de zapatas	m ³	1332	Q 127.40	Q 169 696.80
1.3	Excavación de cimiento corrido	m ³	128	Q 140.00	Q 17 920.00
2	CIMENTACIÓN				
2.1	Zapata tipo Z-1 0.40x2.3x2.3 m	unidad	74	Q 6 764.39	Q 500 564.66
2.2	Cimiento corrido de 0.20x0.40 m	m	502	Q 202.25	Q 101 527.92
2.3	Levantado muro cimentación block de 0.19x0.19x0.39 de 35 kg/cm ²	m ²	124	Q 238.08	Q 29 522.28
2.4	Levantado muro cimentación block de 0.14x0.19x0.39 m de 35 kg/cm ²	m ²	136	Q 215.51	Q 29 310.02
2.5	Solera de humedad de 0.20x0.20 m	m	657	Q 206.99	Q 135 990.15
2.6	Solera de humedad de 0.15x0.20 m	m	170	Q 184.86	Q 31 425.91
3	LEVANTADO DE PAREDES				
3.1	Levantado de pared de block de 0.19x0.19x0.39 m de 35 kg/cm ²	m ²	580	Q 266.95	Q 154 828.26
3.2	Levantado de pared de block de 0.14x0.19x0.39 m de 35 kg/cm ²	m ²	703	Q 248.38	Q 174 612.04
4	COLUMNAS				
4.1	Columna tipo C-1	m	606,8	Q 970.06	Q 588 634.56
4.2	Columna tipo C-2	m	261	Q 283.86	Q 74 087.38
4.3	Columna tipo C-2A	m	40	Q 285.94	Q 11 437.45
4.4	Columna tipo C-3	m	710	Q 231.62	Q 164 451.38
4.5	Columna tipo C-4	m	767	Q 183.70	Q 140 899.45
4.6	Columna tipo C-5	m	92	Q 150.94	Q 13 886.23
5	SOLERAS				
5.1	Soleras intermedia y final de 0.20x0.20 m	m	943	Q 282.80	Q 266 677.13
5.2	Soleras intermedia y final de 0.15x0.20 m	m	953	Q 234.84	Q 223 800.90
6	VIGAS PRIMER NIVEL				
6.1	Viga en sentido X	m	330	Q 527.31	Q 174 010.93
6.2	Viga en sentido Y	m	265	Q 549.98	Q 145 744.03
7	VIGAS SEGUNDO NIVEL				
7.1	Viga en sentido X	m	330	Q 442.40	Q 145 993.40
7.2	Viga en sentido Y	m	280	Q 444.27	Q 124 394.55
8	LOSA Y CENEFA				
8.1	Losa tradicional de 0.12 m	m ²	1085	Q 749.85	Q 813 585.45
8.2	Cenefa tipo 1	m	115	Q 1 016.70	Q 116 921.03
9	TECHOS Y CENEFA				
9.1	Estructura metálica para techo	m ²	1500	Q 145.09	Q 217 629.09

Continúa tabla 161

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
9.2	Techo de lámina	m ²	1650	Q 437.74	Q 722 275.99
9.3	Cenefa canal tipo 2	m	190	Q 1 016.70	Q 193 173.88
10	ACABADOS				
10.1	Repello	m ²	4870	Q 27.94	Q 136 076.92
10.2	Cernido	m ²	4870	Q 24.66	Q 120 087.07
10.3	Pintura PVA	m ²	6723	Q 21.63	Q 145 418.49
10.4	Piso de granito de 0.30x0.30 m	m ²	1280	Q 165.07	Q 211 294.72
10.5	Piso cerámico	m ²	300	Q 159.47	Q 47 842.20
10.6	Piso de concreto de 0.20 m de espesor	m ³	200	Q 420.44	Q 84 088.93
10.7	Piso de concreto de 0.10 m de espesor	m ³	50	Q 220.72	Q 11 036.12
10.8	Piso antiderrapante de 0.25X0.25 m	m ²	25	Q 162.27	Q 4 056.85
10.9	Azulejo liso de 0.15x0.15 m	m ²	80	Q 155.61	Q 12 448.80
10.10	Banqueta de 0.20 m de espesor	m ³	33	Q 420.44	Q 13 874.67
10.11	Cielo falso de mineral USG 2' x 4'	m ²	596	Q 185.04	Q 110 281.40
10.12	Repello y cernido en cielo (losa)	m ²	1072	Q 87.60	Q 93 907.64
11	PARED DE TABLA YESO				
11.1	Pared de tabla yeso texturizado (0.15 m espesor)	m ²	160	Q 309.62	Q 49 538.89
11.2	Pared de tabla yeso texturizado (0.10 m espesor)	m ²	26	Q 309.62	Q 8 050.07
12	PUERTAS				
12.1	Puerta tipo P-1	unidad	6	Q 7 280.00	Q 43 680.00
12.2	Puerta tipo P-2	unidad	2	Q 1 960.00	Q 3 920.00
12.3	Puerta tipo P-3	unidad	1	Q 1 960.00	Q 1 960.00
12.4	Puerta tipo P-4	unidad	2	Q 1 792.00	Q 3 584.00
12.5	Puerta tipo P-5	unidad	1	Q 1 792.00	Q 1 792.00
12.6	Puerta tipo P-6	unidad	3	Q 1 442.00	Q 4 326.00
12.7	Puerta tipo P-7	unidad	1	Q 1 442.00	Q 1 442.00
12.8	Puerta tipo P-8	unidad	8	Q 1 442.00	Q 11 536.00
12.9	Puerta tipo P-9	unidad	1	Q 1 792.00	Q 1 792.00
12.10	Puerta tipo P-10	unidad	1	Q 1 442.00	Q 1 442.00
12.11	Puerta tipo P-11	unidad	5	Q 840.00	Q 4 200.00
12.12	Puerta tipo P-12	unidad	2	Q 1 190.00	Q 2 380.00
12.13	Puerta tipo P-13	unidad	5	Q 1 442.00	Q 7 210.00
13	VENTANAS				
13.1	Ventana tipo V-0	unidad	3	Q 313.74	Q 941.22
13.2	Ventana tipo V-1	unidad	5	Q 313.74	Q 1 568.70
13.3	Ventana tipo V-2	unidad	2	Q 323.68	Q 647.36

Continúa tabla 161

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
13.4	Ventana tipo V-3 y V-4	unidad	60	Q 518.50	Q 31 110.24
13.5	Ventana tipo V-5 y V-6	unidad	10	Q 520.49	Q 5 204.92
13.6	Ventana tipo V-7	unidad	1	Q 862.43	Q 862.43
13.7	Ventana tipo V-8	unidad	1	Q 988.67	Q 988.67
13.8	Ventana tipo V-9	unidad	1	Q 1 114.90	Q 1 114.90
13.9	Ventana tipo V-10	unidad	4	Q 1 417.08	Q 5 668.32
13.10	Ventana tipo V-11	unidad	8	Q 1 304.76	Q 10 438.06
13.11	Ventana tipo V-12	unidad	5	Q 1 678.50	Q 8 392.51
14	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
14.1	Tubería PVC 1" - 160 PSI	m	155	Q 61.18	Q 9 482.90
14.2	Tubería PVC 1/2" - 315 PSI	m	38	Q 32.34	Q 1 229.06
15	ARTEFACTOS SANITARIOS				
15.1	Suministro e instalación de lavamanos	unidad	9	Q 1 197.00	Q 10 773.00
15.2	Suministro e instalación de inodoro	unidad	12	Q 1 344.00	Q 16 128.00
15.3	Suministro e instalación de mingitorio	unidad	1	Q 2 058.00	Q 2 058.00
15.4	Suministro e instalación de lavatrastos	unidad	1	Q 854.00	Q 854.00
15.5	Suministro e instalación de pila plástica de un lavadero	unidad	1	Q 1 652.00	Q 1 652.00
16	DRENAJE SANITARIO				
16.1	Tubería + accesorios PVC 2" - 80 PSI	m	12	Q 107.94	Q 1 295.28
16.2	Tubería + accesorios PVC 3" - 80 PSI	m	196	Q 78.77	Q 15 439.76
16.3	Instalación caja de registro	unidad	22	Q 787.59	Q 17 326.89
17	DRENAJE PLUVIAL				
17.1	Tubería + accesorios PVC 3" - 80 PSI	m	230	Q 72.58	Q 16 695.00
17.2	Instalación caja de unión	unidad	18	Q 656.88	Q 11 823.83
18	INSTALACIÓN DE TABLEROS				
18.1	Suministro e instalación de tablero y flipón principal trifásico	unidad	1	Q126 105.00	Q 126 105.00
18.2	Suministro e instalación de tableros secundario	global	1	Q 17 367.00	Q 17 367.00
19	ILUMINACIÓN				
19.1	Suministro en instalación de lámparas de 4x32 watts incluye accesorios	unidad	338	Q 1 164.11	Q 393 469.18
19.2	Suministro e instalación de lámparas tipo LED de 20 watts incluye accesorios	unidad	11	Q 389.36	Q 4 282.96

Continúa tabla 161

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
19.3	Suministro e instalación de reflectores de 2 lámparas de 55 watts	unidad	6	Q 779.11	Q 4 674.66
19.4	Suministro e instalación de lámpara LED campana de 150W	unidad	9	Q 2 513.00	Q 22 617.00
19.5	Cable eléctrico THWN #14	m	4 275	Q 32.48	Q 138 852.00
19.6	Interruptor simple más accesorios	unidad	42	Q 264.60	Q 11 113.20
19.7	Interruptor doble más accesorios	unidad	17	Q 267.40	Q 4 545.80
19.8	Interruptor 3way más accesorios	unidad	2	Q 271.60	Q 543.20
19.9	Tubo PVC 3/4" eléctrico más accesorios	m	1 500	Q 98.00	Q 147 000.00
20	FUERZA				
20.1	Suministro e instalación de tomacorrientes dobles polarizados de 15 amperios	unidad	55	Q 242.20	Q 13 321.00
20.2	Cable eléctrico THWN #12	m	981	Q 32.48	Q 31 862.88
20.3	Tubo PVC 3/4" eléctrico más accesorios	m	327	Q 98.00	Q 32 046.00
21	MÓDULOS DE GRADAS				
21.1	Gradas de acceso a oficinas	m ²	13	Q 568.83	Q 7 394.73
21.2	Gradas de acceso a bodegas	m ²	60	Q 723.53	Q 43 411.60
TOTAL					Q 7 820 449.04

Fuente: elaboración propia.

2.12 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental -EIA- es una forma estructurada de obtener y evaluar la información ambiental relacionada al proyecto para toma de decisiones por ser un proceso de desarrollo.

Básicamente es una predicción del comportamiento que tendrá el ambiente ante las acciones que se implementarán antes, durante y post ejecución del proyecto y así determinar cuáles son las opciones más favorables que no generen cambios considerables al ambiente.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016), declara que:

Según el listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, el presente proyecto (por su tipo) está en la sección “F”, división 41 en la categoría de “construcción de edificios”, asignado al grupo 390 de clase 4100, clasificándolo en una categoría C, describiéndolo como “de bajo impacto ambiental potencial” (p. 35).

Determinada la categoría del proyecto, se procede a la evaluación ambiental.

Para este instrumento ambiental, se inició a partir de la sección II.”INFORMACIÓN GENERAL”, puesto a que el resto de referencia sería redundante volverla a mencionar.

- Información general

El proyecto constará en el diseño y construcción de un edificio para bodegas y oficinas en EMPORNAC, con el fin de reemplazar el antiguo edificio de almacén y suministros con la que la empresa actualmente cuenta y dejó de cumplir con su funcionalidad.

- Etapa de construcción

Actividades por realizar: se ejecutaron los trabajos preliminares para comenzar la obra. Luego se llevará a cabo la excavación, relleno del área de cimentación, el armado, fundición en concreto de los elementos estructurales, instalación de drenajes, cajas de registro,

conducción de agua potable, levantamiento de muros, fundición de entrepiso y piso. Colocación de estructuras metálicas seguido de la instalación de lámina CINDURIB IT. Acabados, puertas y ventanas, así como la instalación de artefactos sanitarios, instalación de luminarias y demás aparatos.

Insumos necesarios: palas, piochas, carretillas, equipo de medición (estación total), madera, hilo de nylon, plomada, etc.

Maquinaria: se empleará una retroexcavadora y concretera de 1 pie³.

- Operación

Actividades o procesos: trazo, estaqueado, excavación de suelo, relleno con material selecto, armado de zapatas, cimiento corrido, vigas conectoras y troncos de columnas seguido de la fundición de todos los elementos anteriormente mencionados. Levantado de muros de cimentación, fundición de soleras de humedad, columnas y vigas principales.

Levantado de muros hasta vigas principales, armado y fundición de entrepisos, columnas y vigas principales en el segundo nivel. Levantado de muros, fundición, armado de gradas, instalación de estructura metálica para el techo, colocación de lámina termo acústica, fundición de cenefas. Instalación de drenajes sanitarios, pluviales, artefactos sanitarios, instalaciones eléctricas, acabados, puertas y ventanas.

Materia prima e insumos: material selecto para relleno, arena, piedrín, agua, cemento UGC, hierro en varillas corrugadas especificadas en el diseño de cada uno de los elementos estructurales; cal, pinturas, disolventes, material para soldadura, herramienta y equipo.

Productos y subproductos: block pómez, piso cerámico, piso antiderrapante, azulejo, sanitarios, lavamanos, mingitorios, pila, lavatrastos, puertas tipo cortina, puertas de madera, de metal, ventanas de aluminio y vidrio, luminarias, tomacorrientes, tableros de distribución, cable de electricidad, tubería eléctrica, tubería PVC para agua potable y drenajes.

- Abandono

Acciones por tomar en caso de cierre o abandono: serán las acciones para mitigar el impacto ambiental.

- Área

Área total del terreno en metros cuadrados: 1500

Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 1500

Área total de construcción en metros cuadrados: 1500

- Actividades colindantes al proyecto:

Norte: actividades portuarias. Sur: oficinas.

Este: talleres.

Oeste: mantenimiento.

Actividades portuarias: patios de contenedores y tránsito de transporte pesado para el traslado de contenedores hacia los atracadores.

Oficinas: instalaciones de la Compañía Shell y Sea-Land/Maersk en las que se llevan a cabo el registro de combustibles y contenedores.

Talleres: instalaciones donde se reparan las máquinas que transportan los contenedores hacia los buques.

Mantenimiento: instalaciones donde se encuentra carpintería, pintura y soldadura para las actividades de la empresa.

- Dirección del viento

El viento se registra en una dirección suroeste en el área de influencia del proyecto.

- En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto:
 - Explosión.
 - Fuga de combustible.
 - Incendio.

En la EMPORNAC se tienen los riesgos antes mencionados por el manejo de sustancias peligrosas que existen en la terminal de contenedores o bien, en los almacenes de líquidos a granel

donde se encuentran los combustibles u otros líquidos o gases inflamables.

- Uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes, otros.

Agua: se tendrá el consumo estimado en 2 000 m³/día para sus respectivos usos.

Combustible: se contará con combustibles para el funcionamiento de la retroexcavadora.

Lubricantes: para el mantenimiento respectivo de las concreteras.

- Impacto al aire
- Gases y partículas

En la etapa de ejecución del proyecto se tendrá la generación de partículas, debido al uso de cemento tipo portland y madera. Además de la generación de humo por soldadura con electrodo.

- Mitigación

Para evitar la generación de partículas, se contempla la correcta humectación de los materiales que puedan salir dispersos en el viento. Se brindará al personal de trabajo el equipo adecuado para protegerse de dichas partículas.

- Ruido y vibraciones

Se generarán ruidos y vibraciones moderadas.

- ¿En dónde se generan los sonidos y vibraciones?

En la excavación para la cimentación, en el corte de materiales como madera, metales y pisos.

- Mitigación de ruidos y vibraciones

Sin embargo, no serán sonidos ni vibraciones fuertes perjudiciales a la población. No se puede mitigar este tipo de sonidos y/o vibraciones.

- Olores

Ninguno.

- Efectos de la actividad en el agua

- Caracterización de las aguas residuales

Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?

Ordinarias, aguas residuales generadas por actividades domésticas.

- Numero de servicios sanitarios

8 servicios sanitarios.

- Tratamiento de aguas residuales

Hay que describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad.

Se utilizará un biodigestor autolimpiable de mantenimiento y operación fácil que permitirá sustituir de manera más eficiente el uso de fosas sépticas. Esto gracias a que es capaz de realizar un tratamiento de agua primaria a beneficio del medio ambiente sin contaminar los mantos freáticos.

Tiene capacidad de 1300 litros y el caudal a tratar será de 2,32 l/s.

- Descarga final de aguas residuales

El punto de descarga de las aguas residuales es en el alcantarillado existente con el que cuenta la empresa portuaria.

- Aguas pluviales

La captación de las aguas pluviales será a través del alcantarillado existente en el recinto portuario.

- Efectos de la actividad sobre el suelo (Sistema edáfico y lítico)

El volumen de desechos o desperdicios que generará la actividad desarrollada será entre 11 a 222 lb/día.

Los tipos de desecho serán: madera, bolsas de cemento, bolsas de cal, hierro en varilla y costaneras de metal; ripio y otros.

No se genera ningún desecho corrosivo, reactivo, explosivo, toxico, inflamable o biológico infeccioso.

No se realiza ningún tratamiento para desechos.

Los desechos generados por las actividades son transportados al basurero municipal a través de camiones encargados de recoger los desechos de la empresa.

La empresa trata de no generar en lo posible desechos para no contaminar.

El sitio de disposición final de los desechos generados es en el basurero municipal.

- Demanda y consumo

- Consumo de energía por unidad de tiempo

Se tendrá un consumo de energía igual a 50 KWH en el uso de las concretas, taladros, sierras eléctricas, equipo de soldadura.

- Forma de suministro de energía

Sistema público.

- ¿Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? Si.

- Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía.

El uso racional del servicio a través de todo el equipo que necesite dicho recurso.

- Posibilidad de afectar la biodiversidad (animales, plantas, bosques)

- En el sitio donde se ubica el proyecto, existen:

Es un área puramente portuaria. No existe población alguna dentro del recinto portuario a excepción de sus trabajadores.

- ¿La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?

No.

- ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área?

No. Porque dichas áreas se encuentran lejos de donde se llevará a cabo el proyecto.

- Efectos sociales, culturales y paisajísticos

- Aspectos culturales

En el área donde funciona la actividad, existe alguna(s) etnia(s) predominante, ¿cuál(es)? No.

- Recursos arqueológicos y culturales

Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, indicar si afectan o no:

La actividad no afectará a ningún recurso cultural, natural o arqueológico.

- Aspecto social

¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones del proyecto? No.

¿Qué tipo de molestias? Ninguna.

- Paisaje

¿Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje?

El proyecto no afectará de ninguna manera el paisaje, por la ubicación del proyecto.

- Efectos y riesgos derivados del proyecto

- Efectos en la salud humana de la población circunvecina.

La actividad no representa riesgo a la salud de los pobladores cercanos al sitio.

- Riesgos ocupacionales

Existen algunas actividades que representan riesgo para la salud de los trabajadores. Estas son aquella en las que el trabajador tendrá que usar equipo de protección personal.

- Equipo de protección personal

¿Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? Si.

- Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

Se provee de chaleco reflector, casco, botas con punta de acero y lentes de protección.

La EMPORNAC se encarga de capacitar a través del Centro de Formación Portuario a todo el personal que tendrá previa autorización para ingresar al recinto portuario durante el tiempo que tome realizar el proyecto; dando a conocer los riesgos y medidas a tomar dentro de las diferentes operaciones del puerto.

2.12.1 Medidas de mitigación

Son el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto, desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente. Entre las medidas de mitigación se puede mencionar:

En construcción:

- Establecer letrinas temporales para los trabajadores.
- Garantizar el uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, cascos, chalecos reflectores).
- En los casos de azolvamiento de agua durante la ejecución de proyectos de excavación, el uso de bombas para extraer el agua

empezada, sin embargo, no se tendrá que vertir dicha agua directamente en las alcantarillas, sino que se implementarán sistemas que permitan una sedimentación o filtro de esta, previo a su evacuación.

En operación:

- Limpieza periódica de los drenajes, con el objeto de garantizar su correcto funcionamiento.
- Aumentar la capacidad a través de códigos y estándares de construcción.
- Establecer un plan de monitoreo ambiental.
- Mantenimiento preventivo.
- Capacitación permanente y continua a los trabajadores.
- Instalación de extinguidores contra incendios.
- Toda sustancia inflamable deberá estar debidamente protegida, resguardada y almacenada bajo condiciones de seguridad restringida de acuerdo con su uso y grado de peligrosidad.
- Prohibir en el área de almacenamiento: fumar, encender fogatas o cualquier actividad que involucre riesgo de incendio.

2.13 Especificaciones técnicas y generales

Son los parámetros constructivos de los materiales y procedimientos a seguir en la ejecución del proyecto en los distintos elementos y etapas de la construcción, la tubería a utilizar, el cemento, acero, entre muchos otros. Las especificaciones se describen de acuerdo con las normas por las cuales se deben de regir cada uno de los distintos materiales y procesos a realizar.

- Generalidades

Se considera como limpieza, chapeo y destronque a la remoción de la capa vegetal del terreno natural hasta 0.30 metros de profundidad medido a partir del perfil natural del terreno; eliminando toda vegetación viva o muerta. Dentro de este renglón se deben incluir todos los trabajos de topografía necesarios (medidas, altimetría y curvas de nivel, secciones transversales, etc.) para comprobar que se ha realizado efectivamente el trabajo.

Dentro de este mismo renglón, se considerará la demolición de construcciones menores que se encuentran a nivel del suelo natural, eliminación de hormigueros y zompoperas, el relleno de pozos de aguas negras y eliminación de cualquier otro material extraño e inadecuado susceptible de descomposición, o que obstaculice la ejecución del trabajo dentro del área de construcción.

- Remoción y eliminación de materiales

Todos los desechos y materiales provenientes de remoción y demolición tendrán que retirarse del área de construcción antes de haber iniciado la nivelación y trazo de la construcción.

- Movimiento de tierra y eliminación de estructuras existentes

El trabajo incluirá la remoción del material de las excavaciones y las estructuras existentes que serán removidas para la excavación. Todos los materiales excavados o retirados serán considerados en esta partida, no importando la clase de material encontrado.

- Terraplenes

Todo el trabajo comprendido en la sección de limpia, chapeo y destronque serán finalizados antes de principiar cualquier trabajo de relleno. Todas las excavaciones por causa de destronque, remoción de roca y otras excavaciones dentro del área de los terraplenes deben ser rellenas y compactadas a satisfacción del supervisor. Al principiar cualquier terraplén debe escarificarse el terreno natural a una profundidad de 15 cm, antes de colocar cualquier material de relleno nuevo.

En áreas de altura de un metro o más, el relleno se hará por fajas escalonadas desde la más baja hasta llegar a las cotas indicadas en los planos, en capas de 15 cm de espesor.

Todos los materiales de rellenos deben provenir de fuentes previamente aprobados. Los terraplenes se construirán en capas sucesivas, tomando en cuenta la longitud de la faja como el ancho del cuerpo del edificio y en anchos que permitan un adecuado riego y compactación según los métodos establecidos.

Los materiales de relleno deben acamellonarse y revolverse antes de aplicarse en las fajas indicadas, agregando agua para mantener la humedad optima de compactación.

- Relleno y compactación

Todo el material en acceso de buena calidad se destinará para ampliación de terraplenes hasta el límite de acarreo económico.

El material de préstamo será un material utilizable clasificado dentro del término selecto, obtenido de bancos dentro de los límites del área o a inmediaciones adyacentes al área de construcción y será utilizado para terraplenes, rellenos y disminución de pendientes, sustituyendo al material inadecuado transportándolo a la obra e incorporándolo al terreno con la aprobación del supervisor. La compactación de los terraplenes será medida de acuerdo con el Standard Method of Test AASTHO Designación T99-49 con sus modificaciones.

Los terraplenes que estén hasta 30 cm debajo de las cotas de los niveles de piso deben compactarse a un 90%. Los que estén en los 30 cm inmediatos a la cota de los niveles de piso, se compactarán a un 95% de los obtenidos con la prueba especificada.

