

MEMORIA DE CÁLCULOS

CENTRO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

BLOQUE “B”

PEREIRA – RISARALDA

T E T R A - Diseños Estructurales

Calle 19 # 9 - 50 - Oficina 907

Edificio DIARIO DEL OTUN

Tel. 324 50 18

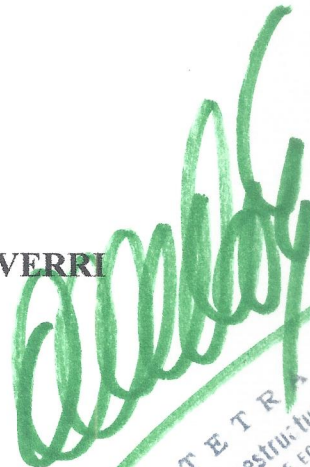

Pereira - Colombia

FERNANDO ESCALANTE ECHEVERRI

Ing. Civil, M.Sc., Ph.D.

Matr. 25202-46529 Cund.

PEREIRA, Septiembre del 2023




[Handwritten signature in green ink]

T E T A
Diseños estructurales
FERNANDO ESCALANTE ECHEVERRI
Ing. Civil - M. Sc. - Ph. D.

Pereira, JULIO del 2023

**CURADURÍAS URBANAS
PEREIRA - RISARALDA**

Yo **FERNANDO ESCALANTE ECHEVERRI**, identificado con la cédula de ciudadanía No. 10'115.846 de Pereira - Risaralda, **INGENIERO CIVIL**, con matrícula profesional No. **25202-46529** de **Cundinamarca**, declaro que el Proyecto Estructural desarrollado por mí, para la construcción del **BLOQUE "B"** del **CENTRO DE INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO** de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**, localizado en el sector del **BARRIO LOS ALAMOS** de la ciudad de **PEREIRA - RISARALDA**, sigue las recomendaciones vigentes establecidas para éste tipo de edificaciones en el **NSR-10 REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE**. Ley 400 de 1997. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.


Fernando Escalante Echeverri
Ing. Civil, M. Sc., Ph. D.
Matr. 25202-46529 Cund.

TETRA
Diseños estructurales
FERNANDO ESCALANTE ECHEVERRI
Ing. Civil - M. Sc. - Ph. D.

INDICE

INTRODUCCION	1
AVALUO DE CARGAS	4
FUERZAS SISMICAS	6
ESTRUCTURA ANALIZADA	10
CARGAS VERTICALES (MUERTA Y VIVA)	11
PROPIEDADES DE LOS DIAFRAGMAS	23
ANÁLISIS DE IRREGULARIDADES	30
DATOS DE ENTRADA AL PROGRAMA - E T A B S - PARA PORTICOS TRIDIMENSIONALES	32
RESUMEN RESULTADOS DESPLAZAMIENTOS ESTRUCTURA CHEQUEO DE DERIVA PERIODOS DE VIBRACIÓN	37
FUERZAS EN LA CIMENTACION	42
DISEÑO SISMO-RESISTENTE DE VIGAS Y COLUMNAS	49
DISEÑO SISMO-RESISTENTE DE PANTALLAS	60
DISEÑO DE LA CIMENTACION SOBRE ZAPATAS	69
DISEÑO LOSETA PLACA	85
DISEÑO DE VIGUETAS LOSA	86
RESISTENCIA AL FUEGO	87

AVALUO CARGAS CUBIERTA	88
ESPECTRO UMBRAL DE DAÑO	89
DISEÑO PILOTES	91
DISEÑO CERCHAS METÁLICAS	92
DISEÑO MUROS DE CERRAMIENTO	94
DISEÑO ANCLAJE CERCHAS METALICAS	97
DISEÑO A CORTANTE ELEMENTOS	98
CHEQUEO A CORTANTE NUDOS	108
RESISTENCIA MINIMA A FLEXION COLUMNAS (6/5)	118

MEMORIA DE CÁLCULOS

INTRODUCCIÓN

El presente diseño se refiere a la construcción del **BLOQUE “B”** del **CENTRO DE INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO** de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**, localizado en el sector del **BARRIO LOS ALAMOS** de la ciudad de **PEREIRA – RISARALDA**.

DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

El proyecto consiste de una edificación de seis (6) pisos (2 sótanos y 4 pisos). En el Sótano 2 se localizan Laboratorios, Depósitos y Oficinas. En el Sótano 1 se localiza el Centro de Datos. En el primer piso se localizan Aulas y la Plazoleta. En los Pisos 2, 3 y 4 se localizan Aulas. La cubierta es en estructura metálica y teja liviana. Como cubierta en una zona de la edificación se tiene una Losa Técnica. Las dimensiones aproximadas del lote que ocupa la edificación son: 31.80 metros de frente por 28.55 metros de fondo.

DATOS GENERALES

El sistema estructural para resistir las fuerzas verticales y horizontales es **COMBINADO con PÓRTICOS Y PANTALLAS DE CONCRETO REFORZADO**. El análisis de la estructura se realizó con el programa de computador **ETABS**, el cual tiene las siguientes características:

- Es Tridimensional.
- Utiliza las hipótesis de diafragma rígido o flexible en las placas de entrepiso.
- Tiene en cuenta deformaciones por cortante de los elementos.
- Incluye zonas rígidas en los nudos formados por vigas y columnas.
- Incluye automáticamente el peso propio de vigas, columnas y pantallas.
- Permite utilizar secciones fisuradas en las vigas.
- Diseña Biaxialmente las columnas, tanto a Flexión como a Cortante.
- Realiza el diseño de vigas, columnas y pantallas siguiendo las recomendaciones del **NSR-10 REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE**. Ley 400 de 1997. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.



Además se adjunta la siguiente información:

- Sistema Estructural: **Pórticos y Pantallas de Concreto Reforzado (Combinado)**
- Número de Pisos: **Seis (6) Pisos**
- Método de Diseño Estructural: **Estado Límite de Resistencia**
- Método de Análisis Sísmico: **Análisis Dinámico Elástico Espectral**
- Cortante en la Base: **2733 ton.**
- Sistema de Cimentación: **ZAPATAS amarradas con VIGAS**
PILOTES adicionales para las PANTALLAS
- Sistema de Placa: **Aligerada con Icopor Reutilizable**
- Altura de Placa: **60 cm. (VIGAS) – 7 cm. (LOSA)**
- Sistema de Cubierta: **Perlines de Acero**
Teja Termo-Acústica
- Carga Muerta: **0.400 ton/m² (LOSAS)**
0.150 ton/m² (LOSA TÉCNICA)
0.030 ton/m² (CUBIERTA)
- Carga Viva: **0.500 ton/m² (LOSAS)**
0.050 ton/m² (CUBIERTA)
- Zona de Amenaza Sísmica: **Alta**
- Capacidad Disipación Energía: **Especial - DES**
- Grupo de Uso: **III - Universidades**
- Irregularidades en PLANTA: **TIPO 1aP – Torsional**
- Irregularidades en ALTURA: **TIPO 3A – Geométrica**
- Ausencia de REDUNDANCIA: **NO HAY**
- Capacidad de Disipación Energía: **$R = 0.90 \times 0.90 \times 1.00 \times 7.00 = 5.67$**

MATERIALES

Concreto de $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2 - 3500 \text{ PSI} - 24.5 \text{ Mpa}$ de resistencia a la compresión a los 28 días.

Acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 - 60000 \text{ PSI} - 420 \text{ Mpa}$.