- Trazo y replanteo

Se procederá a la nivelación del terreno de acuerdo con los planos respectivos, marcando la localización general alineación y niveles.

- Excavación estructural

En este renglón estará comprendida toda la excavación y zanjeo de la cimentación de los diferentes módulos, los cuales se efectuarán según se indica en los planos con las dimensiones suficientes para permitir la colocación del armado y fundición de los cimientos.

- Excavación de la cimentación

Los lechos de las zapatas y de los cimientos deben ir totalmente horizontales. No se permitirán aristas redondeadas y socavadas en los cimientos. Si el fondo de la excavación fuera rocoso se hará de tal forma que la roca quede expuesta y preparada en el lecho horizontal y sin salientes para recibir el concreto. Las rocas sueltas tendrán que ser removidas, las grietas y cavidades expuestas deben limpiarse y rellenarse con mortero de concreto.

Si el fondo fuera de material arenoso o poroso se sellará con concreto clase B para que pueda extraerse con bomba. El sello de concreto no será utilizado a menos que lo autorice el supervisor de la obra.

Si se requiere de usar bombeo en la cimentación, este debe hacerse de tal manera que no se extraiga ninguna porción de los materiales de concreto.

- Relleno y compactación

El contratista tendrá que rellenar todas las excavaciones efectuadas hasta los niveles que indique los planos, con material debidamente compactados en capas de 20 cm de espesor máximo con el porcentaje de humedad adecuado para obtener el 95% de compactación del suelo obtenida de acuerdo con el método Standard de AASTHO designación T99-55.

- Concreto reforzado

El trabajo por considerar en este renglón incluye todo el material, equipo y mano de obra para la construcción de estructuras de concreto reforzado fundido en el lugar de acuerdo con lo indicado en los planos estructurales.

El concreto se obtendrá de la mezcla de cemento Pórtland normal, agua, arena de río y pedrín.

- Tipos de concreto

Se considera tres tipos de concreto según la resistencia a la compresión y a la ruptura.

El concreto tipo A será aquel cuya resistencia mínima a la compresión sea de 280 kg/cm^2 y se utilizará en todos los elementos principales de la estructura: zapatas, cimientos, columnas, vigas y losas.

El concreto tipo B tendrá una resistencia mínima a la compresión de 211 kg/cm² y se utilizará en la estructura secundaria: muros de mixto, soleras y mochetas.

El concreto tipo C tendrá una resistencia mínima a la compresión de 140 kilogramos por centímetro cuadrado y se utilizará en banquetas y bordillos.

Las relaciones de agua cemento serán para tipo A de 6.5 US galones por 94 libras de cemento y 0.67; la proporción absoluta por peso para el tipo C los valores serán de 8.6 y 0.76 respectivamente.

Tendrán que realizarse pruebas de revenimiento durante la fundición, debidamente supervisadas y de acuerdo con las normas ASTM C-143, estableciéndose las siguientes tolerancias: vigas, columnas y muros 4" máximo con tolerancia más o menos de 1". Zapatas y cimientos de 3" máximo con una tolerancia más o menos ½".

El tamaño máximo de los agregados gruesos no será mayor de: 1/5 de la separación menor entre los lados de la formaleta; 3/4 de la separación mínima libre entre varillas de refuerzo o paquetes de varillas de 1/2".

- Materiales

El cemento será Pórtland tipo 1 según requerimientos del ASTM C-150, no podrá usarse otro tipo de cemento a menos que lo autorice el supervisor.

El agua debe estar limpia, libre de aceite, ácidos, álcalis, material orgánico u otra sustancia que altera el comportamiento químico del concreto.

La arena será de río, lavada, tamizada en su totalidad en tamiz de 3/8" y del 30% al 50% de su volumen en tamiz No. 30 debiendo cumplir las especificaciones ASTM C-33.

El pedrín por utilizar será piedra triturada acorde a las especificaciones ASTM C-33 con una dimensión máxima de 1 1/2" para cimientos y 3/4" para otros elementos estructurales. No debe contener álcalis solubles en agua ni sustancias que puedan causar expansión en el concreto debido a la relación de los álcalis del cemento. Si se usan aditivos, estos deben cumplir con las normas establecidas en la designación ASTM C-260 y ASTM 494. Serán aprobados por el supervisor sin perjuicio de cumplir con las especificaciones establecidas.

Todos los materiales deben ser adecuadamente almacenados especialmente el cemento, evitando la contaminación y humedad que proporciona un fraguado prematuro.

- Dosificación, pruebas y mezclas

Las mezclas de concreto deben hacerse de tal manera que faciliten la medición de las proporciones de los materiales, debiendo dosificarse preferentemente por peso, según las resistencias requeridas en las especificaciones. Esta debe ser verificada por el supervisor.

El tiempo entre la preparación y la colocación de concreto no debe exceder de 30 minutos, a menos que sea de mezclado. Si este fuera el caso, la mezcla se ajustará a lo establecido en la norma ASTM C-94.

Todo el equipo de mezclado de concreto deberá estar totalmente limpio de todo residuo, materias extrañas o concreto endurecido.

- Encofrado y desencofrado

Las formaleas se ajustarán a las formas y dimensiones de los elementos estructurales indicados en los planos. Estas deben construirse sólidas, herméticas, debidamente apuntaladas y arriostradas para garantizar su estabilidad.

El desencofrado debe efectuarse previa aprobación del supervisor, con base a las pruebas de los cilindros que proporcione el contratista. Ninguna pieza será removida hasta comprobar la capacidad de la estructura de auto sustentarse.

En todo caso la formaleta debe permanecer en su lugar los siguientes tiempos:

Mínimos:

En muros y columnas: 2 días

En vigas: 7 días para tramos de 5 m de luz y un día adicional por cada 0.30 m adicionales de luz, hasta un máximo de 28 días.

Toda formaleta debe ser humedecida o impregnada de aceite especial, según se requiera previo al vertido del concreto (desencofrante).

- Refuerzos

Se suministrará, colocará y armarán todas las barras de refuerzos, estribos y otro tipo de refuerzos de los elementos estructurales según se indica en los planos respectivos.

El acero de refuerzo será nuevo y se ajustará a las normas contenidas en ASTM A-615, de una resistencia igual a la indicada en los planos.

El alambre de amarre será de hierro recocido de primera calidad y diámetro de 1.5 mm como mínimo. Los soportes de las barras, tacos, silletas, espaciadores, y suspensores serán

de calidad y resistencia adecuadas, con el tamaño requerido para soportar el refuerzo.

El refuerzo se colocará según lo indiquen los planos estructurales y estará libre de corrosión, grasa, tierra u otra materia que comprometa su adherencia. Todas las barras irán apoyadas y atadas para asegurar su posición en el proceso de vertido de concreto.

En caso de cimentación, se apoyarán en tacos de concreto de calidad similar al concreto a verter.

Los empalmes pueden ser traslapados siempre que cumplan con las longitudes especificadas en el ACI 318S-11 y nunca menores de 0.30 m y sin traslaparse en la misma sección transversal de un elemento, más de la mitad de las barras, debiendo separarse un mínimo de 40 diámetros de la barra. No se permitirán dobleces bruscos en extremos de barras traslapadas.

Los recubrimientos mínimos serán:

Para los cimientos y zapatas 7.5 cm, para soleras de humedad y vigas de amarre 5 cm, para vigas y columnas 4 cm, para losas y elementos secundarios (escaleras) 2 cm, siempre que no se especifique otra cosa en los planos.

Los dobleces de las barras se harán en frío y antes de colocarlas dentro de la formaleta.

No se doblarán barras parcialmente fundidas dentro del concreto. Los dobleces para estribos se harán alrededor de un perno de doblar, con el doble del diámetro de la barra a doblar como mínimo.

Los ganchos se ampliarán únicamente en los extremos de los estribos con dobleces de ángulo de 135 grados una extensión de 6 diámetros de la barra del estribo y no menor de 7 centímetros.

En varillas menores de una pulgada de diámetro los ganchos de anclaje deben hacerse alrededor de un perno igual o mayor a 8 veces el diámetro de la varilla.

El doblez para diámetros menores de una pulgada y mayores de 1/4 de pulgada se efectuarán alrededor de un perno de doblar cuyo diámetro será no menor de 5 veces el diámetro de la barra.

No se permitirá el reenderezado de las varillas.

- Fundiciones

El vertido del concreto se realizará a un ritmo que garantiza la plasticidad del concreto, para que se introduzca en todos los vacíos y ángulos de la formaleta, sin que se produzca segregación de los agregados. Será continuo, evitando las

mezclas de concreto fraguado anteriormente con concreto fresco.

No se permitirá el vertido de concreto endurecido parcialmente, rebatido o contaminado con materias extrañas. Será regulado para permitir su compactación, asegurando la estabilidad del encofrado y la fijeza de los refuerzos, sin depositarse grandes cantidades de concreto para distribuirlo en la formaleta posteriormente.

La mezcla de concreto se compactará con herramientas adecuadas o vibradores evitando la formación de ratoneras o segregación. Al quitar la formaleta deben quedar superficies lisas y uniformes en textura y color sin porosidades.

Dentro de los siguientes 20 minutos a su vertido se proveerá de un vibrador por cada 15 metros cúbicos por hora de fundición, evitando vibrar sobre el refuerzo o concreto parcialmente endurecido.

El agua por utilizar debe estar limpia y libre de materias extrañas.

- Zapatas, cimentación y columnas

En este renglón se incluirán todos los trabajos relativos a la estructura principal del edificio en las diversas etapas de construcción.

- Zapatas

Las zapatas serán del tipo concéntricas, y estas se armarán y fundirán de acuerdo con lo especificado en los planos.

- Cimiento corrido

Son todos los elementos que conforman el cimiento, medidos desde el nivel del piso, hasta el fondo de la cimentación: solera de amarre, levantado del muro bajo solera, viga, cimentación corrida y todos los elementos necesarios para su completa erección excluyendo zapatas. La excavación de la cimentación se hará de acuerdo con las dimensiones establecida en los planos.

El armado, la colocación de refuerzo, la fundición del cimiento y soleras de humedad se regirá por las especificaciones indicadas en esta sección.

- Columnas

Las columnas se ajustarán a lo indicado en los planos respectivos y sus construcciones se regirán por las especificaciones indicadas en las secciones de este documento.

- Muros de block

Las dimensiones de block a utilizarse tanto en los muros exteriores como en los interiores están indicadas en los planos correspondientes, con una resistencia mínima a la compresión de 35 kg/cm².

Los muros se construirán a plomo y nivel desde su cimiento con juntas de mortero de 1 cm de espesor con el tipo de block especificado, de primera calidad con las medidas exactas, permitiendo una desviación máxima de las mismas de más o menos 35 cm.

Tanto en muros exteriores como interiores se colocarán de sogá y habrán de ser humedecidos previo a su colocación mediante inmersión.

No se aceptarán blocks rotos o desportillados.

- Morteros

Todos los muros interiores y exteriores serán pegados con mortero compuesto de una parte de cemento Pórtland normal, una parte de cal hidratante y 6 partes de arena de río, según normas ASTM C-270-54-T, una resistencia de 750 libras por pulgada cuadrada a los 28 días.

El mortero se usará inmediatamente después de preparado y nunca después de 45 minutos de elaborado, debiendo ser preparado en cajas de madera construidas para el efecto.

Una vez elaborado no deberá añadirsele más agua.

- Muros prefabricados

Estos muros serán contruidos de acuerdo con las especificaciones dadas por la empresa encargada de hacerlo.

- Acabados

Este renglón comprende el repello más cernido y pintura que se aplicará en todas las superficies de la edificación, especificadas en los planos respectivos. El block será repello más cernido, utilizando para la capa de cernido final, el denominado monocapa para lograr superficies más heterogéneas y evitar el agrietamiento en el mismo.

- Pisos interiores

Esta sección comprende todo lo relacionado con los pisos interiores del edificio, tal como se indica en los planos, estado de acabados y las presentes especificaciones.

Los pisos se colocarán de acuerdo con los niveles y pendientes que se indican en los planos.

Las pendientes de los pisos definidos como horizontales no deben de exceder de un 0.25%. Las protuberancias no serán mayores de 1 mm.

Los materiales en el caso de unidades o placas tendrán las dimensiones exactas y color uniforme, las piezas no variarán en dimensiones de más de 1 mm. No se aceptarán piezas con protuberancias, fisuras, irregularidades o desportillamientos.

- Pisos de concreto sobre suelo y banquetas.

Para la fundición de losas de concreto se colocará una capa de material selecto compactado de 0.10 m de espesor y finalmente la fundición con concreto tipo “A” en módulos alternos de 3 m de largo como máximo, para el caso de pisos interiores y 2 m en el caso de banquetas.

El espesor de la losa será de 0.12 m a menos que se indique lo contrario. El acabado final será cernido rayado con escoba a manera de obtener una superficie antideslizante.

- Estructura en techo
- Estructura metálica

La estructura para la cubierta será de costanera de metal tipo “C” de 2”x6”x1/16”, 2”x4”x1/16” y de 2”x3”x1/16”, las cuáles irán montadas y fijadas sobre las columnas principales, con platinas de acero que cumplan la norma ASTM 36 y pernos de 12” de

hierro de ½" y soldado a la costanera con una soldadura de cordón al igual que para la unión de las mismas para alcanzar las longitudes deseadas, tal como se indica en planos.

La pintura para la estructura debe hacerse, primero: aplicar una mano de pintura anticorrosiva en color negro o gris antes de montarse y segundo: aplicar una segunda mano con la misma pintura de la primera mano, cuando esté todo montado, previo a limpiar todas las escamas producto de la soldadura de fijación. Es importante resaltar que las costaneras y varillas de acero deben ser tipo legítimo u original.

- Enlaminado

Los materiales e instalación de la cubierta estarán basados en las especificaciones técnicas de la empresa encargada.

- Armado de losa

El armado de losa intermedia se realizará tomado en cuenta los detalles plasmados en planos, utilizando para su armadura, acero original de 3/8", con un espaciamiento de 0.20 m, en ambos sentidos; los cuales responderán al diseño tradicional de riel, bastón y tensión en su forma tipo canasta.

La madera que se utilizará para el entarimado será madera con características ideales, para evitar la deformación debido a la presión de peso a la cual será expuesta, de la misma manera

los parales no podrán exceder los 0.90 m de espaciamiento entre cada uno de ellos y se evitará el empalme de estos.

El concreto será formado por las proporciones siguientes 1: 2: 2, mezclado con mezcladora para lograr un concreto con las mismas características en toda la fundición, el agua tendrá que estar exenta de cualquier material orgánico e inorgánico, que pueda deteriorar la resistencia de los materiales.

- Instalación eléctrica

- Tubería

Toda la tubería que se utilizará en los techos de lámina será rígida tipo PVC eléctrico y deberá unirse con sus accesorios respectivos. No se permitirá uniones de cajas y tuberías sin los debidos conectores, los cuales serán del tamaño que demande el diámetro de la tubería y se sujetará firmemente a la estructura por medio de abrazaderas.

Toda la tubería que se instalará en elementos de concreto, enterrado o en muros, será de tipo flexible o sea poliducto.

- Conductores eléctricos

Todos los conductores serán forrados con aislamiento termoplástico calibre número 12 y 14, tal como se indica en planos de diseño.

- Accesorios

Tomacorrientes: todos serán tomacorrientes dobles polarizados e irán instalados a una altura de 0.30 m del nivel del piso terminado, a excepción de la cocina, en donde irán a una altura de 1.20 m del nivel del piso.

Interruptores: los interruptores se colocarán a una altura de 1.20 m sobre el nivel del piso terminado.

Placas: todas las placas serán de baquelita, con agujeros adecuados según sea el caso, no se permitirá ningún tipo de adaptación o recomposición en agujeros.

Luminarios y lámparas ahorradores: se utilizarán según se indique en planos. Los luminarios y lámparas en el primer nivel estarán empotrados a la losa y las del segundo nivel irán suspendidas por medio de cadenas.

- Instalación de agua potable

La instalación estará sujeta estrictamente a lo estipulado en planos. La tubería para agua potable será de PVC para una presión de 160 lb/pulg² y 315 lb/pulg² según sea el diámetro.

- Instalación de drenajes y artefactos sanitarios

Se realizarán respecto a lo especificado en planos. Para las instalaciones sanitarias se utilizará tubería de PVC; la presión de

trabajo será de 80 lb/pulg² para drenajes sanitarios y también para tubería tipo pluvial.

Los diámetros, dimensiones y pendientes de las tuberías de drenaje se indican en los planos y cualquier cambio de estos, tendrá que ser justificado y aprobado por el supervisor. Todo cambio se consignará en planos y en bitácora.

Todos los artefactos que se utilizarán en este tipo de construcción serán lo más económicos y funcionales. Estos deben ser de cerámica de color blanco.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un espacio físico para el departamento de Almacén y Suministros con las condiciones de infraestructura adecuados para el almacenaje y resguardo de todos los insumos a utilizarse y oficinas que el departamento necesita para su administración.
2. En el diseño del edificio de dos niveles para bodegas y oficinas en la EMPORNAC se aplicaron las normas de diseño y construcción de edificaciones e instalaciones portuarias que dicha empresa emplea para asegurar el buen funcionamiento de las operaciones que se llevan a cabo dentro de la misma; entres estas ACI 318S-11 y las Normas AGIES; con el propósito de garantizar una estructura segura y que sea capaz de resistir un evento sísmico.
3. Se realizaron los planos necesarios para la construcción de dicha edificación con los detalles y especificaciones requeridas para la correcta ejecución y supervisión de la misma; los cuales se utilizaron para calcular la cantidad de recursos, materiales y mano de obra que conformaron el presupuesto total de la edificación, tomando en cuenta las prestaciones de ley, impuestos, utilidades e imprevistos que puedan surgir en su ejecución. Este asciende a la cantidad de Q. 7 820 449.04.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica profesional durante la ejecución del proyecto, para que las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos puedan ser cumplidos.
2. Capacitar al personal que estará ejecutando el proyecto respecto a las normas de seguridad y prevención dentro del recinto portuario, para evitar accidentes.
3. Los materiales por utilizar deben ser de buena calidad y, si es necesario, serán sometidos a pruebas de laboratorio, para garantizar que se encuentren en condiciones óptimas.
4. Utilizar mano de obra local para la ejecución del proyecto, ya que esto creará fuentes de trabajo en la comunidad.
5. El costo del proyecto se verá afectado de manera directa al momento de ejecutar el mismo, por lo cual, será necesario actualizarlo previo a la construcción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuerdo Ministerial del Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 199-2016. Diario de Centroamérica, No. 4 (12 de julio de 2016).

Asociacion Guatemalteca de Ingenieria Estructural Sísmica. (2010). *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la Republica de Guatemala*. Guatemala: AGIES.

Cordón Vasquez, F. R. (2016). *Diseño sistema de abastecimiento de agua potable, Empresa Portuaria Nacional, aldea Santo Tomás de Castilla, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal* (Tesis de licenciatura). Centro Universitario de Oriente, Ingeniería Civil, Chiquimula, Guatemala.

Das, B. M. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (7ma. ed.). México: Cengage Learning Editores, S.A.

Empresa Electrica de Guatemala S.A. (s.f). *Manual de Normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala*. Guatemala: EEGSA.

Empresa Portuaria Nacional. (2010). *Historia*. Guatemala: Puerto Santo Tomás de Castilla. Recuperado de <https://santotomasport.com.gt/historia/>

García Marquez, F. (1994). *Curso básico de topografía* (3ª. reimpresión). Mexico: Árbol Editorial, S.A. de C.V.

Gonzales Cuevas, O. M. (2005). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado* (4ª. ed.). Mexico: Limusa.



Grupo de Ingenieros de American Concrete Institute. (2011). *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-11) y comentario*. Farmington Hills, Michigan, Estados Unidos de América: ACI.

Nilson A. H. (2001). *Diseño de estructuras de concreto* (12ª. ed.). Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A.

Ramírez Figueroa, F. A. (1996). *Guía práctica dirigida del curso de diseño estructural* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala.

Rodriguez Sosa, L. C. (2007). *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala.

Sandoval Sandoval, R. A. (1999). *Necesidades de capacitaciones del personal técnico administrativo de la Empresa Portuaria Nacional de Santo Tomás de Castilla* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, Guatemala.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (s.f.). *Perfil socioeconómico del municipio de Puerto Barrios, Izabal*. Recuperado de [http://sistemas.segeplan.gob.gt/sideplanw/SDPPGDM\\$PRINCIPAL.VISUALIZAR?pID=ECONOMICA_PDF_1801](http://sistemas.segeplan.gob.gt/sideplanw/SDPPGDM$PRINCIPAL.VISUALIZAR?pID=ECONOMICA_PDF_1801)

Viakon. (2020). *Manual del electricista*. Monterrey, México: Conductores Monterrey, S.A.

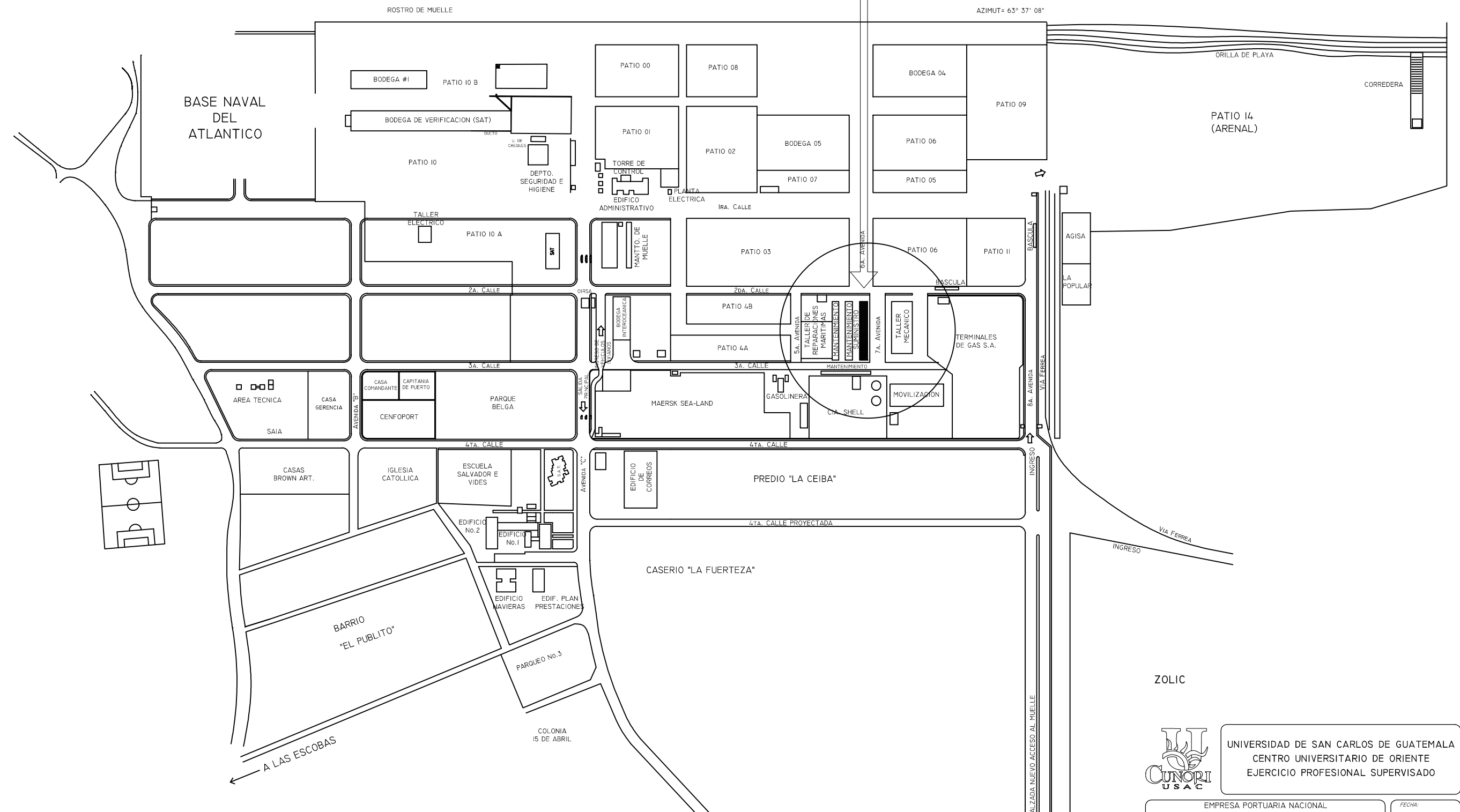
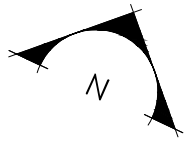


APÉNDICES

Se adjuntan los siguientes planos constructivos del edificio:

1. Planta de localización
2. Planta de ubicación
3. Planta amueblada
4. Planta acotada
5. Elevaciones
6. Planta de acabados
7. Puertas y ventanas
8. Planta de cimentación y columnas
9. Detalles de cimentación
10. Planta de muros
11. Detalle de muros
12. Gradass oficinas y bodegas
13. Planta de losas y vigas
14. Detalle de losas y vigas
15. Planta de estructura de techo
16. Planta de agua potable
17. Planta de drenaje sanitario
18. Planta de drenaje pluvial
19. Planta de iluminación
20. Planta de fuerza

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



PLANTA DE LOCALIZACIÓN

ESCALA 1:5000

ZOLIC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMAS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

CONTENIDO: PLANTA DE LOCALIZACIÓN

SCALA:
INDICADA

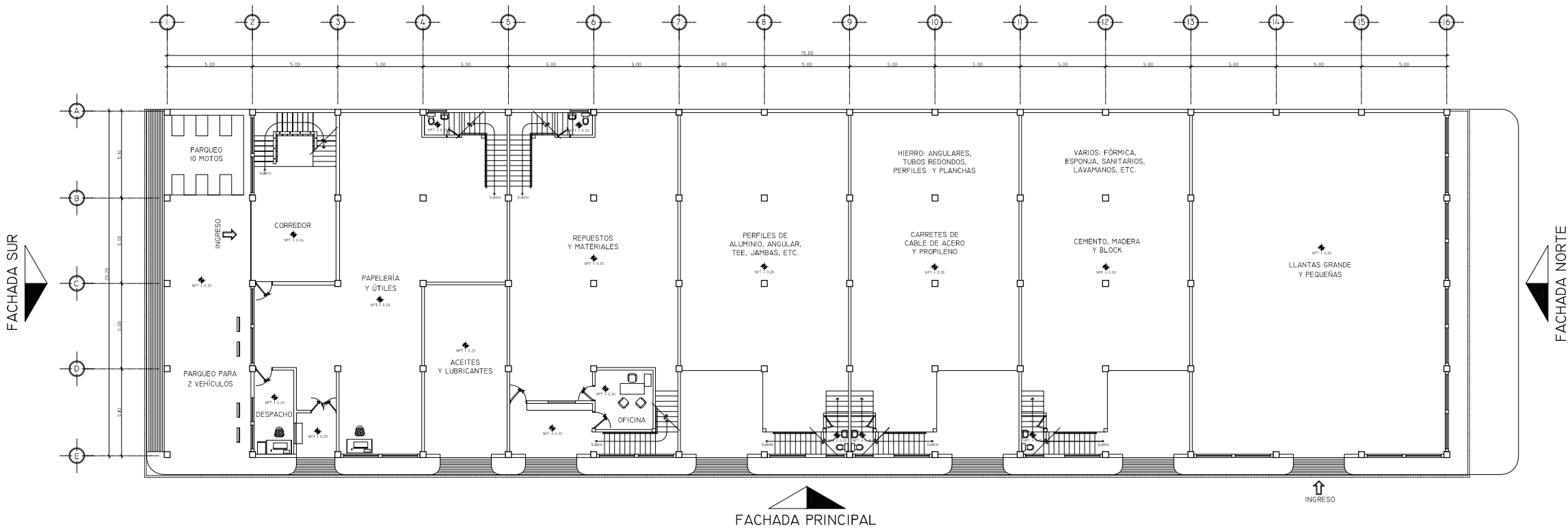
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO:
f. _____
KENETH OBED RODAS LINARES
EPESISTA

REVISÓ:
f. _____
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR F.P.S.

73

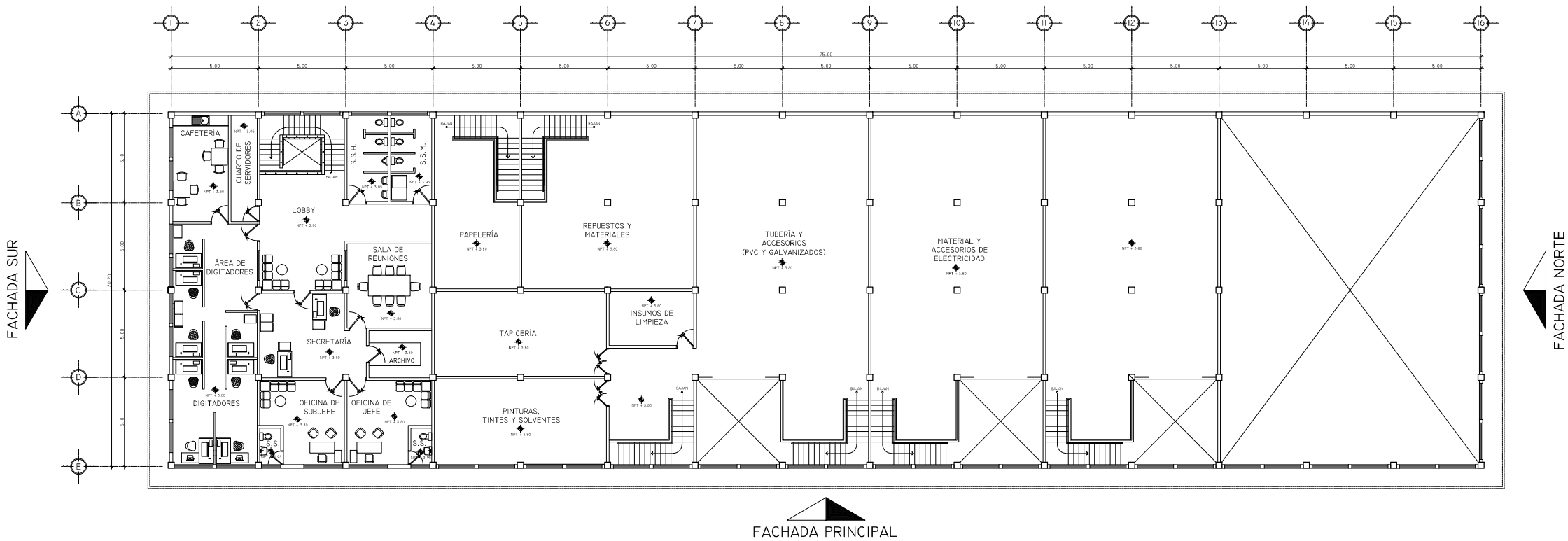


HOJA No.
275



PLANTA AMUEBLADA
PRIMER NIVEL

ESC 1:300



PLANTA AMUEBLADA
SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

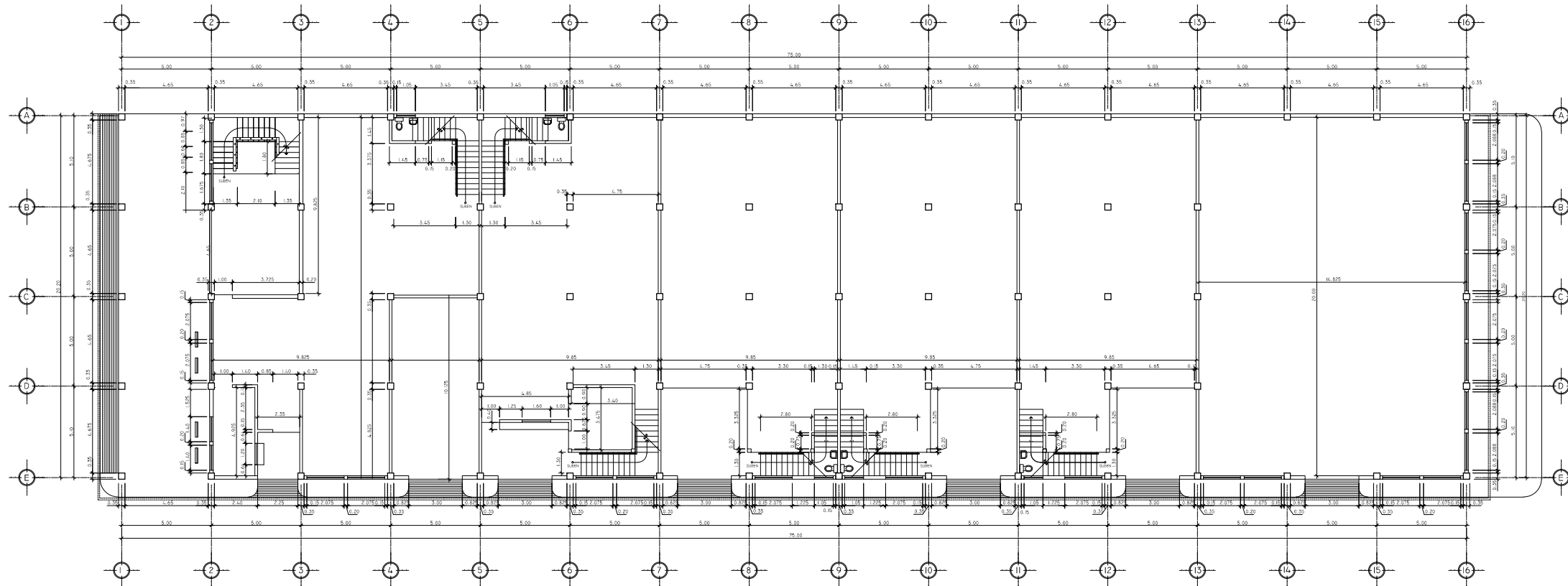
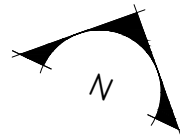
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
F. KENNETH GREG RODAS LINARES
ARQUITECTO

REVISÓ:
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.P.S.

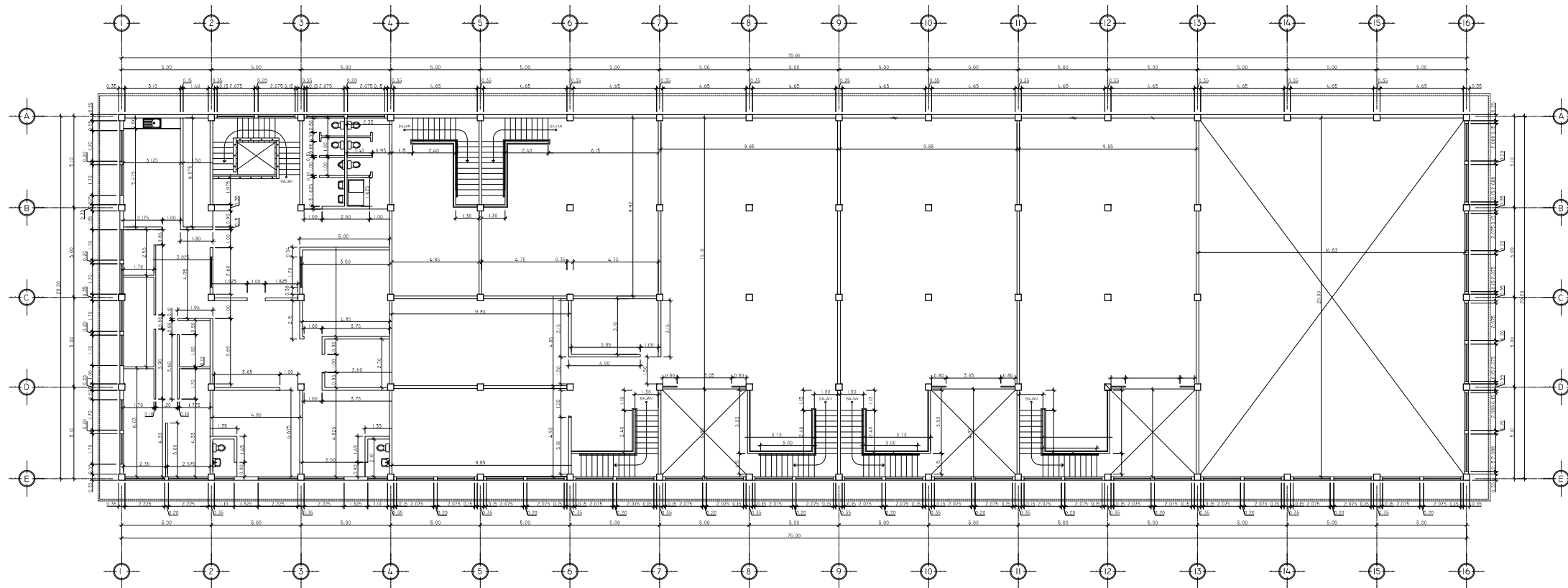
HOJA NO.
277



PLANTA ACOTADA

PRIMER NIVEL

ESC 1:300



PLANTA ACOTADA

SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA

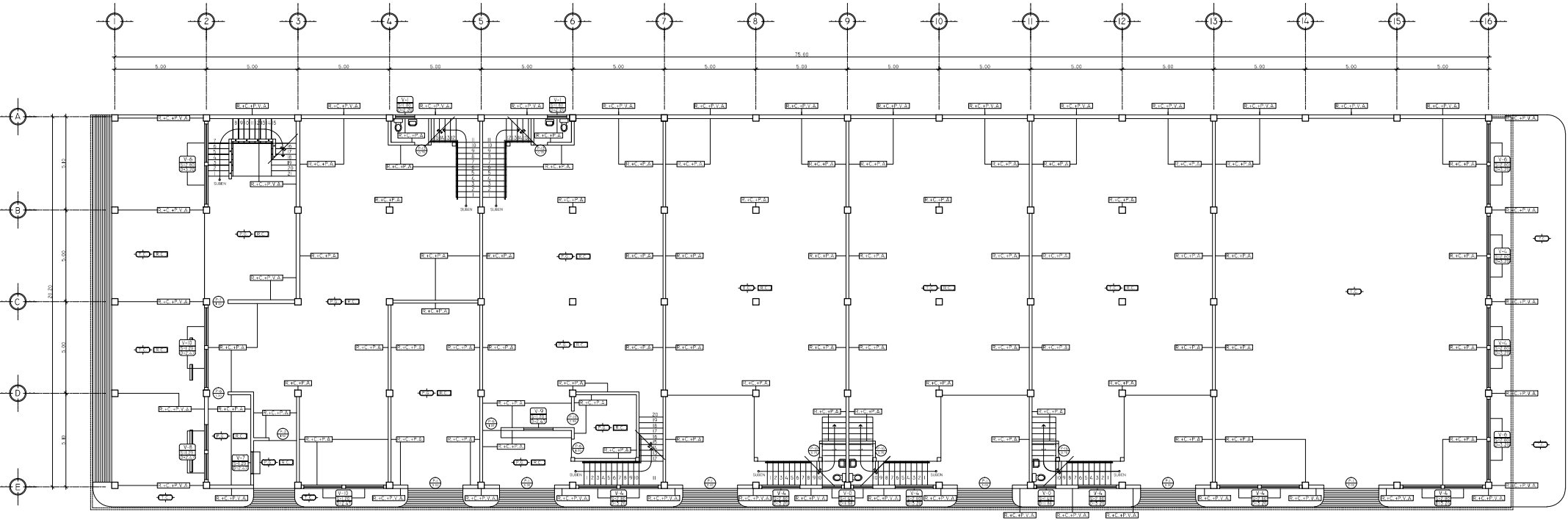
ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
f. KENETH GREGORIO RODAS LINARES
ARQUITECTO

REVISÓ:
f. ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.P.S.

HOJA No.

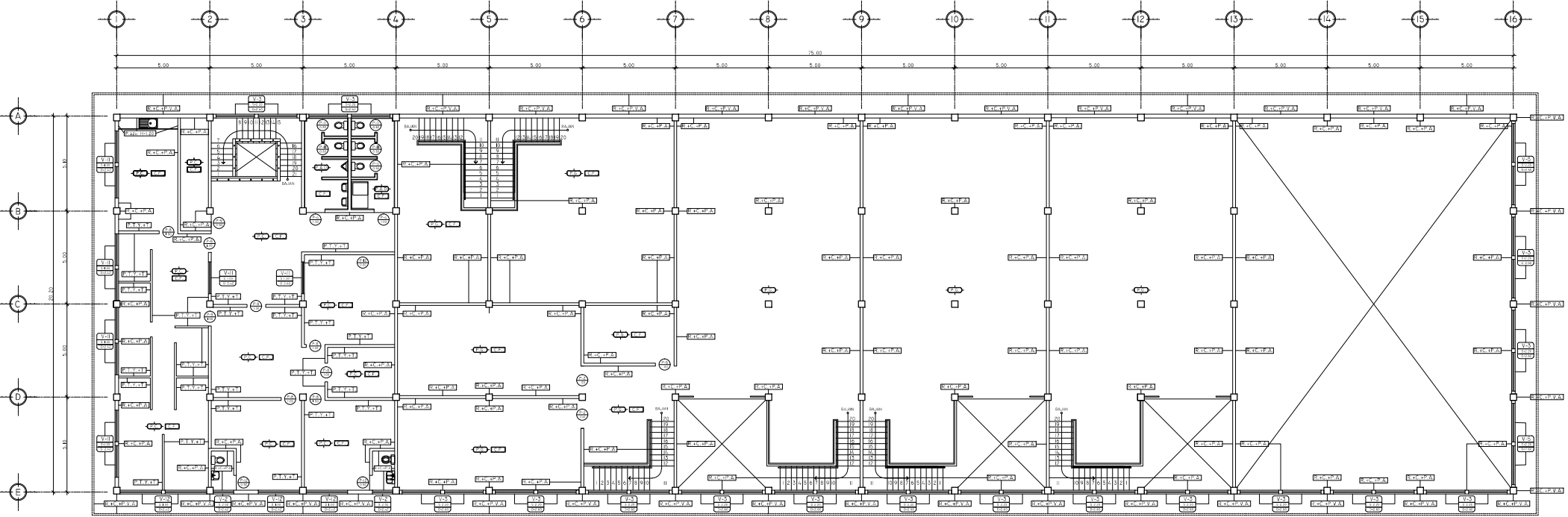
279



SIMBOLOGIA	
[Symbol]	REPELLO + CERNIDO + PINTURA P.V.A.
[Symbol]	REPELLO + CERNIDO + PINTURA ACRILICA
[Symbol]	PAREDE DE TABLA YESO + TEXTURA
[Symbol]	PISO AZULEJO ALTURA INDICADA 1.20 M.
[Symbol]	PISO CERAMICO
[Symbol]	PISO DE GRANITO
[Symbol]	PISO ANTIDESLIZANTE
[Symbol]	TORTA DE CEMENTO
[Symbol]	REPELLO EN CIELO
[Symbol]	CIELO FALSO
[Symbol]	PISO AZULEJO ALTURA INDICADA 1.80 M.
[Symbol]	TIPO DE PUERTA CON ANCHO INDICADO
[Symbol]	TIPO DE VENTANA ALTURAS DE SILLAR Y DINTEL INDICADAS

PLANTA DE ACABADOS
PRIMER NIVEL

ESC 1:300



PLANTA DE ACABADOS
SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL.

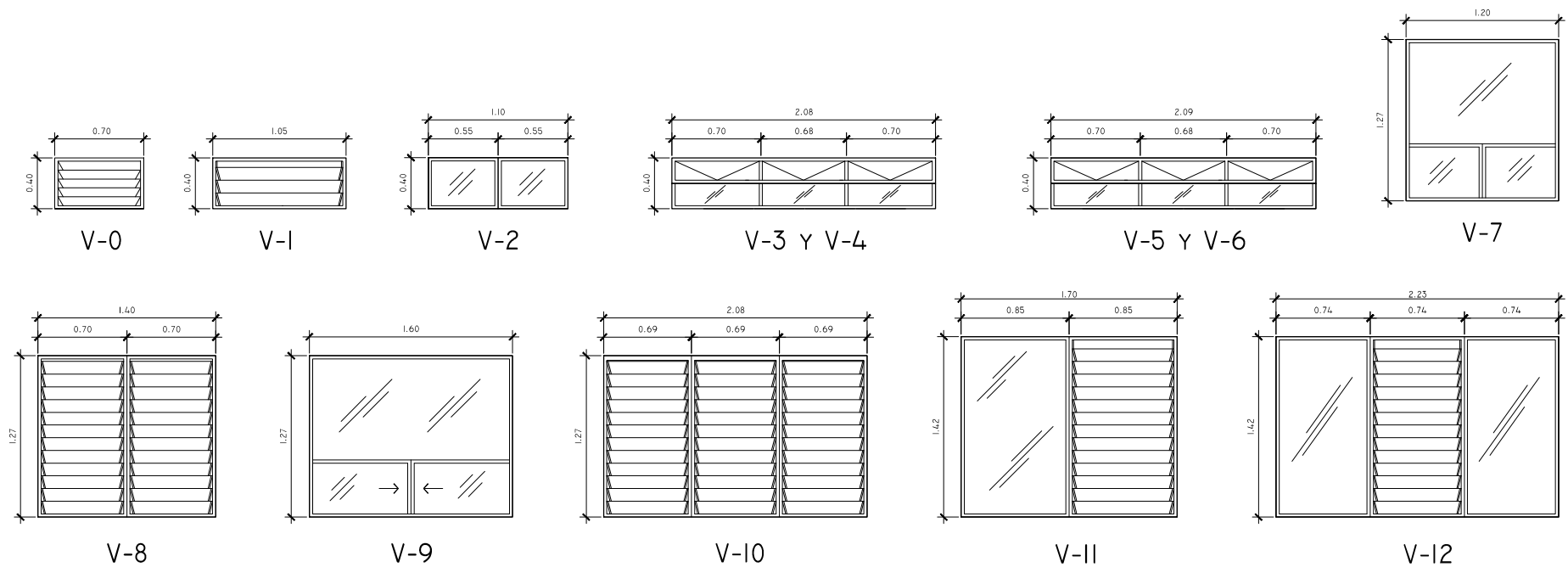
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
E. KENETH GREGORIO RODRÍGUEZ LINARES
ARQUITECTO

REVISÓ:
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.P.S.