Módulo de Elasticidad CONCRETO

$$E_c = 15100 \text{ SQRT}(f_c) = 15100 \text{ SQRT}(245) = 236.352 \text{ kg/cm}^2 = 2'363.520 \text{ ton/m}^2$$


Módulo de Elasticidad ACERO

$$E_s = 2'038.902 \text{ kg/cm}^2 = 20'389.020 \text{ ton/m}^2$$

CIMENTACIÓN

La cimentación se diseñó siguiendo las recomendaciones establecidas en el Estudio de Suelos realizado por la firma ALVARO MILLÁN ANGEL Y CIA LTDA. con ZAPATAS AISLADAS desplantadas 1.55 m., dimensionadas con una capacidad de trabajo de 14.5 ton/m^2 (1.45 kg/cm^2) y unidas en las dos direcciones con vigas de amarre. Para las PANTALLAS se colocan PILOTES adicionales.

En el Diseño Estructural participaron los Ingenieros:


Fernando Escalante Echeverri
Ing. Civil, M. Sc. y Ph. D.
Matr # 25202 - 46529 de Cund.

T E T R A
Diseño estructural
FERNANDO ESCALANTE ECHEVERRI
Ing. Civil - M. Sc. - Ph. D.

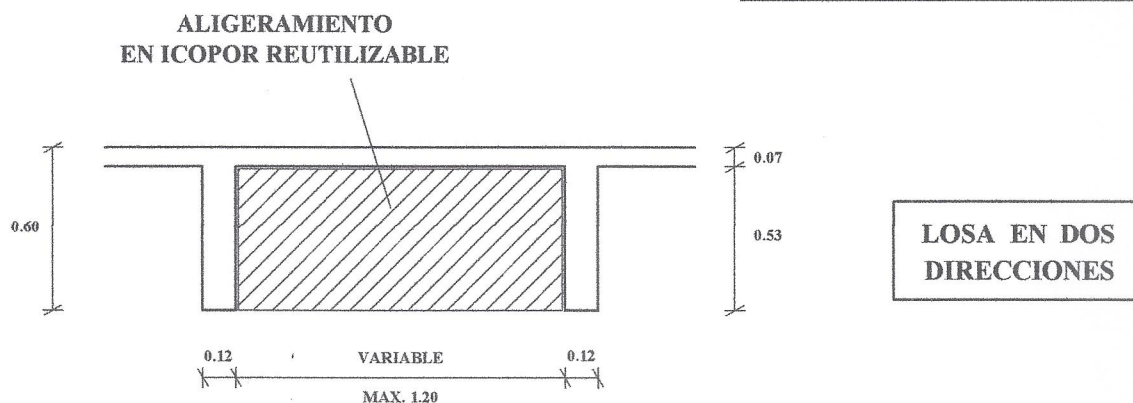
Pereira, Julio del 2023.

Proyecto: **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

C I D T - BLOQUE B

Fecha: **JULIO 2023**

AVALÚO DE CARGAS LOSAS ALIGERADAS



CARGA MUERTA

LOSA Y VIGUETAS:

SE INCLUYE EN EL ANALISIS

MUROS DIVISORIOS:

0.190 ton/m²

AFINADO ARQUITECTÓNICO:

0.180 ton/m²

CIELO RASO LIVIANO:

0.020 ton/m²

CABLEADO E ILUMINACION

0.010 ton/m²

C.M = 0.400 ton/m²

CARGA VIVA

C.V = 0.500 ton/m²

T E T R A - Diseños Estructurales.