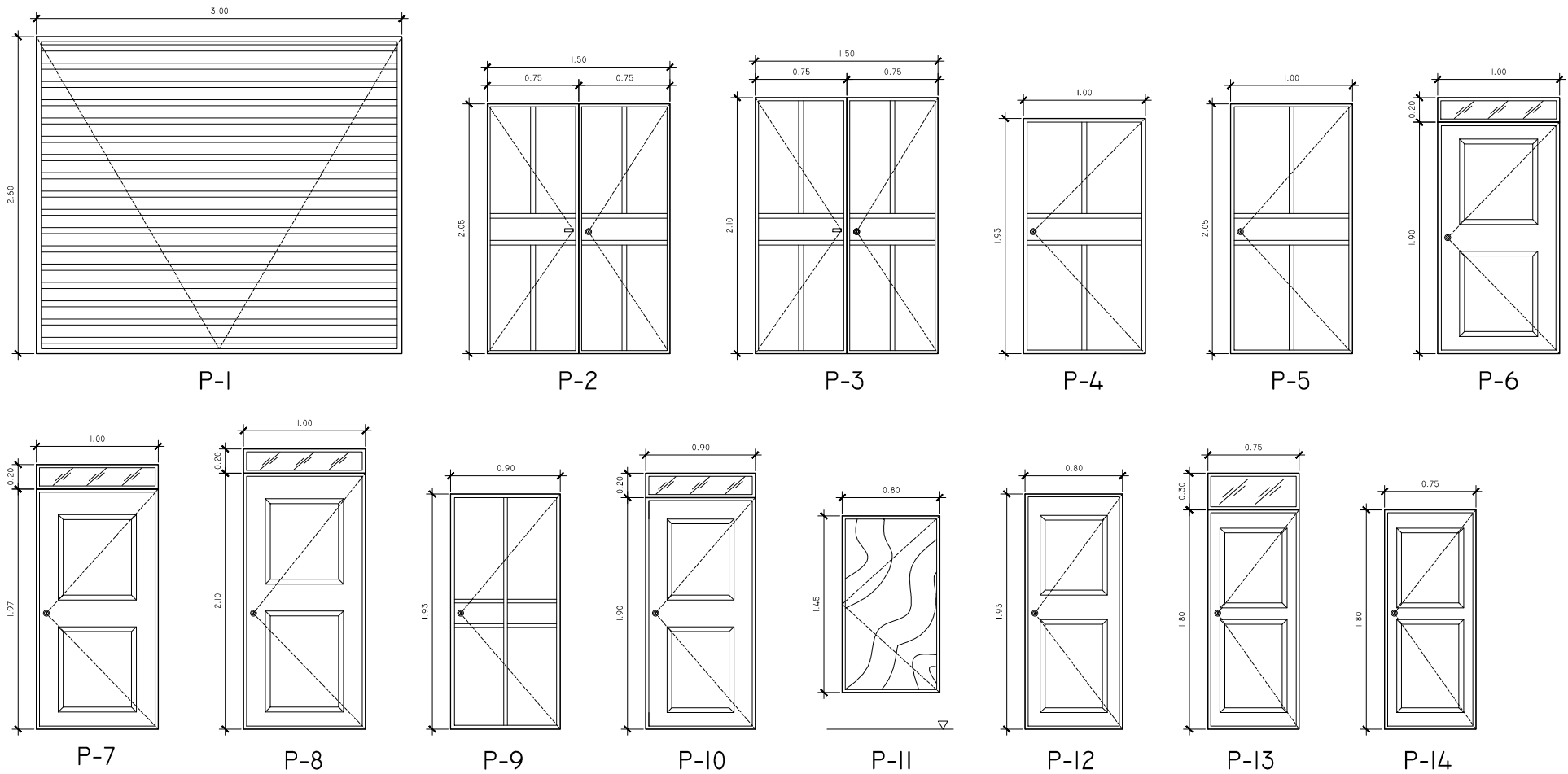
HOJA No.
281



DETALLE DE VENTANAS

ESC 1:50

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL	CANTIDAD	MATERIAL
V-0	0.70	0.40	1.48	1.88	3	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-1	1.05	0.40	1.80	2.20	2	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-2	1.10	0.40	2.02	2.42	2	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-3	2.08	0.40	2.20	2.60	32	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-4	2.08	0.40	2.80	3.20	28	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-5	2.09	0.40	2.20	2.60	4	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-6	2.09	0.40	2.80	3.20	6	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-7	1.20	1.27	1.20	2.47	1	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-8	1.40	1.27	1.20	2.47	1	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-9	1.60	1.27	1.20	2.47	1	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-10	2.08	1.27	1.20	2.47	4	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-11	1.70	1.42	1.00	2.42	8	ALUMINIO + VIDRIO CLARO
V-12	2.23	1.42	1.00	2.42	5	ALUMINIO + VIDRIO CLARO



DETALLE DE PUERTAS

ESC 1:50

PLANILLA DE PUERTAS					
TIPO	ANCHO	ALTO	SOBRELUZ	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	3.00	2.60	--	5	PERSIANA METÁLICA
P-2	1.50	2.05	--	2	METAL
P-3	1.50	2.10	--	32	METAL
P-4	1.00	1.93	--	28	METAL
P-5	1.00	2.05	--	4	METAL
P-6	1.00	1.90	0.20	6	MADERA + VIDRIO CLARO
P-7	1.00	1.97	0.20	1	MADERA + VIDRIO CLARO
P-8	1.00	2.10	0.20	1	MADERA + VIDRIO CLARO
P-9	0.90	1.93	--	1	METAL
P-10	0.90	1.90	0.20	4	MADERA + VIDRIO CLARO
P-11	0.80	1.45	--	8	PLYWOOD
P-12	0.80	1.93	--	5	MADERA
P-13	0.75	1.80	0.30	2	MADERA + VIDRIO CLARO
P-14	0.75	1.80	--	3	MADERA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

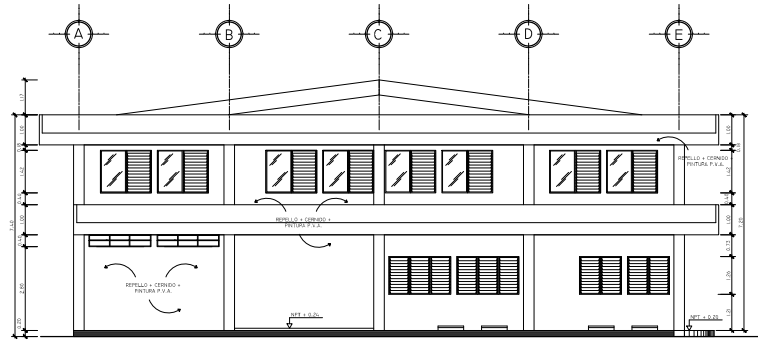
CONTENIDO:
PUERTAS Y VENTANAS

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
KENETH QUESADA RODAS LINARES
EFESISTA

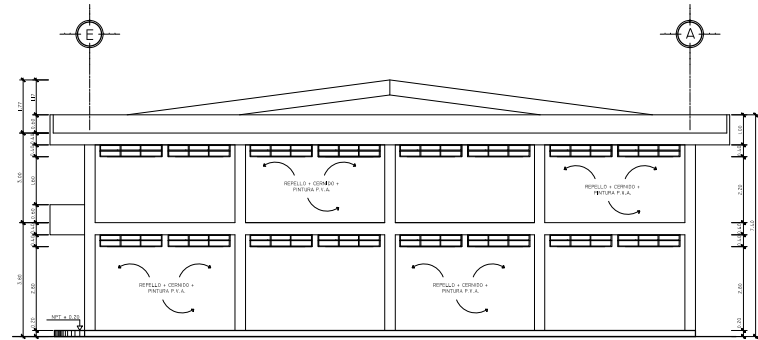
REVISÓ:
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.F.S.

HOJA No.
283



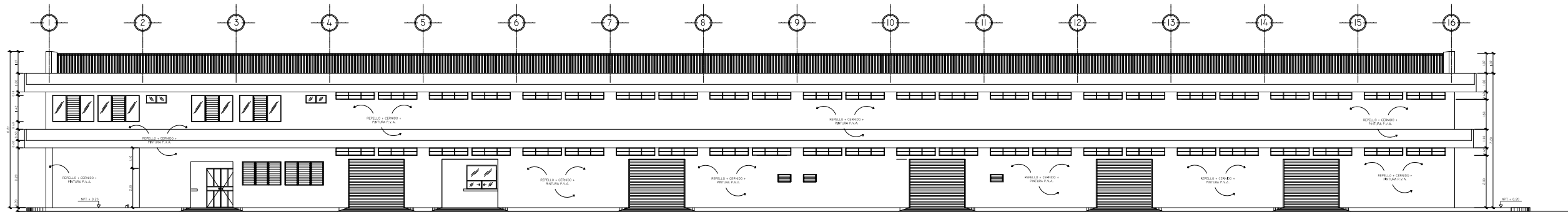
ELEVACIÓN SUR

ESC 1:250



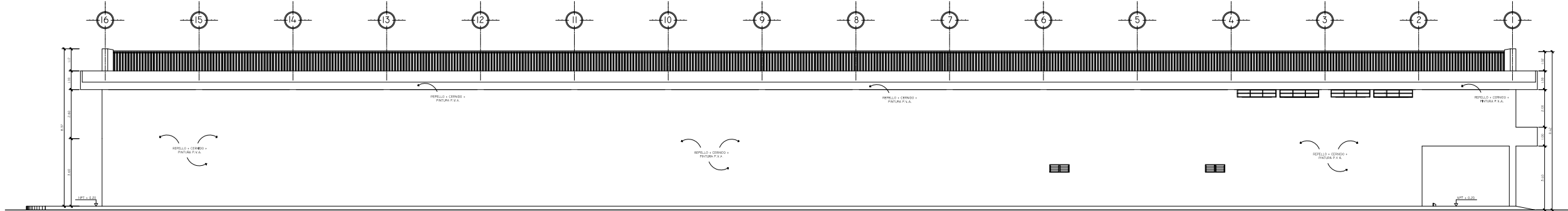
ELEVACIÓN NORTE

ESC 1:250



ELEVACIÓN PRINCIPAL

ESC 1:250



ELEVACIÓN POSTERIOR

ESC 1:250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

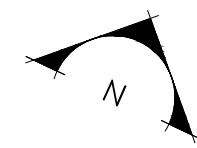
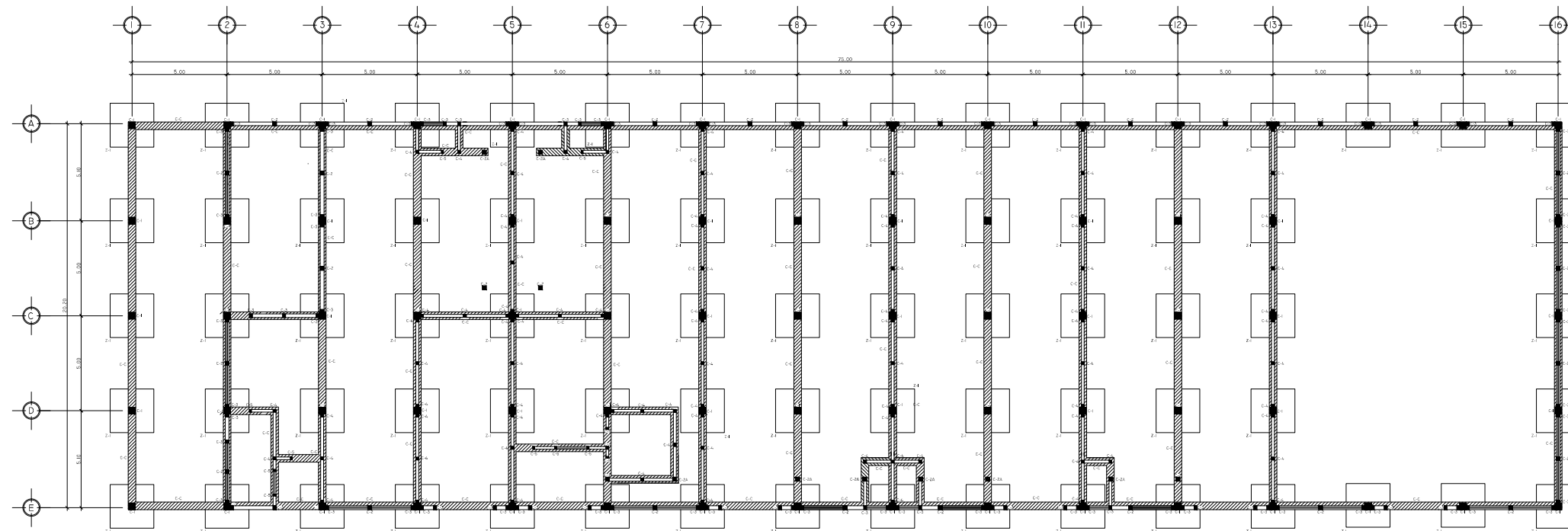
CONTENIDO: ELEVACIONES

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
f. KENETH GREGORIO RODAS LINARES
ARQUITECTO

REVISÓ:
f. ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.P.S.

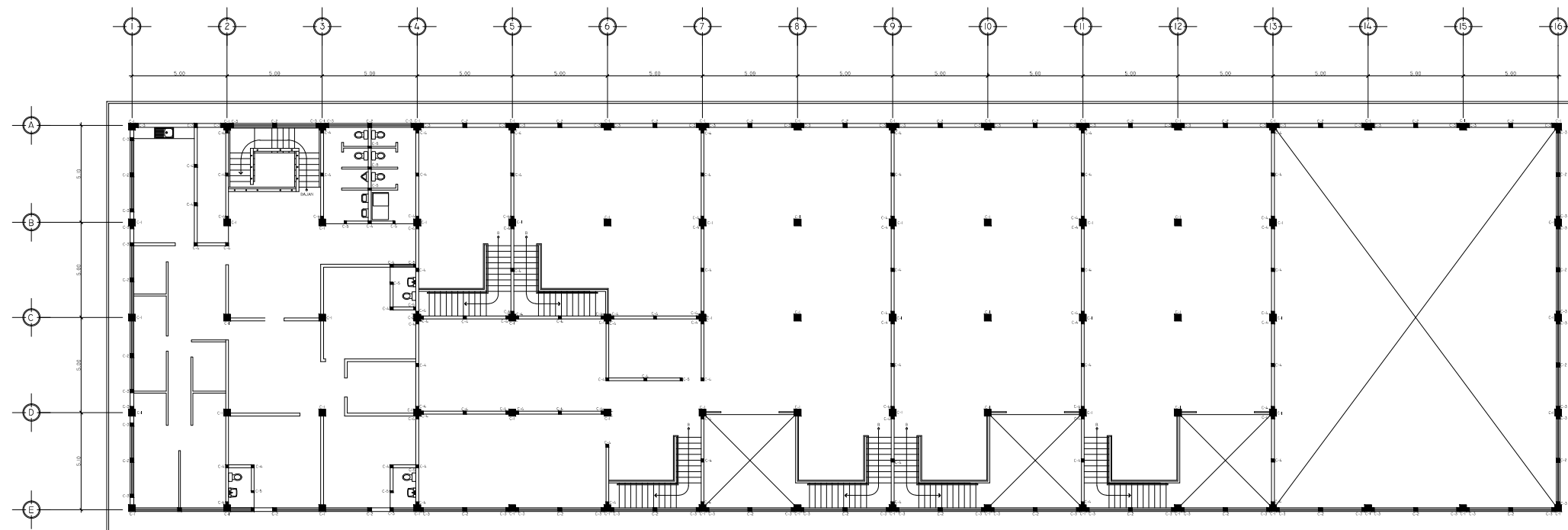
HOJA NO.
285



SIMBOLOGÍA	
	CIMIENTO CORRIDO C-C
	MURO DE BLOCK
C-I	TIPO DE COLUMNA
Z-I	TIPO DE ZAPATA

PLANTA DE CIMENTOS Y COLUMNAS
PRIMER NIVEL

ESC 1:300



PLANTA DE COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

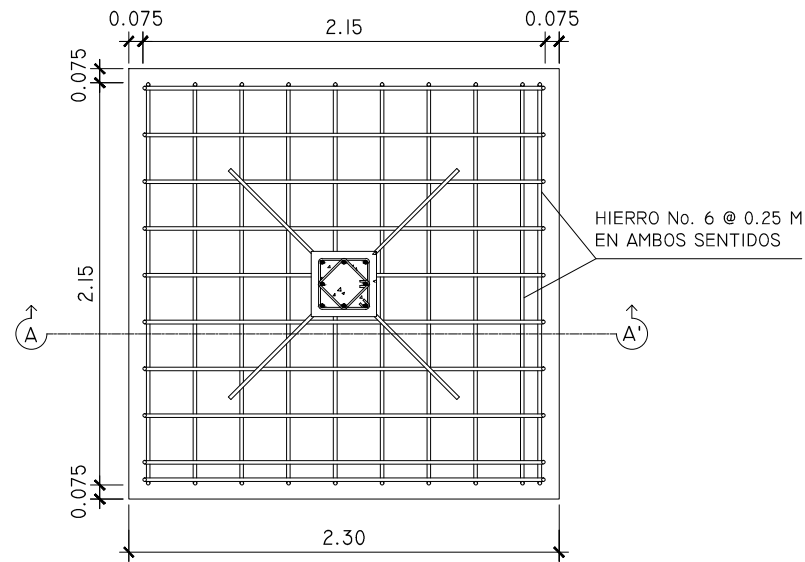
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTOS Y COLUMNAS

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
KENETH OBED RODAS LINARES
EFESISTA

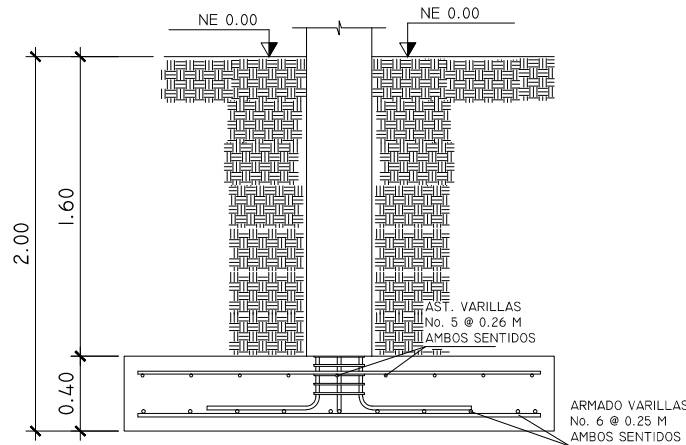
REVISÓ:
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.F.S.

HOJA No.
287



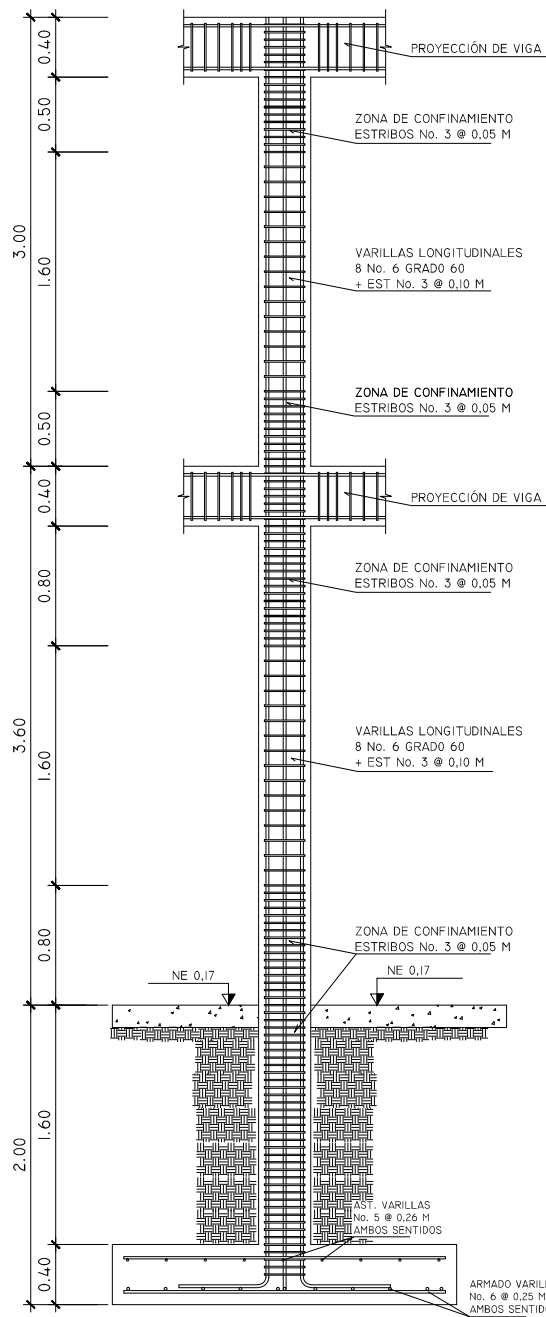
PLANTA DE ZAPATA Z-I

ESC 1:40



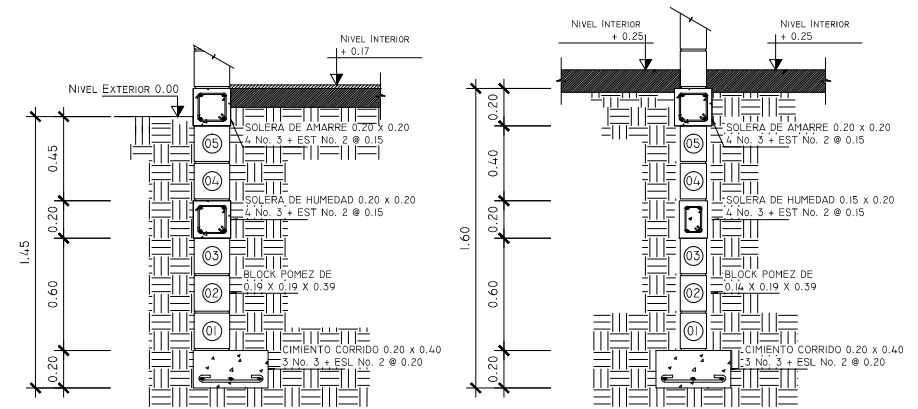
SECCION A-A' ZAPATA Z-I

ESC 1:40



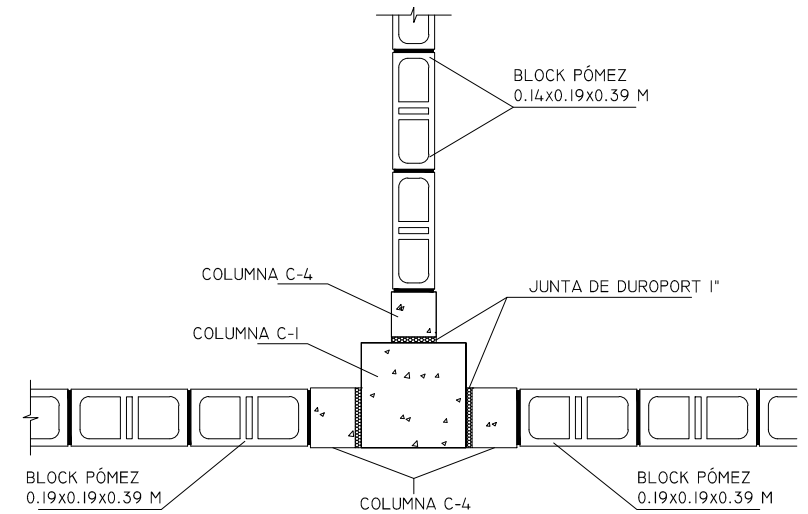
ARMADO DE COLUMNA C-I

ESC 1:50



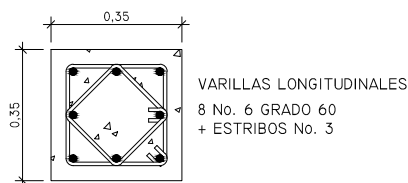
DETALLE DE LEVANTADOS

ESC 1:40



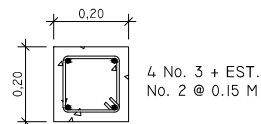
DETALLE DE JUNTA
COLUMNA-MURO

ESC 1:25

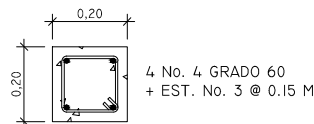


COLUMNA C-1

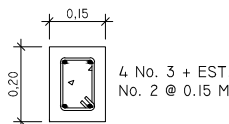
NOTA: ESPACIAMIENTO DADO
EN ARMADO DE COLUMNA C-I



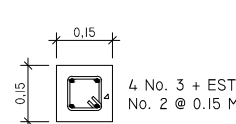
C-2



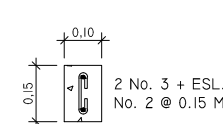
C-2A



C-3



C-4



C-5

COLUMNAS

ESC 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

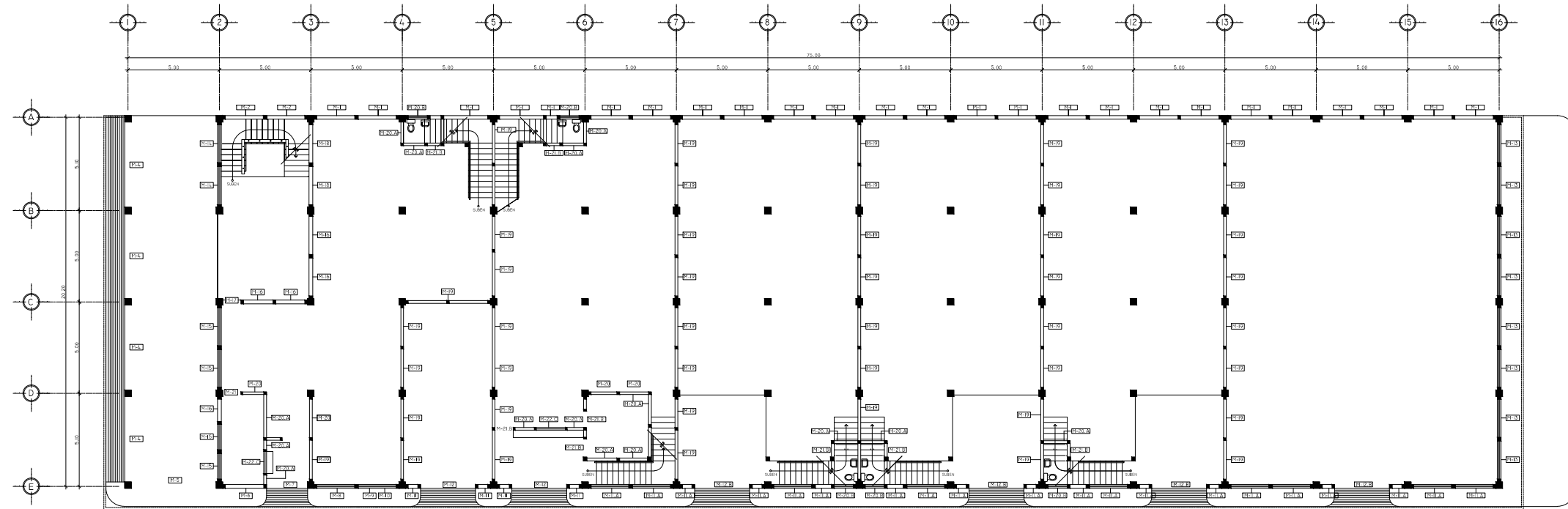
CONTENIDO: DETALLES DE CIMENTACIÓN

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
ING. KENETH OBED RODAS LINARES
INGENIERO

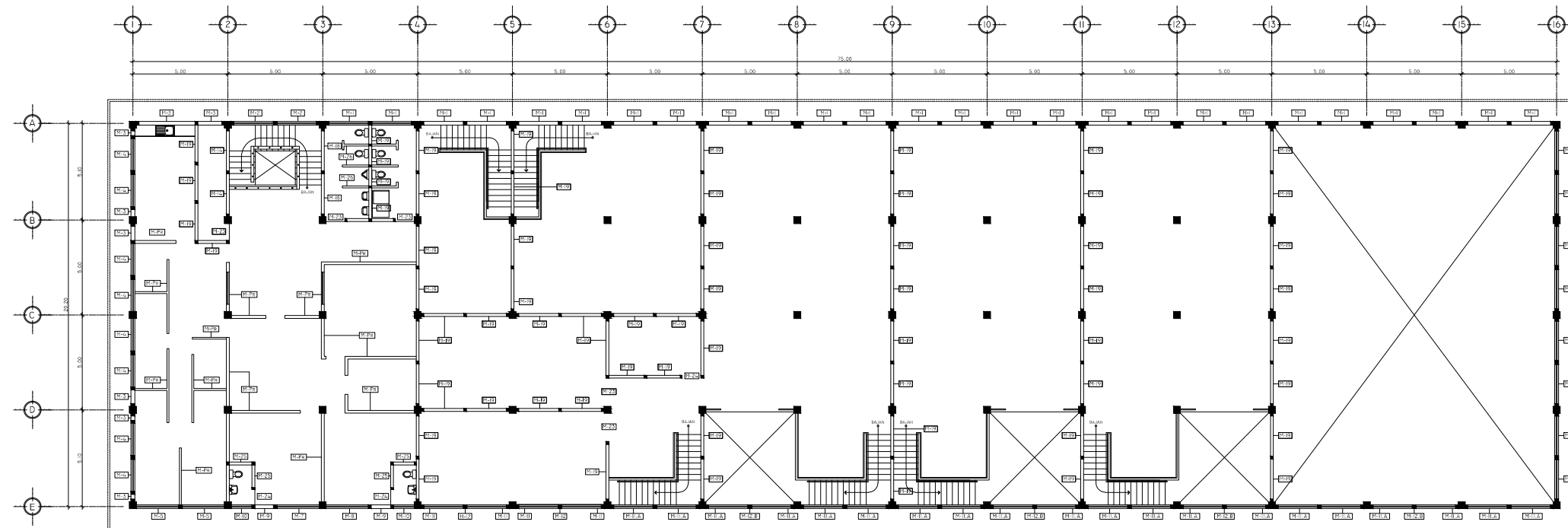
REVISÓ:
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.F.S.

HOJA No.
289



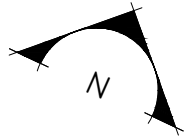
PLANTA DE MUROS
PRIMER NIVEL

ESC 1:300



PLANTA DE MUROS
SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

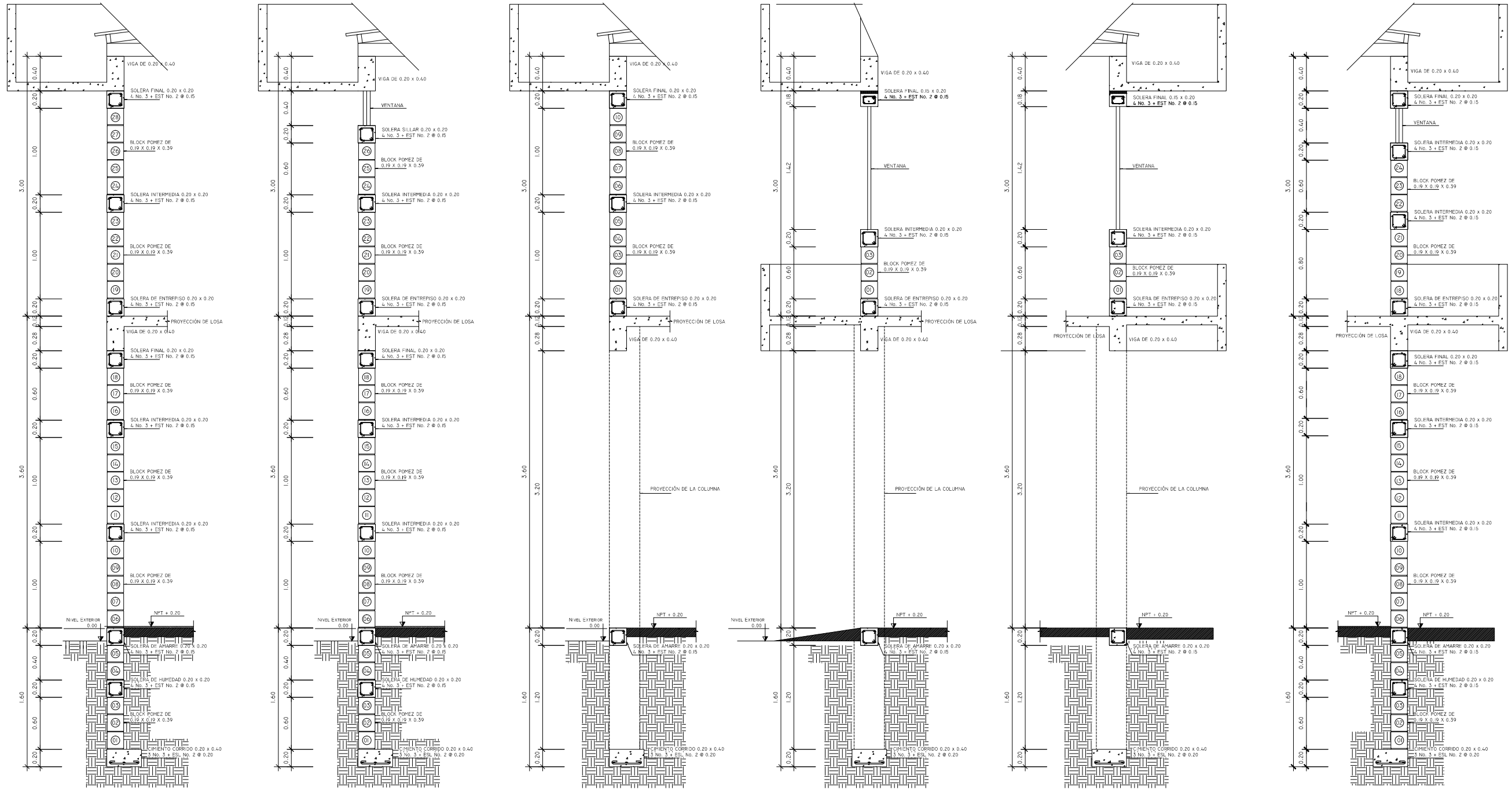
CONTENIDO: PLANTA DE MUROS

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
f. KENETH GREGORIO RODAS LINARES
INGENIERO

REVISÓ:
f. ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.P.S.

HOJA No.
291



MURO M-1

MURO M-2

MURO M-3

MURO M-4

MURO M-5

MURO M-6

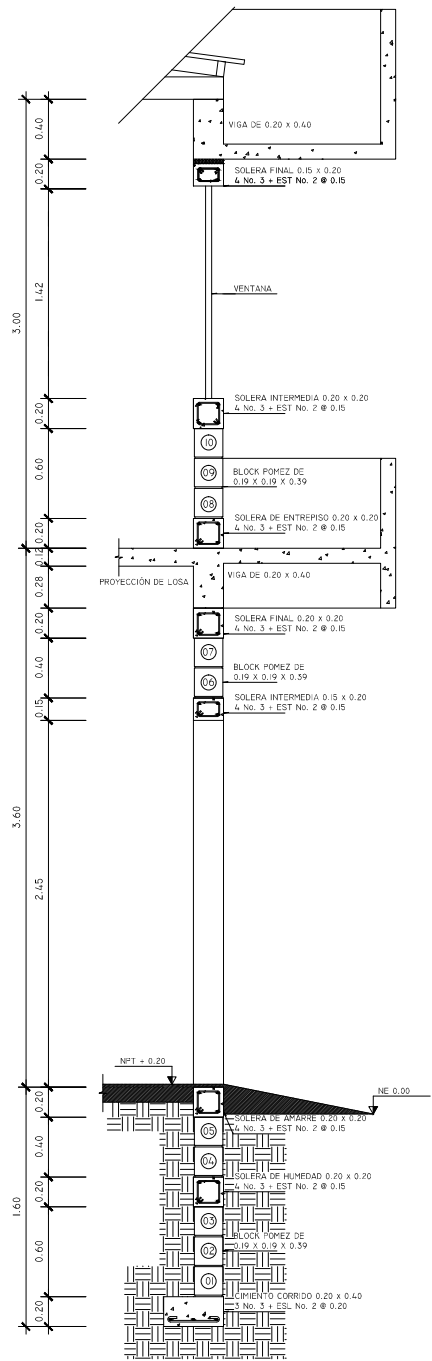
DETALLE DE MUROS

ESC 1:50

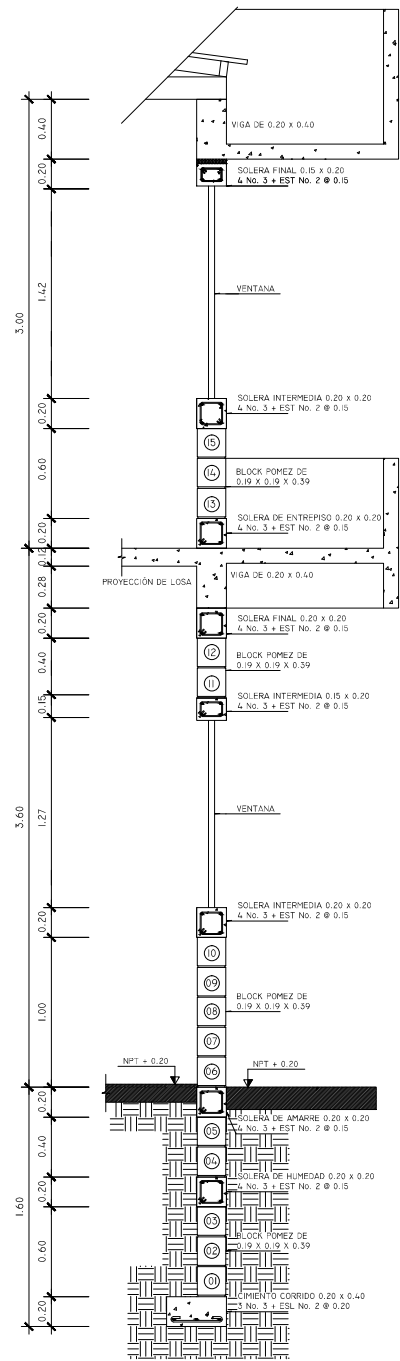


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

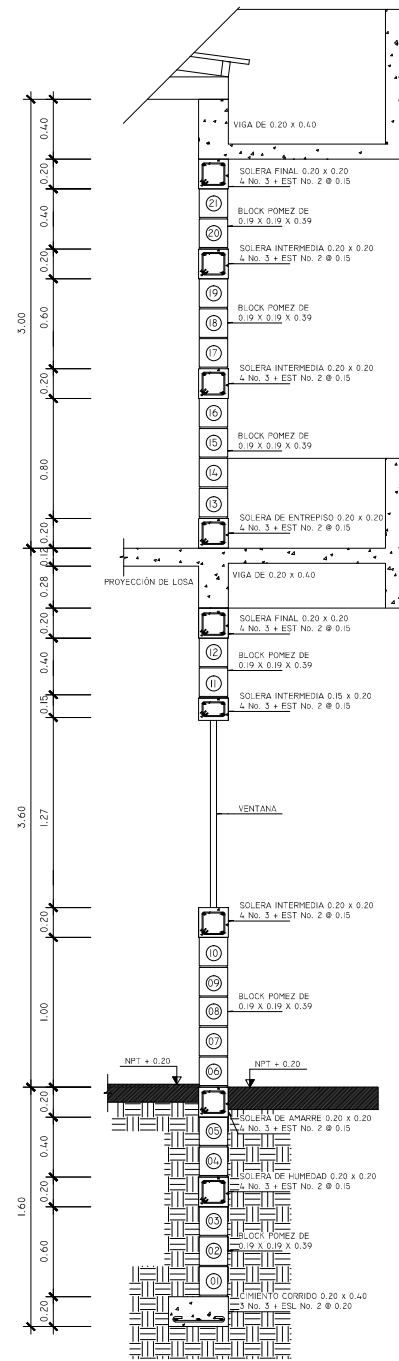
EMPRESA PORTUARIA NACIONAL SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS		FECHA: OCTUBRE DE 2021
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL		
CONTENIDO: DETALLE DE MUROS		ESCALA: INDICADA
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: F. KENETH OBED RODAS LINARES INGENIERO EN ELECTRICIDAD	REVISÓ: F. ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS ASESOR E.F.S.	HOJA No. 293



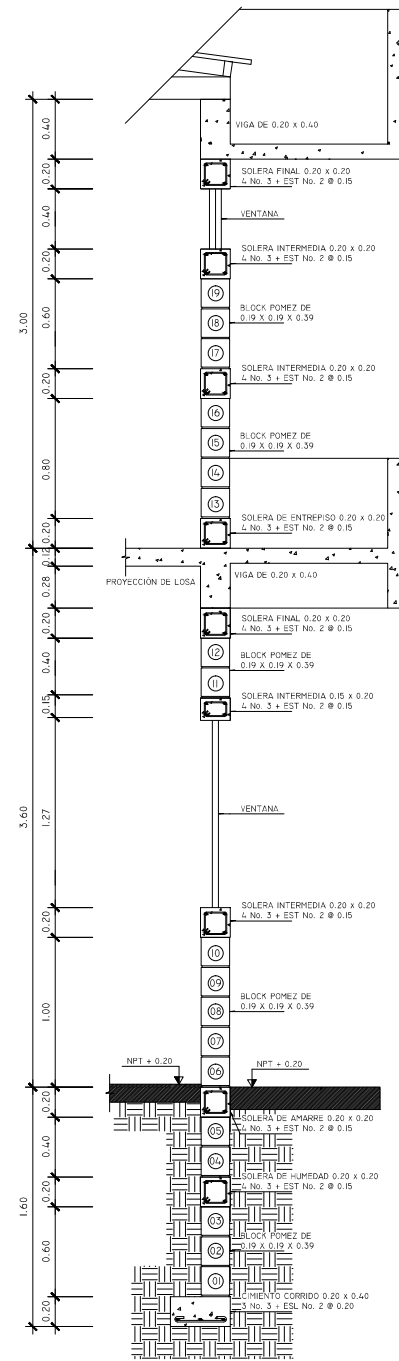
MURO M-7



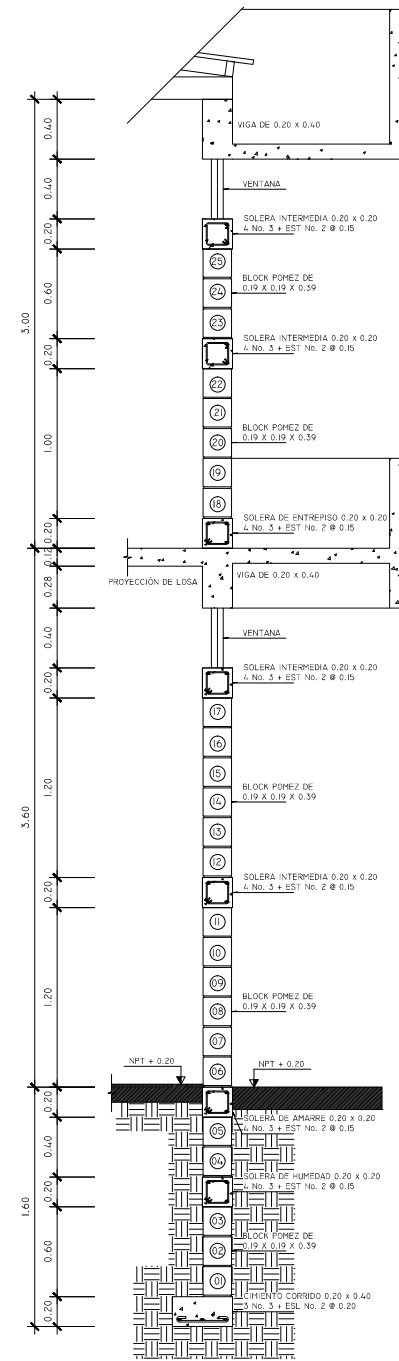
MURO M-8



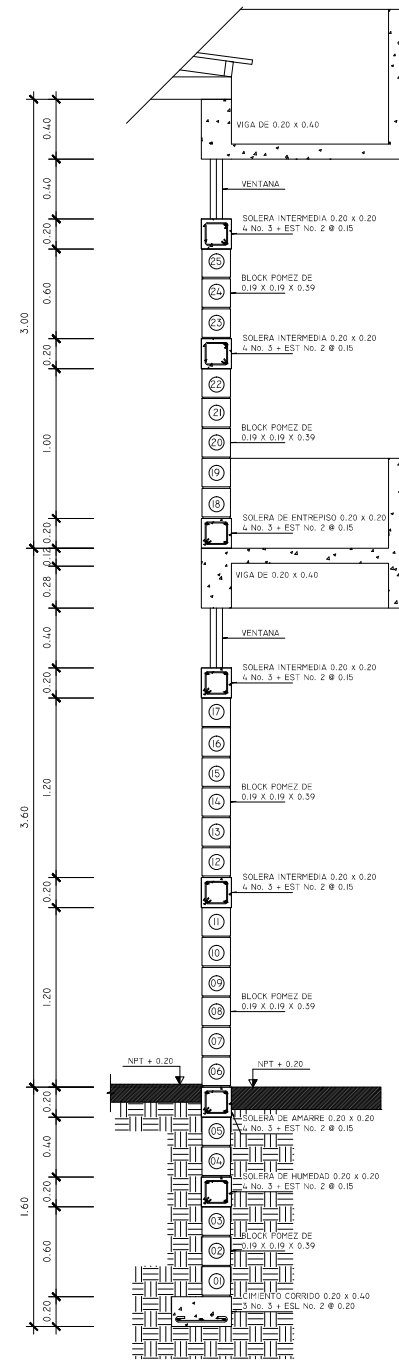
MURO M-9



MURO M-10



MURO M-11



MURO M-II.A

DETALLE DE MUROS

ESC 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

CONTENIDO:
DETALLES DE MUROS

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:

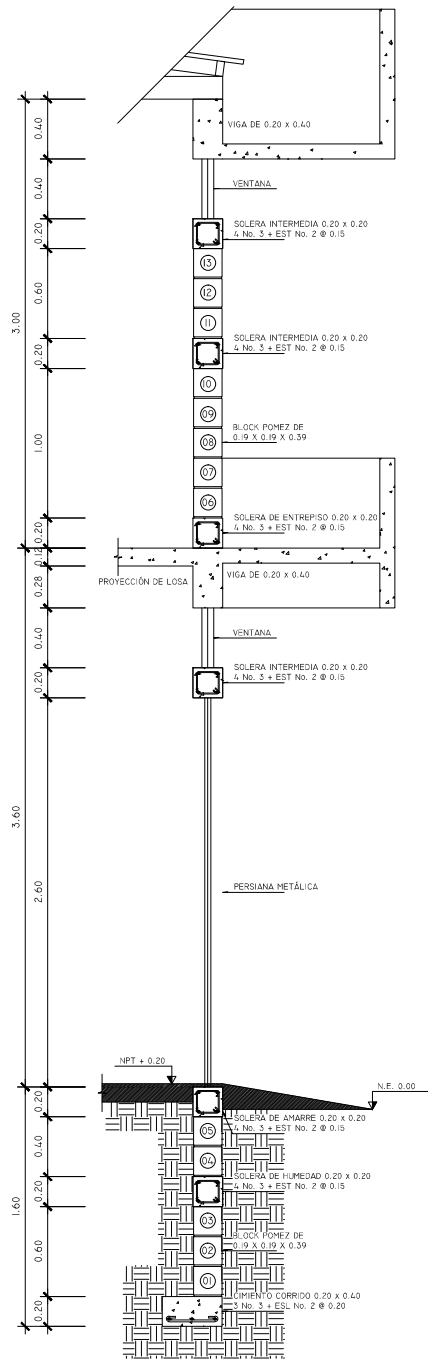
ING. KENETH OBED RODAS LINARES
EFESISTA

REVISÓ:

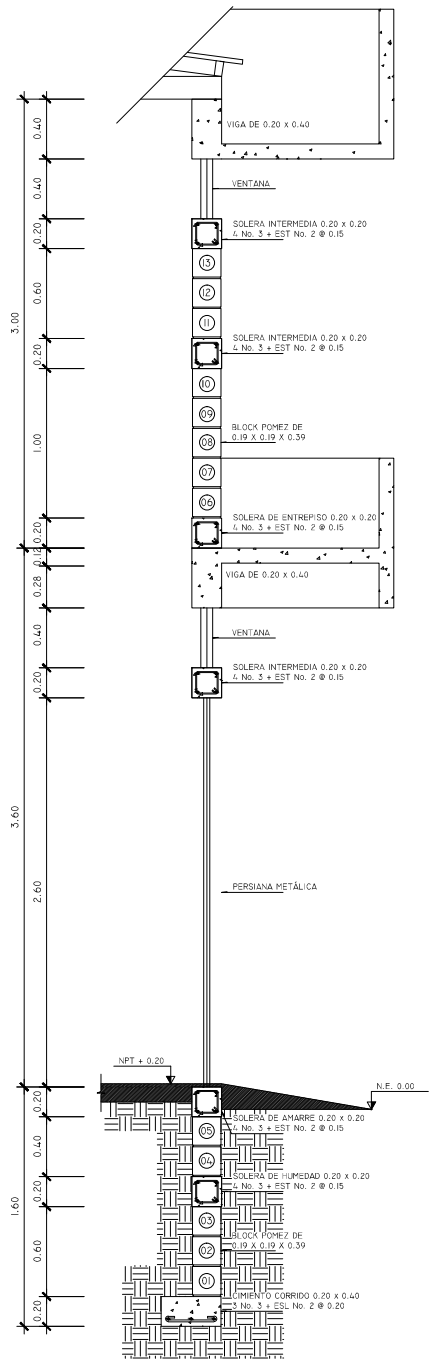
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.F.S.

HOJA No.

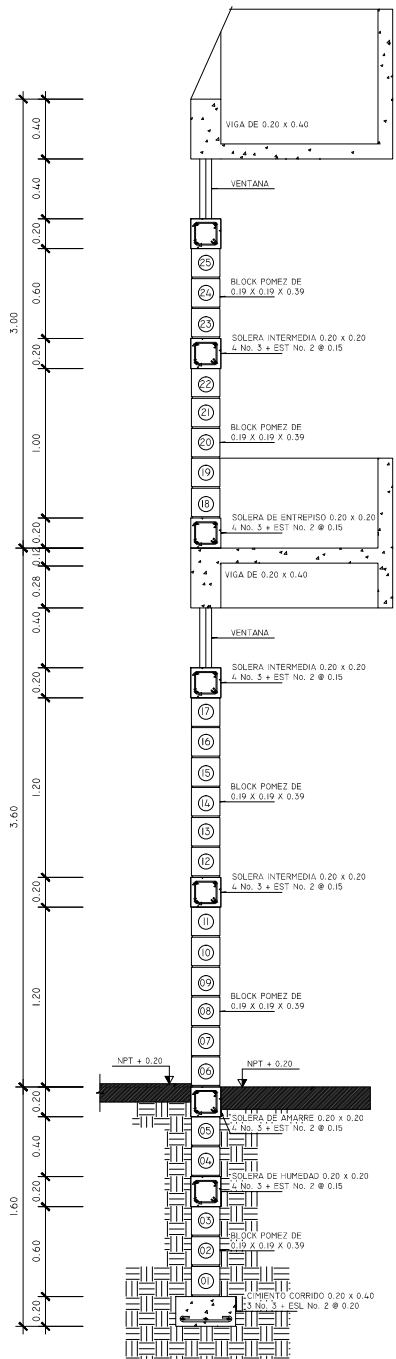
295



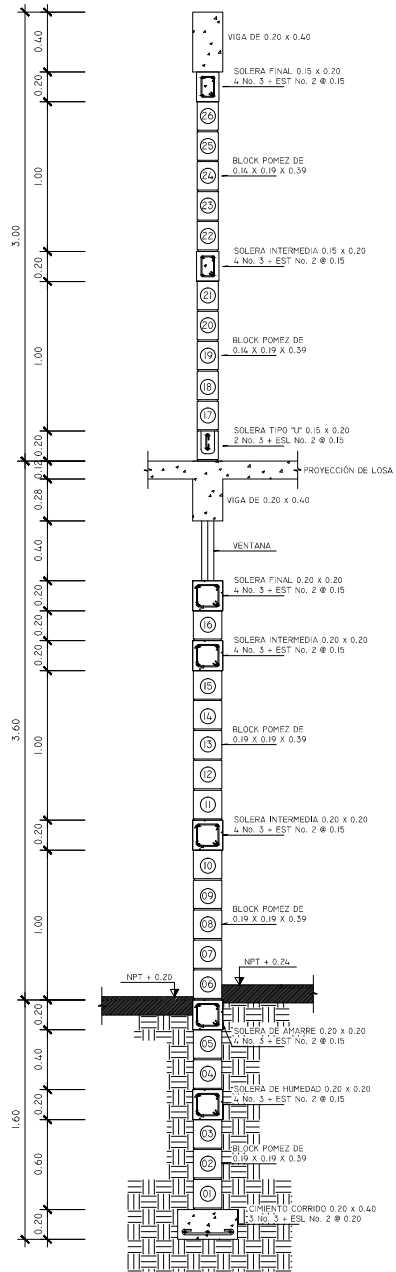
MURO M-12



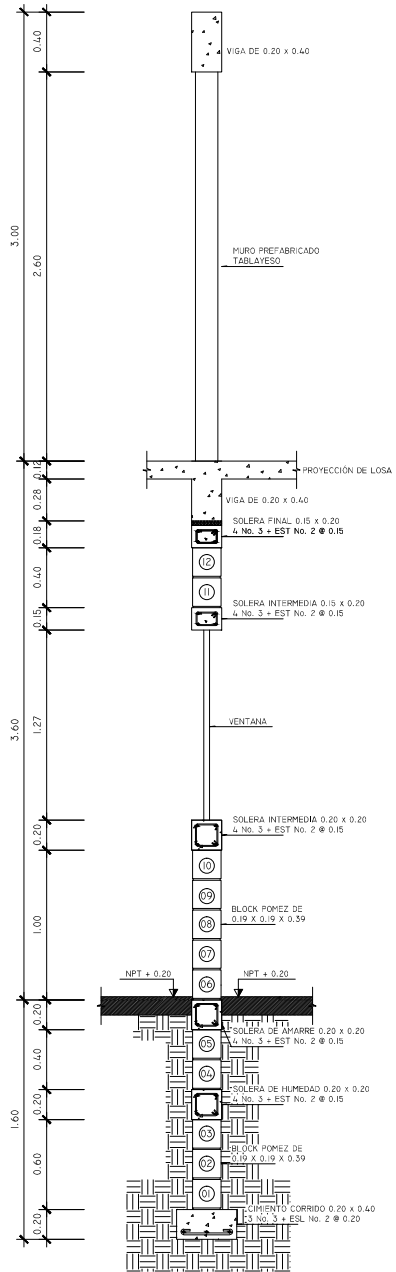
MURO M-12.B



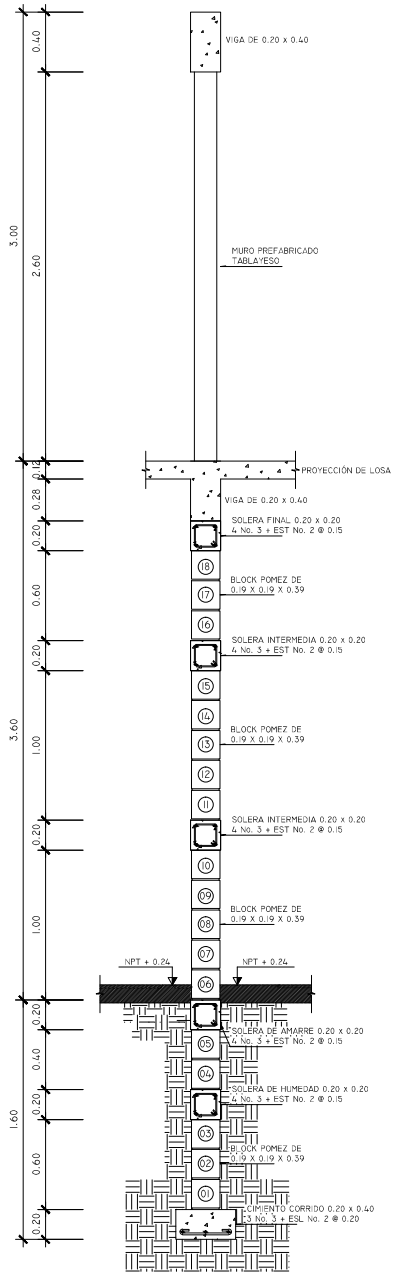
MURO M-13



MURO M-14



MURO M-15



MURO M-16

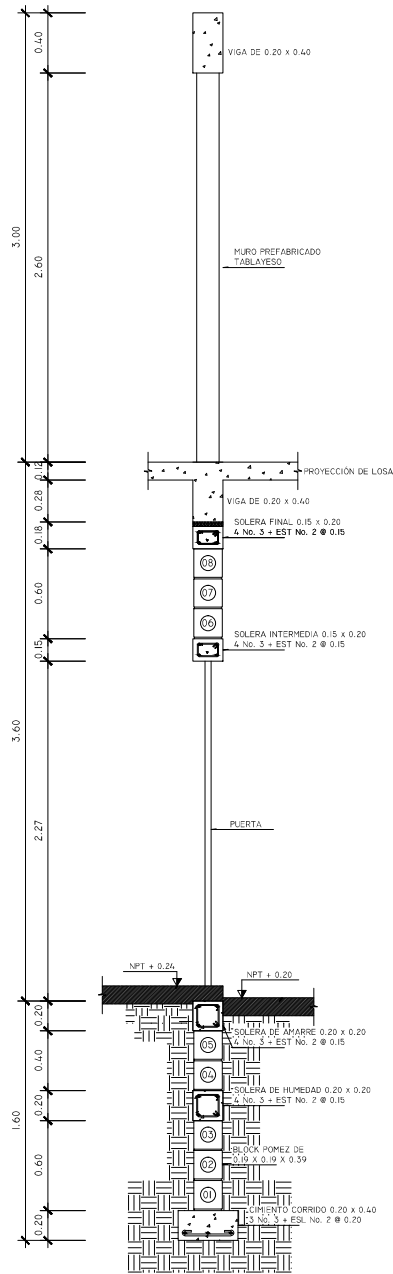
DETALLE DE MUROS

ESC 1:50

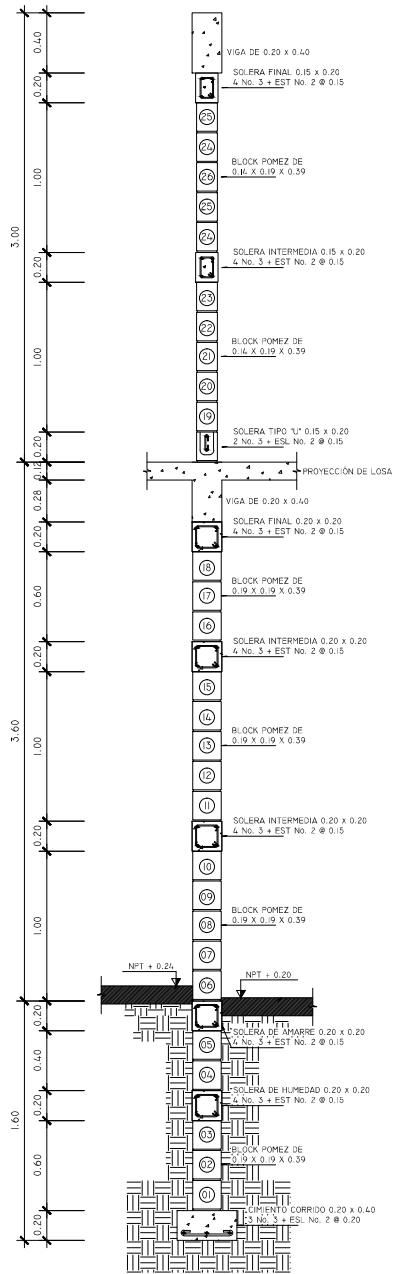


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

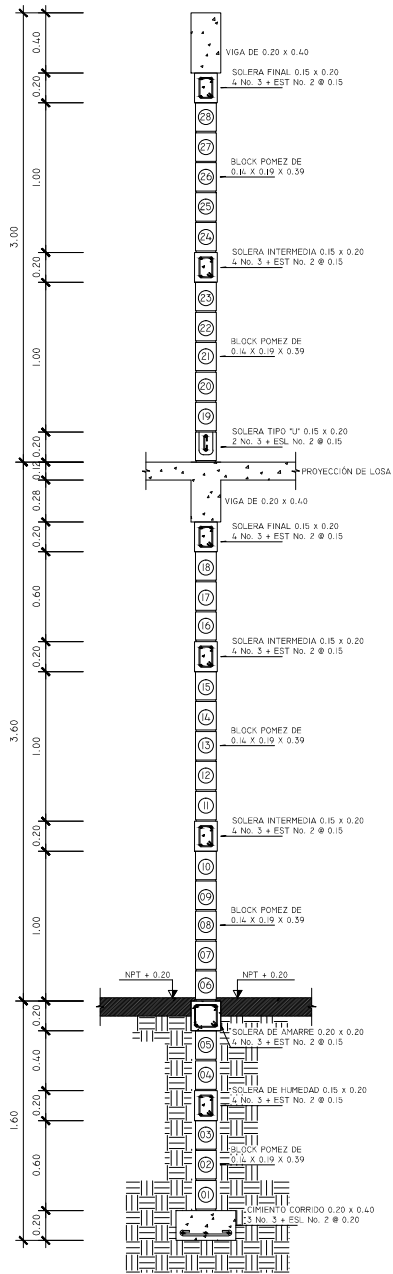
EMPRESA PORTUARIA NACIONAL SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS		FECHA: OCTUBRE DE 2021
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL		
CONTENIDO: DETALLES DE MUROS		ESCALA: INDICADA
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: ING. KENETH OBED RODAS LINARES EFESISTA	REVISÓ: ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS ASESOR E.F.S.	HOJA No. 297



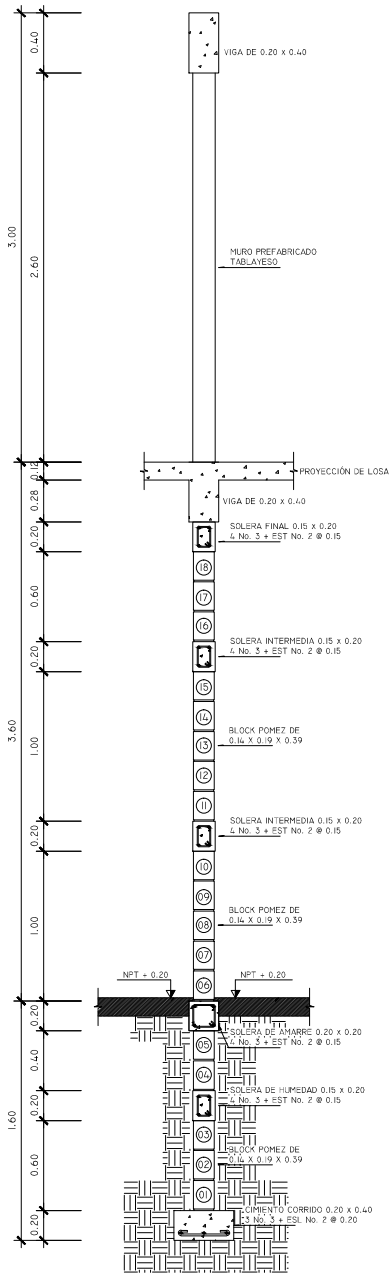
MURO M-17



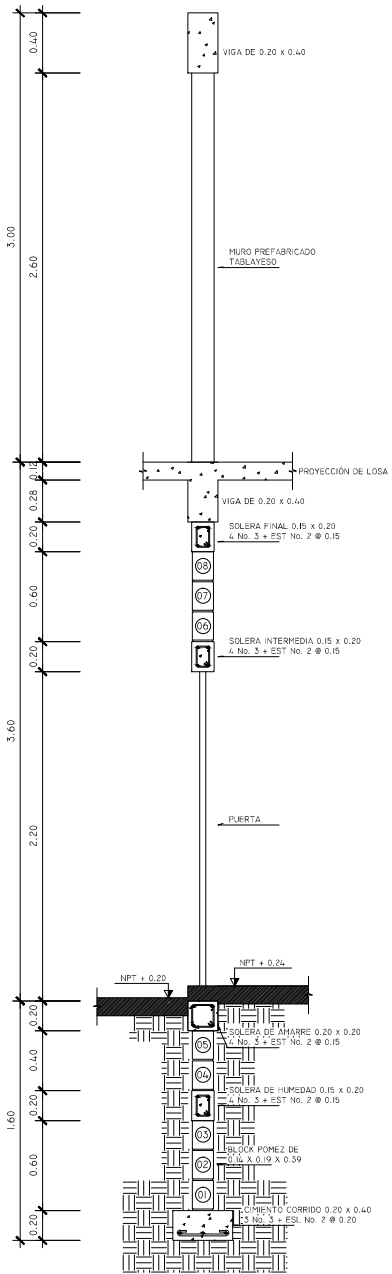
MURO M-18



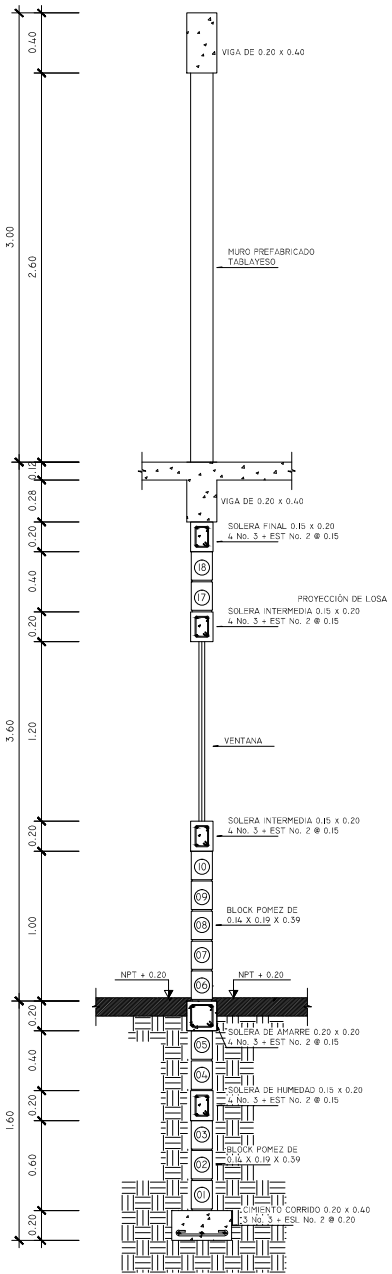
MURO M-19



MURO M-20



MURO M-21



MURO M-22

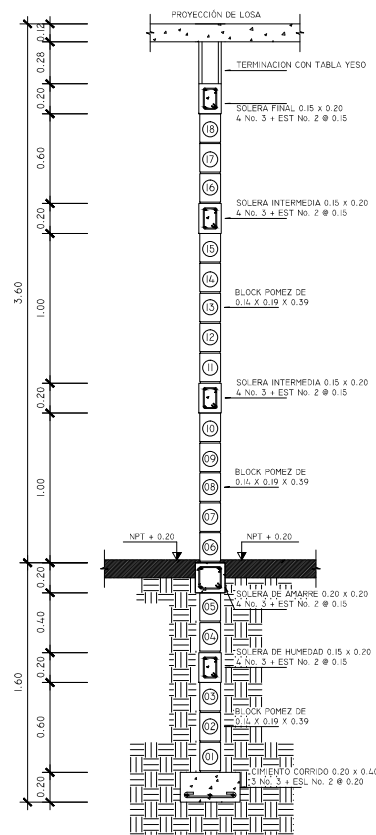
DETALLE DE MUROS

ESC 1:50

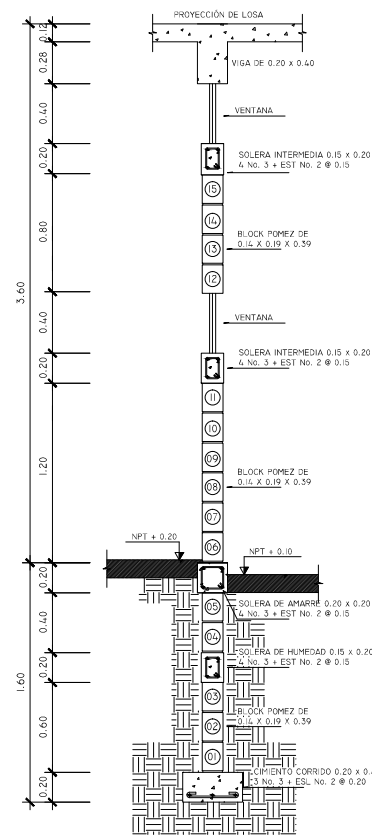


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

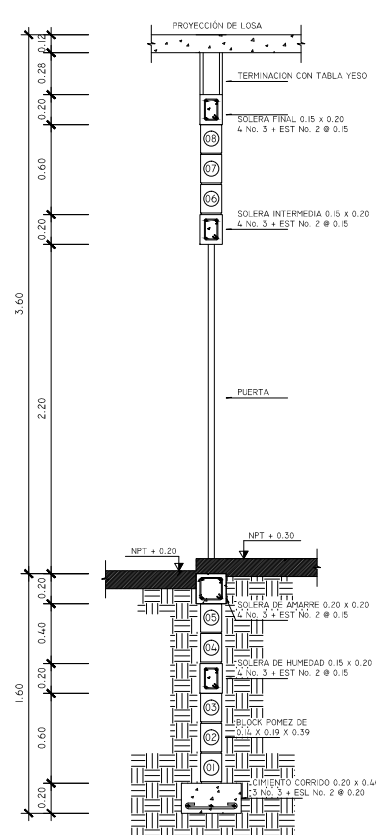
EMPRESA PORTUARIA NACIONAL SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS		FECHA: OCTUBRE DE 2021
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL		
CONTENIDO: DETALLES DE MUROS		ESCALA: INDICADA
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: ING. KENETH QUESADA RODAS LINARES EFESISTA	REVISÓ: ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS ASESOR E.F.S.	HOJA No. 299



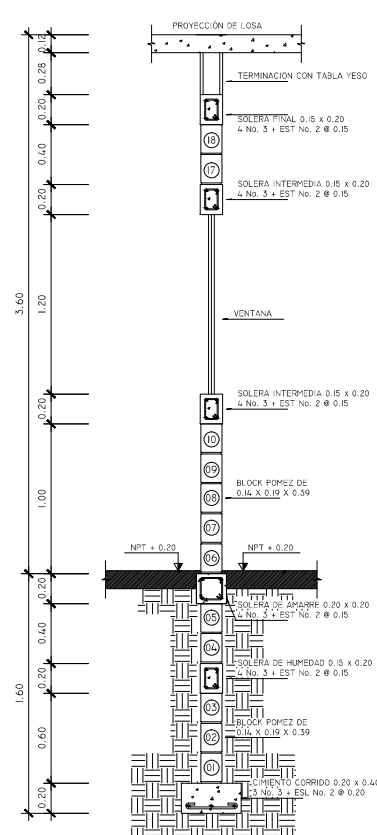
MURO M-20.A



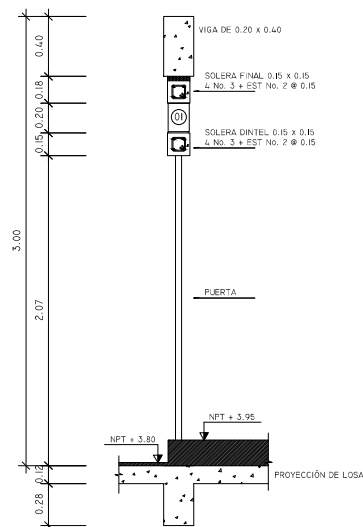
MURO M-20.B



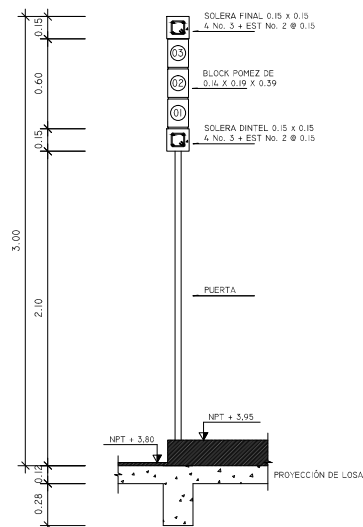
MURO M-21.B



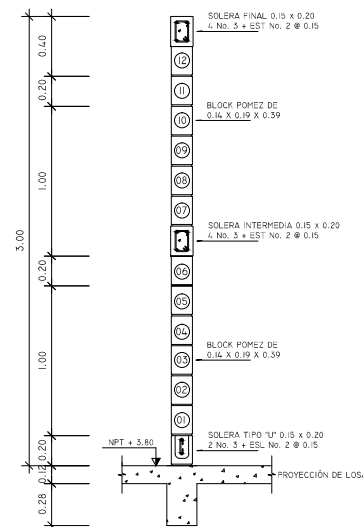
MURO M-22.C



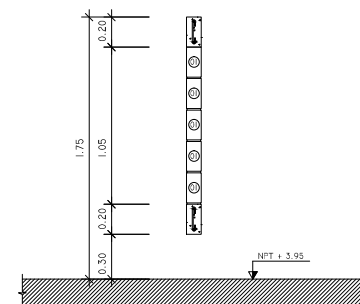
MURO M-23



MURO M-24



MURO M-25



MURO M-26

DETALLE DE MUROS

ESC 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO:
DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

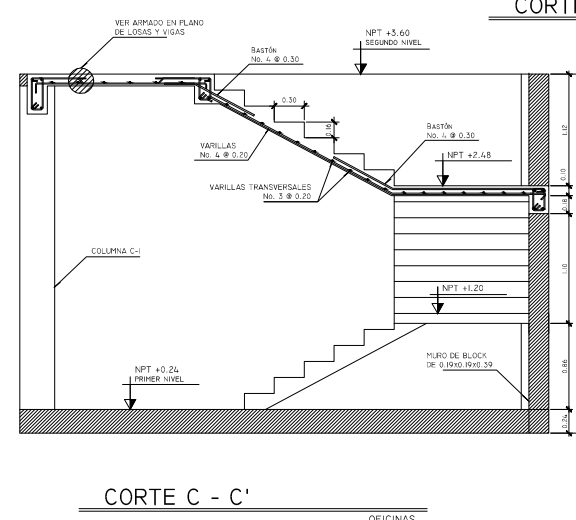
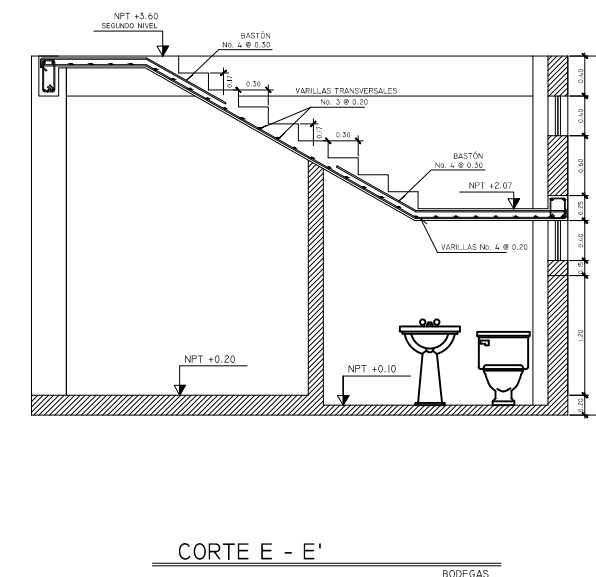
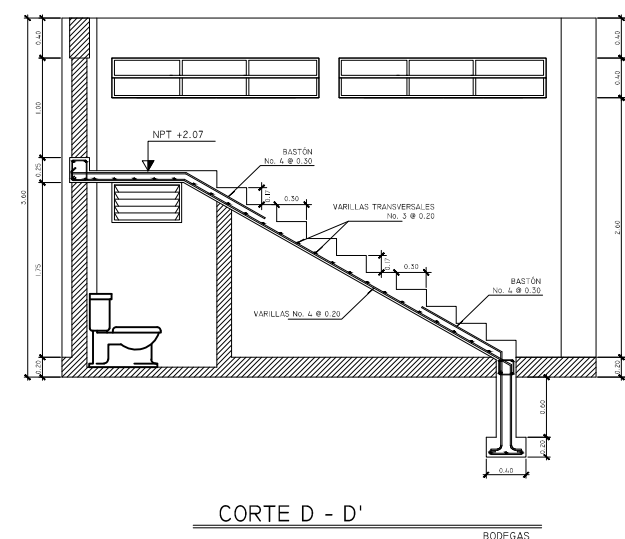
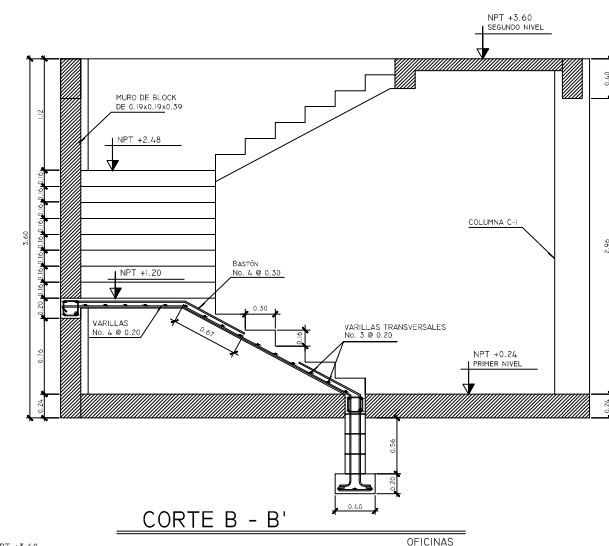
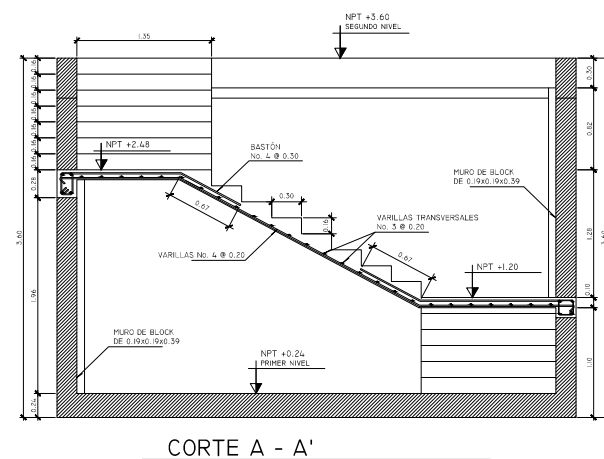
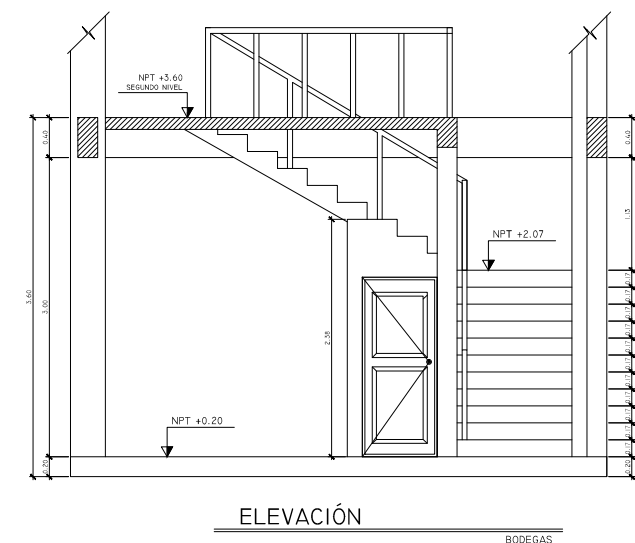
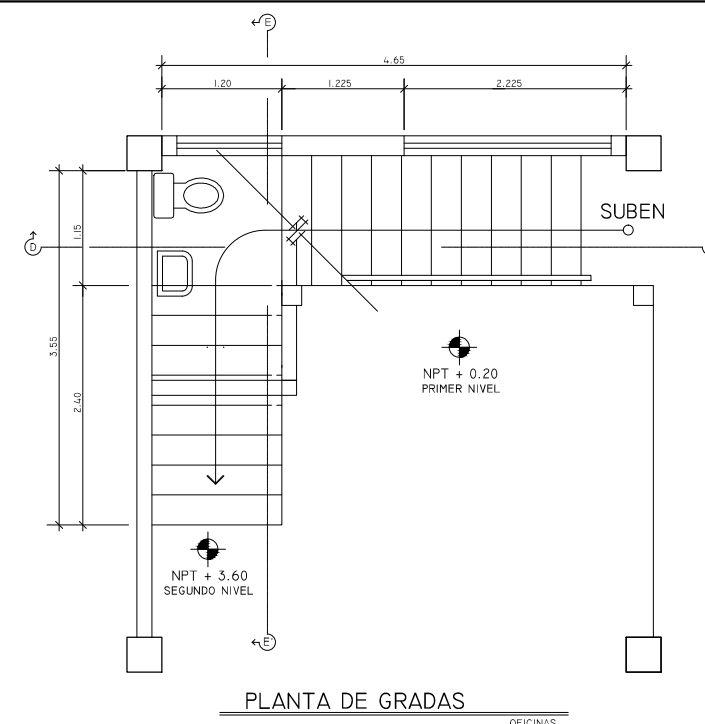
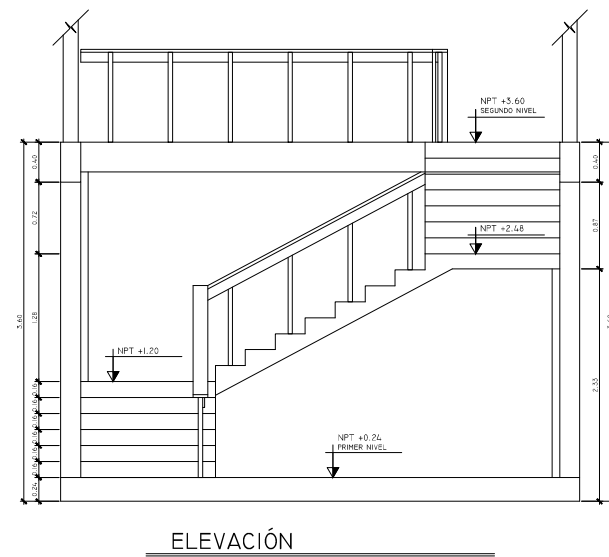
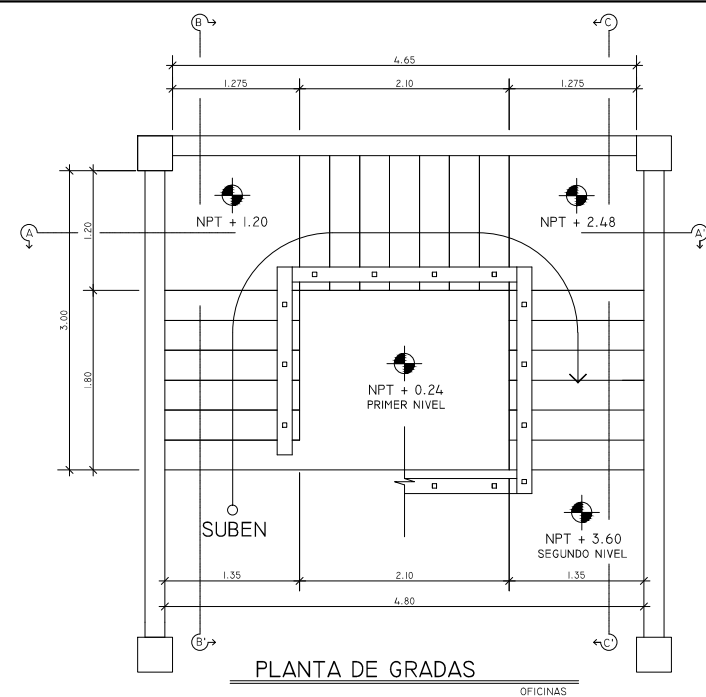
CONTENIDO:
DETALLES DE MUROS

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
KENETH OBED RODAS LINARES
INGENIERO

REVISÓ:
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.F.S.

HOJA No.
301



GRADAS DE ACCESO OFICINAS

ESC 1:75

GRADAS DE ACCESO BODEGAS

ESC 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMAS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

CONTENIDO: GRADAS OFICINAS Y BODEGAS

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:

f. _____

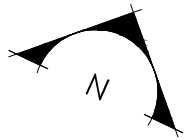
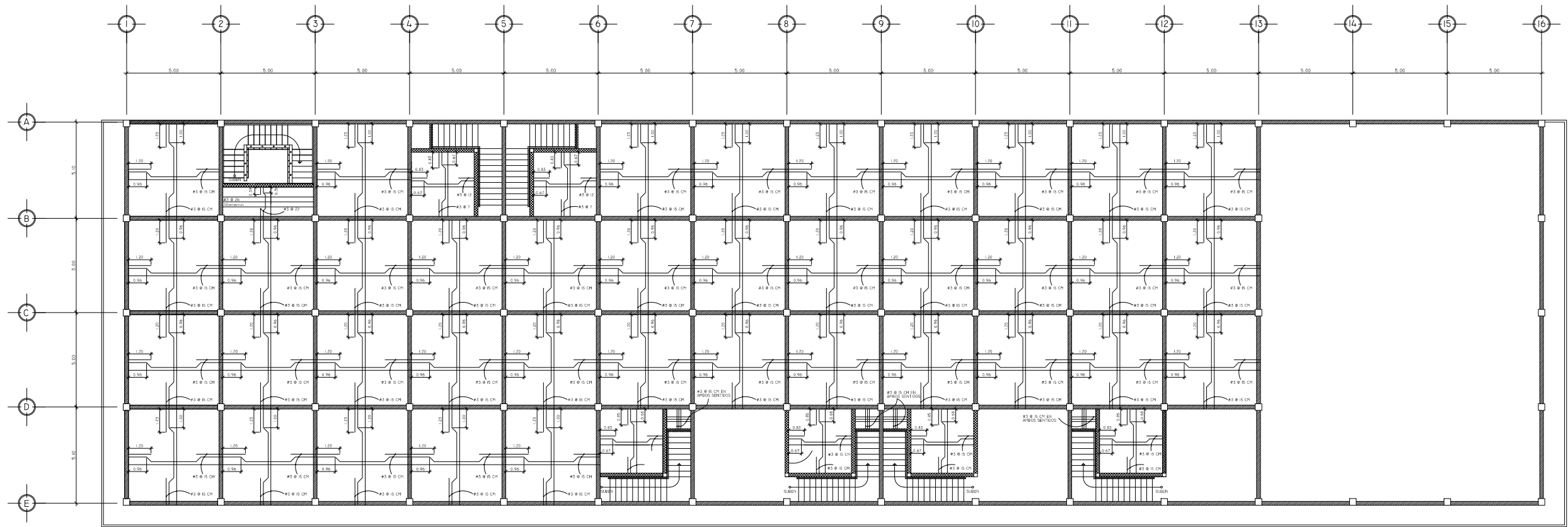
KENETH OBED RODAS LINARI
EPSISTA

REVISÓ:

ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR F.P.S.

HOJA No.

303

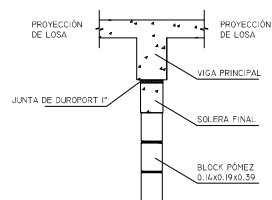


PLANTA DE LOSAS Y VIGAS PRIMER NIVEL

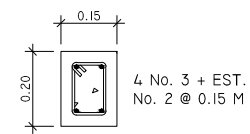
ESC 1:250

SIMBOLOGÍA

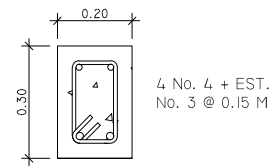
	VIGA DE 0.20 X 0.40
	SOLERA CORONA DE 0.20 X 0.30
	SOLERA CORONA DE 0.15 X 0.20



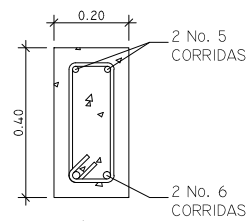
DETALLE DE JUNTA
VIGA-MURO
ESC 1:50



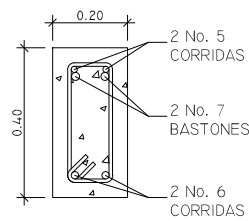
SOLERA S-2
ESC 1:20



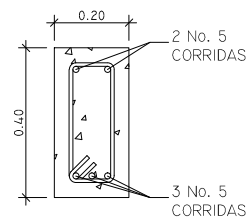
SOLERA S-1
ESC 1:20



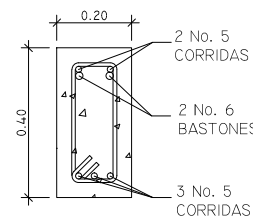
SECCIÓN A-A'
ESC 1:20



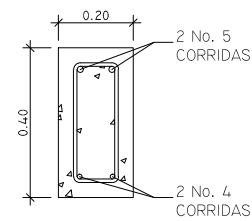
SECCIÓN B-B'
ESC 1:20



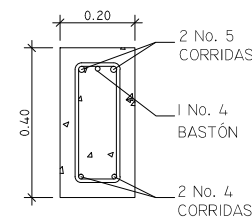
SECCIÓN C-C'
ESC 1:20



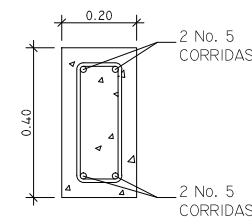
SECCIÓN D-D'
ESC 1:20



SECCIÓN F-F'
ESC 1:20



SECCIÓN G-G'
ESC 1:20



SECCIÓN E-E'
ESC 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS Y VIGAS

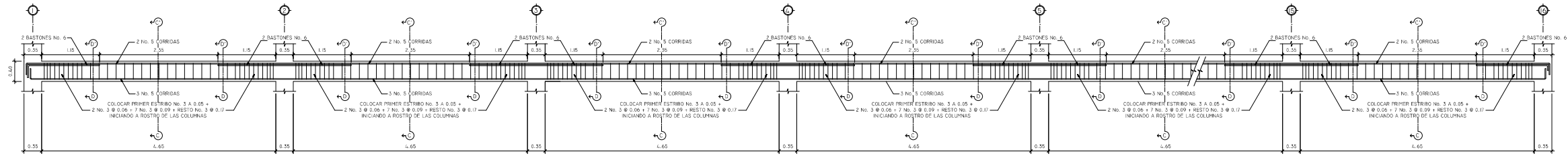
ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
F. KENNETH QUESADA RODAS LINARES
INGENIERO

REVISÓ:
F. ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.P.S.

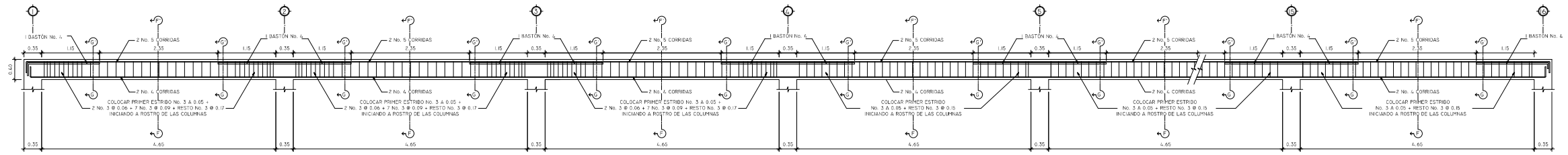
HOJA No.
305

NOTA: TODAS LAS MEDIDAS
ESTAN DADAS EN METROS.



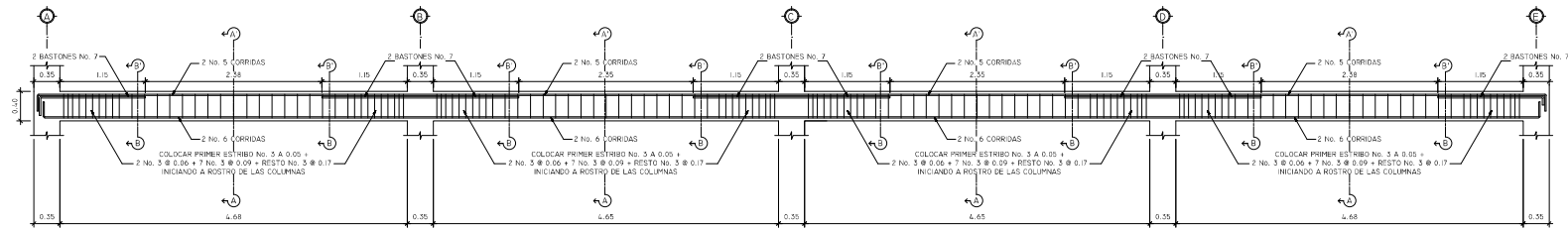
DETALLE DE ARMADO DE VIGA
SENTIDO "X" PRIMER NIVEL

ESC 1:100



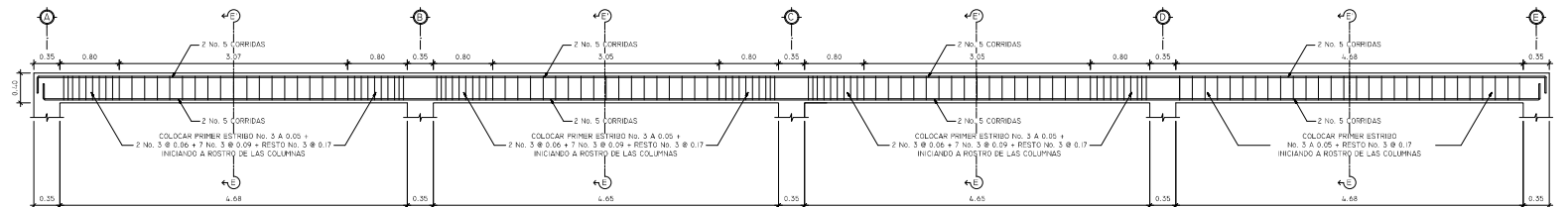
DETALLE DE ARMADO DE VIGA
SENTIDO "X" SEGUNDO NIVEL

ESC 1:100



DETALLE DE ARMADO DE VIGA
SENTIDO "Y" PRIMER NIVEL

ESC 1:100



DETALLE DE ARMADO DE VIGA
SENTIDO "Y" SEGUNDO NIVEL

ESC 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL,
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

CONTENIDO: DETALLES DE LOSAS Y VIGAS

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:

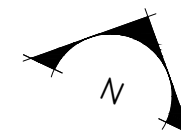
ING. KENETH OBED RODAS LINARES
EFESISTA

REVISÓ:

ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.P.S.

HOJA NO.

307

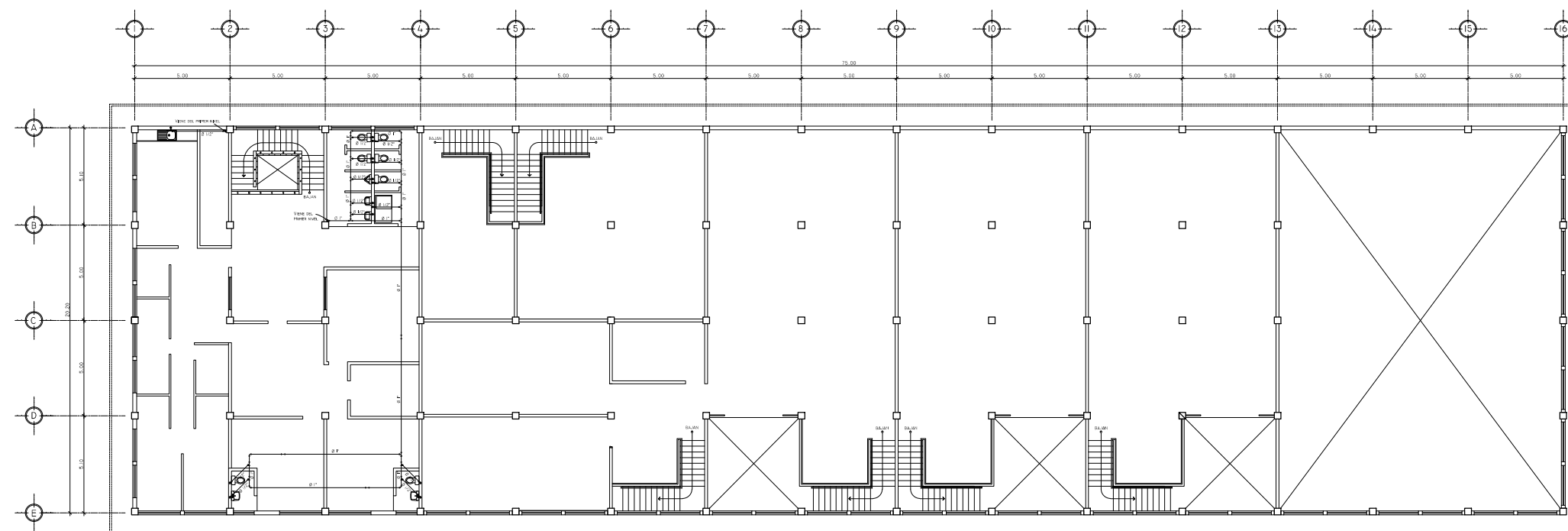


S I M B O L O G I A	
	TUBERÍA PVC DIAMETRO 3/4"
	TUBERÍA PVC DIAMETRO 1/2"
	TEE A 90° HORIZONTAL
	YEE A 45°
	UNION
	CODO A 90° HORIZONTAL
	CODO A 45° HORIZONTAL
	CODO A 90° VERTICAL
	REDUCTOR DE Ø 1" A Ø 1/2"
	VALVULA DE PASO

PLANTA AGUA POTABLE

PRIMER NIVEL

ESC 1:300



PLANTA AGUA POTABLE

SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMAS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

CONTENIDO: PLANTA DE AGUA POTABLE

ESCALA:
INDICADA

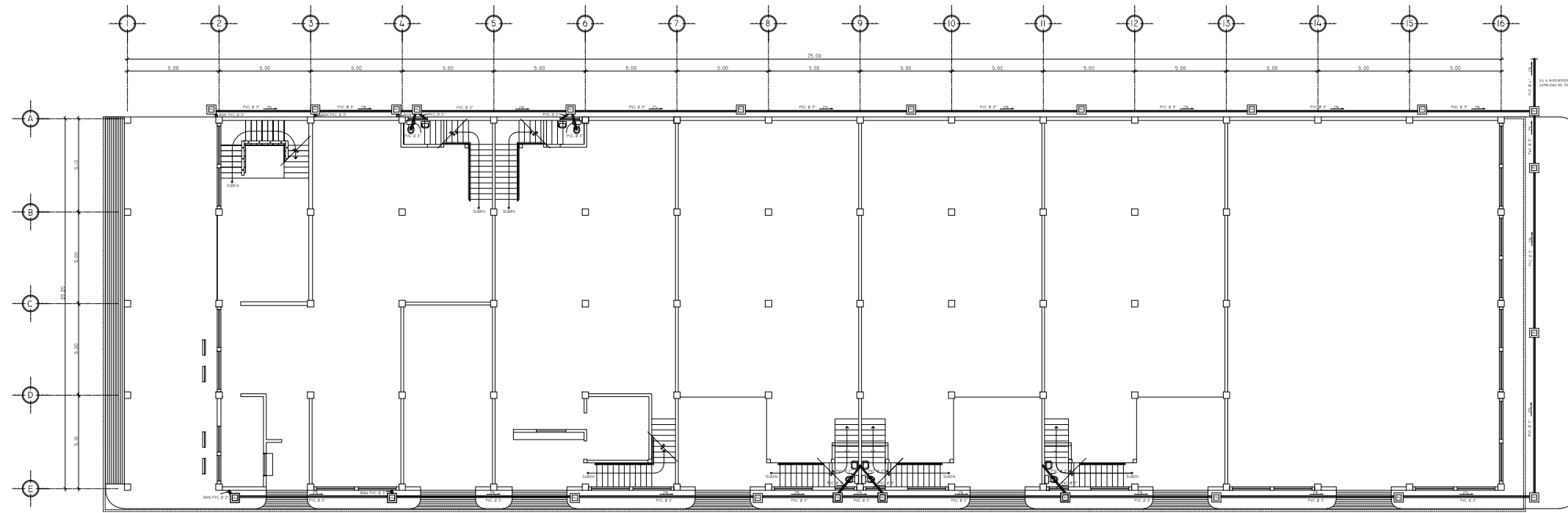
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:

f. _____

KENETH OBED RODAS LINARES
INGENIERO

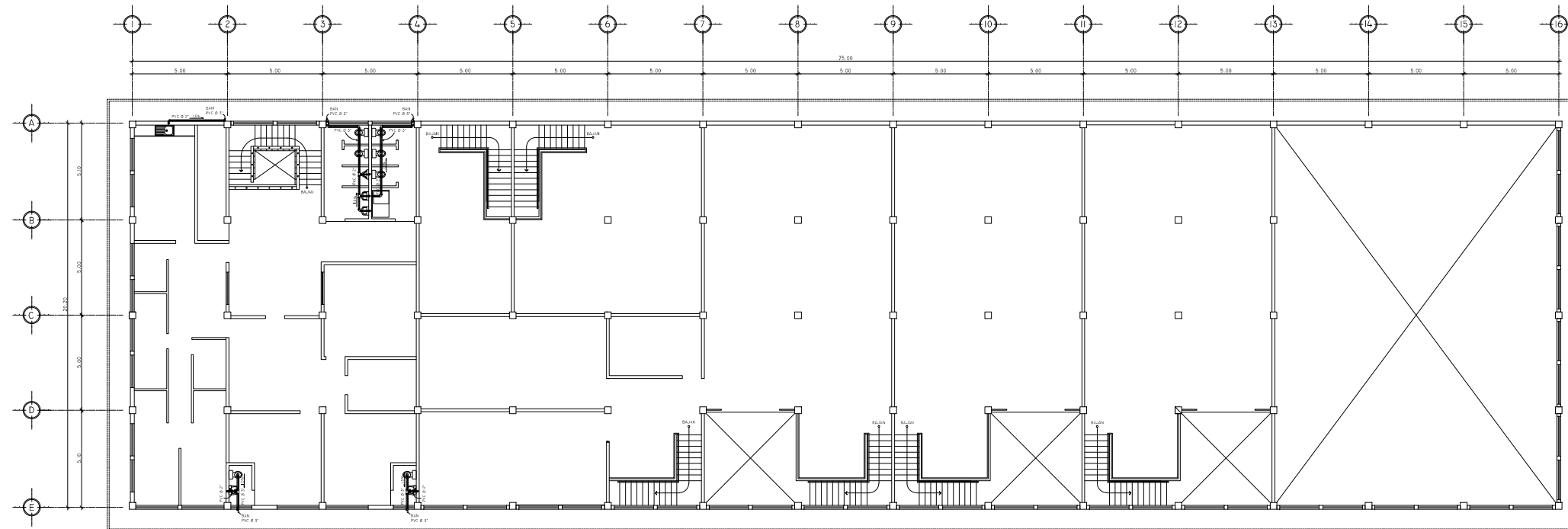
REVISÓ:
f. _____
ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGA
AFSOP, E. R. S.

HOJA No.
311



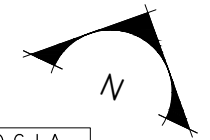
PLANTA DE DRENAJE SANITARIO
PRIMER NIVEL

ESC 1:300

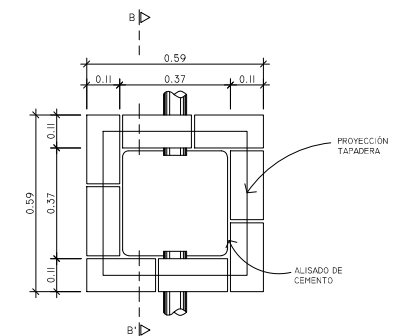


PLANTA DE DRENAJE SANITARIO
SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300

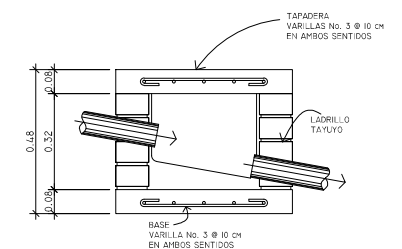


SIMBOLOGIA	
	TUBERIA PVC DE AGUAS NEGRAS 4"
	TEE A 90° HORIZONTAL
	TEE A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 45°
	REDUCTOR DE 4" A 3"
	UNION
	BAN
	% SENTIDO DE LA PENDIENTE
	CAJA REGISTRO O TRAMPA GRASA



CAJA REGISTRO

ESC 1:25



CORTE B-B'

ESC 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL.

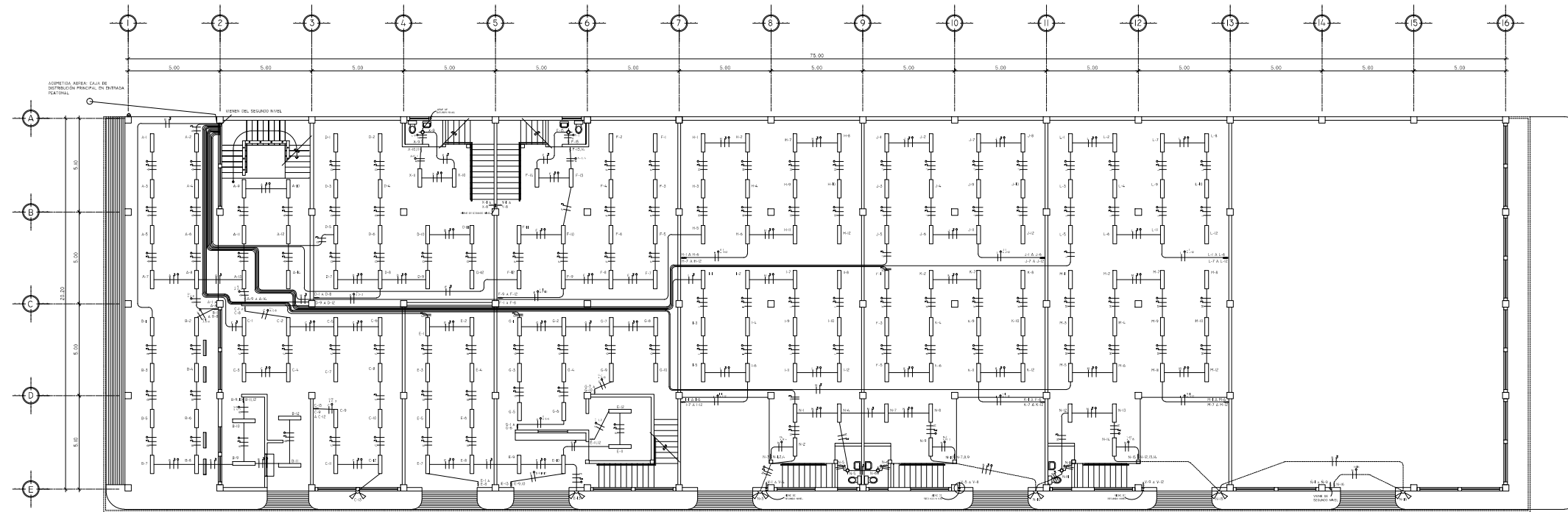
CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJE SANITARIO

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
f. KENNETH GREGORIO RODRÍGUEZ LINARES
INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS

REVISÓ:
f. ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR EN SISTEMAS DE AGUAS

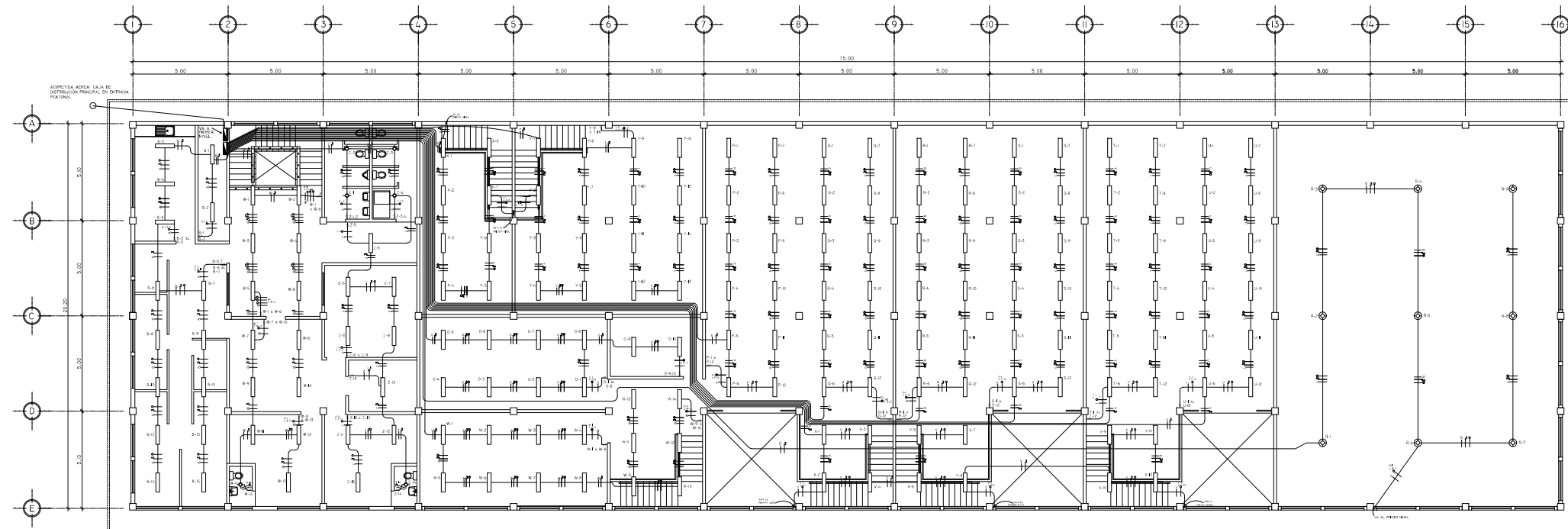
HOJA No.
313



PLANTA DE ILUMINACIÓN
PRIMER NIVEL

ESC 1:300

S I M B O L O G I A	
	TABLERO DE 24 FLIPFONES
	TUBO DUCTO PVC Ø 3/4" EMPOTRADO EN LOSA O PARED
	TUBO DUCTO PVC Ø 3/4" EN PISO O PARED
	LÁMPARA EN CIELO TIPO CAMPANA DE 150 W
	PLAFONERA EN CIELO
	LÁMPARA DOBLE REFLECTOR
	LUMINARIA EN CIELO DE 2'x4'
	INTERRUPTOR SIMPLE A 1.20 M S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE A 1.20 M S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 AWG
	LÍNEA NEUTRA CALIBRE 12 AWG
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 AWG
	PUNTE THREE WAY



PLANTA DE ILUMINACIÓN
SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL
SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL

FECHA:
OCTUBRE DE 2021

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

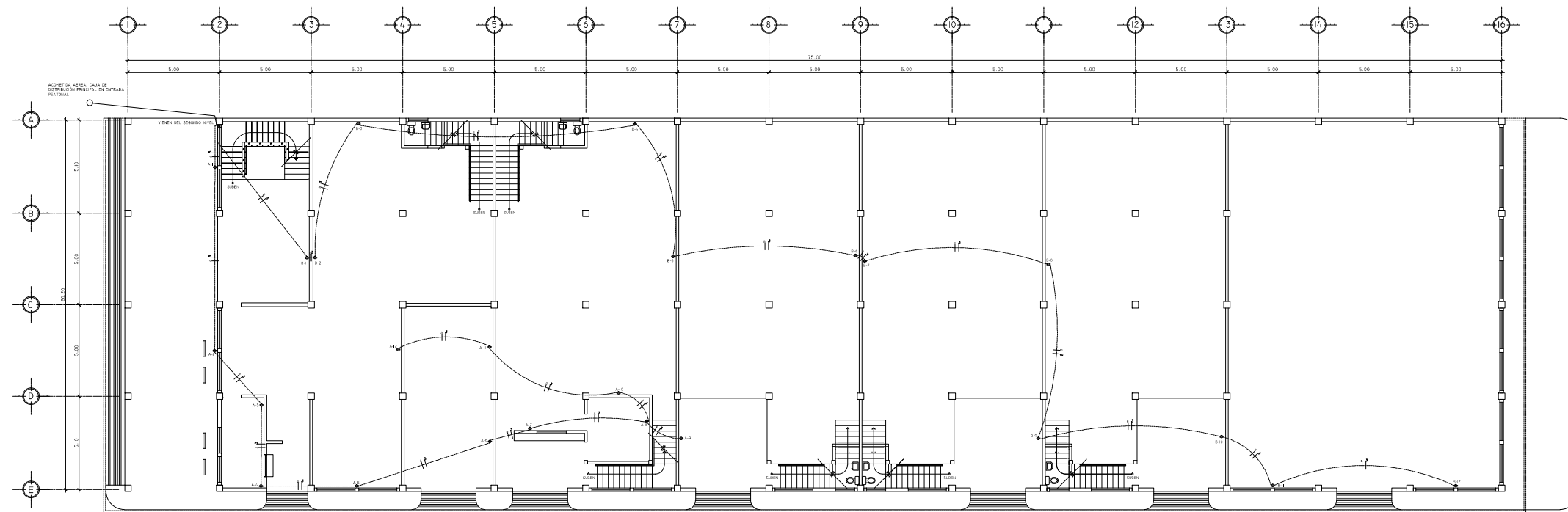
CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACIÓN

ESCALA:
INDICADA

DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
f. KENETH OROD RODAS LINARES
EFESISTA

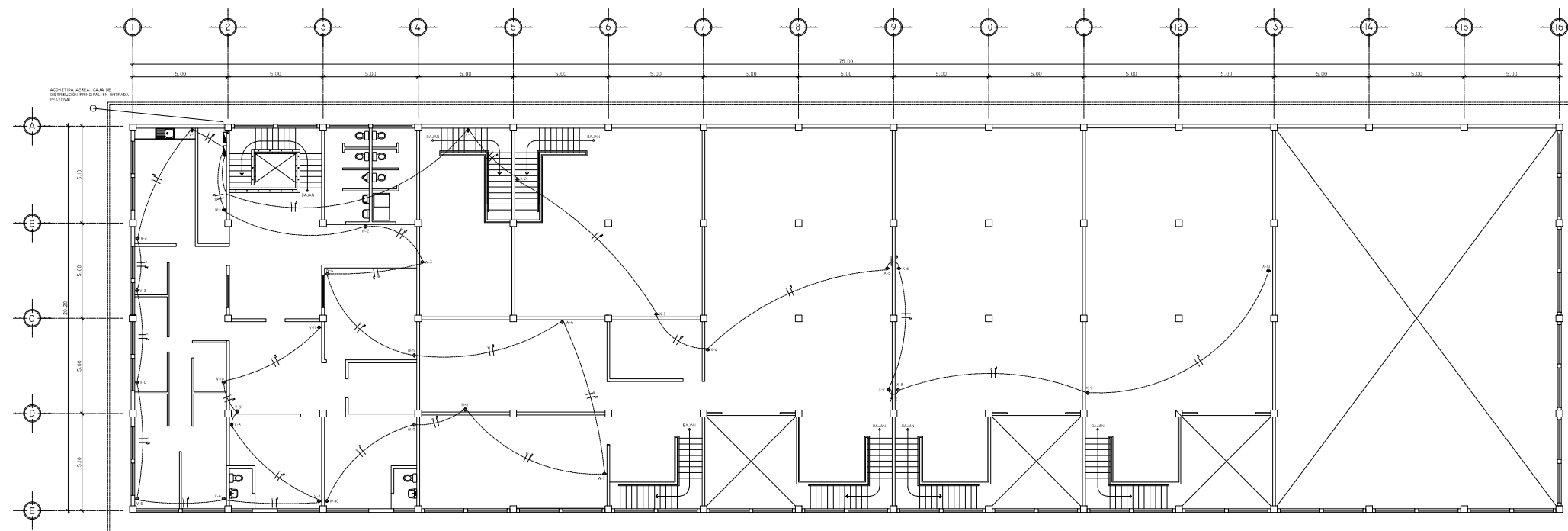
REVISÓ:
f. ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS
ASESOR E.P.S.

HOJA NO.
317



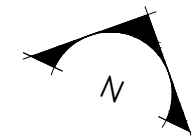
PLANTA DE FUERZA
PRIMER NIVEL

ESC 1:300



PLANTA DE FUERZA
SEGUNDO NIVEL

ESC 1:300



S I M B O L O G I A	
	TABLERO DE 24 FLIIPONESRG
	TOMACORRIENTE EMPOTRABLE POLARIZADO 15 A. 125 V.
	POLIDUCTO EN PISO O PARED ø 3/4"
	LÍNEA VIVA
	LÍNEA NEUTRA

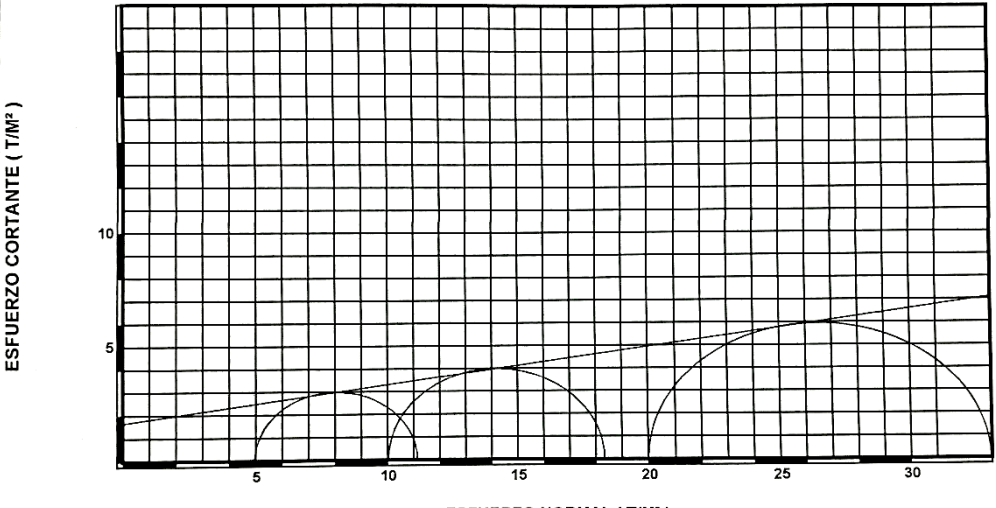
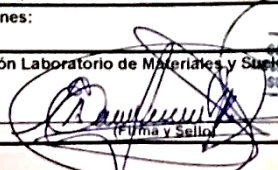
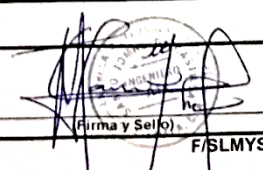


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

EMPRESA PORTUARIA NACIONAL SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL		FECHA: OCTUBRE DE 2021
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA BODEGAS Y OFICINAS EN LA EMPRESA PORTUARIA NACIONAL, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL.		
CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA	ESCALA: INDICADA	
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: f. KENETH GREG RODAS LINARES INGENIERO	REVISÓ: f. ING. JORGE MAURICIO LÓPEZ VANEGAS ASESOR E.P.S.	HOJA NO. 319

ANEXOS

Anexo 1. **Resultados del ensayo de compresión triaxial para el edificio de dos niveles en la EMPORNAC**

 EMPRESA PORTUARIA NACIONAL SANTO TOMAS DE CASTILLA Izabal - Guatemala, C. A.	
ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR	
Proyecto: Edificio para bodegas y oficinas departamento de Almacén y Suministros	Parametros de Corte:
Interesado: Keneth Obed Rodas Linares	Ángulo de fricción interna: $\phi = 9.87^\circ$
Ubicación: 3ra. Calle y 7ma. Av. Recinto Portuario, Sto. Tomas de Castilla	Cohesión: $C_u = 1.76 \text{ T/m}^2$
Fecha: 16/04/2015	
Muestra No.: 1	
	
Tipo de Ensayo: No consolidado y no drenado	
Descripción del suelo: Limo arenoso arcilloso color café	
Dimensión y Tipo de la Probeta: 2.5" X 5.0"	
Probeta No.	1 1 1
Presión Lateral (T/m²)	5 10 20
Desviador en Rotura (T/m²)	6.22 8.28 10.04
Presión Intercial (T/m²)	x x x
Deformación en Rotura (%)	4.0 6.5 10
Densidad seca (T/m³)	1.33 1.33 1.33
Humedad (%)	37.6 37.6 37.6
Observaciones:	
Jefe Sección Laboratorio de Materiales y Suelos 	Vo. Bo.: 
F/SLMYS.031310	

Fuente: Sección de Laboratorio de Materiales y Suelos, Ingeniería Civil, EMPORNAC.

Anexo 2. Coeficientes para momentos negativos en losas

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 
1.00 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50 $C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Fuente: Nilson, A. 2001. p. 378.

Anexo 3. **Coefficients for positive moments due to dead load on slabs**

Relación l_b	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
									
1.00 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.036 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.040 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.045 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.050 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.056 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.061 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.068 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.074 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.081 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.088 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.095 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

Fuente: Nilson, A. 2001. p. 379.

Anexo 4. **Coeficientes para momentos positivos debidos
a carga viva en losas**

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 
1.00 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.036 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.040 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.045 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.050 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.056 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.061 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.068 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.074 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.081 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.088 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50 $C_{a,l}$ $C_{b,l}$	0.095 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

Fuente: Nilson, A. 2001. p. 380.