Calle 19 # 9-50 Of. 907 - Edif. DIARIO DEL OTÚN - Tel. 324 50 18

Fernando Escalante Echeverri

Ing. Civil - Magíster y Ph.D. en Estructuras

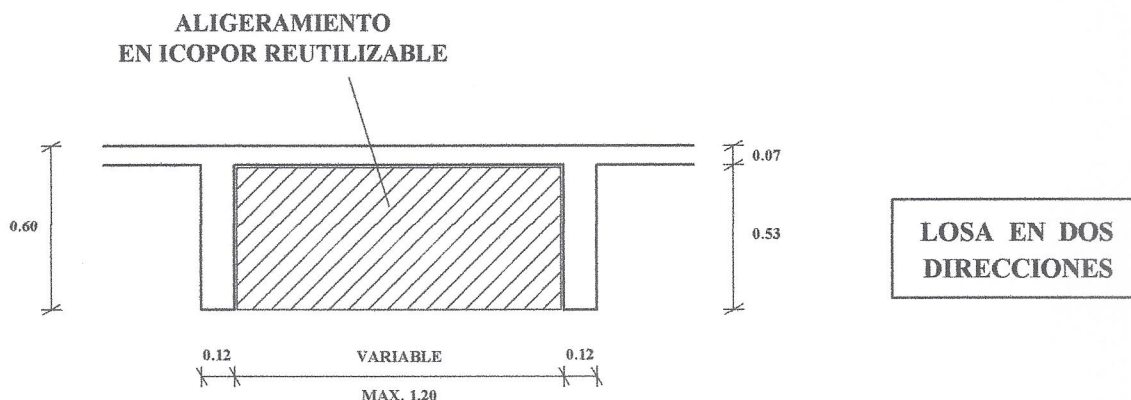
5

Proyecto: **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

C I D T - BLOQUE B

Fecha: **JULIO 2023**

AVALÚO DE CARGAS LOSA CUBIERTA



CARGA MUERTA

LOSA Y VIGUETAS:

SE INCLUYE EN EL ANALISIS

PENDIENTADO E IMPERMEABILIZACION:

0.120 ton/m²

CIELO RASO LIVIANO:

0.020 ton/m²

CABLEADO E ILUMINACION

0.010 ton/m²

C.M = 0.150 ton/m²

CARGA VIVA

C.V = 0.500 ton/m²

T E T R A - Diseños Estructurales.

Calle 19 # 9-50 Of. 907 - Edif. DIARIO DEL OTÚN - Tel. 324 50 18

Fernando Escalante Echeverri

Ing. Civil - Magíster y Ph.D. en Estructuras

BLOQUE B - UTP - PEREIRA

*** ESPECTRO ELASTICO DE ACELERACIONES ***

Sa(g) ^

1.016

0

ZONA ③

0.702

0.528

4.560

T(s)

6

ZONA DE AMENAZA SISMICA ---> ALTA

Aa = 0.25 Au = 0.25 Ad = 0.10

TIPO DE PERFIL DE SUELO ---> D

Fa = 1.30 Fv = 1.90

SISTEMA ESTRUCTURAL DE RESISTENCIA SISMICA

ESTRUCTURA BASADA EN MUROS DE RIGIDEZ

Ct = 0.049 Alfa = 0.75 R = 5.67

GRUPO DE USO ---> III I = 1.25

$$F_a = 1.44$$

$$T_c = 0.80 \text{ seg.}$$

$$F_v = 2.40$$

$$T_L = 5.80 \text{ seg.}$$

$$S_a = 2.5 * 0.25 * 1.44 * 1.25 = 1.125$$

$$S_a = 2.5 * 0.25 * 1.44 * 1.00 = 0.900$$

ESPECTRO PARA DESPLAZAMIENTOS

T (seg.)	Sa (% g)
0.00	0.900
0.10	0.900
0.20	0.900
0.30	0.900
0.40	0.900
0.50	0.900
0.60	0.900
0.70	0.900
0.80	0.900
0.90	0.800
1.00	0.720
1.10	0.655
1.20	0.600
1.30	0.554
1.40	0.514
1.50	0.480
1.60	0.450
1.70	0.424
1.80	0.400
1.90	0.379
2.00	0.360
2.10	0.343
2.20	0.327
2.30	0.313
2.40	0.300
2.50	0.288

T (seg.)	Sa (% g)
2.60	0.277
2.70	0.267
2.80	0.257
2.90	0.248
3.00	0.240
3.10	0.232
3.20	0.225
3.30	0.218
3.40	0.212
3.50	0.206
3.60	0.200
3.70	0.195
3.80	0.189
3.90	0.185
4.00	0.180
4.10	0.176
4.20	0.171
4.30	0.167
4.40	0.164
4.50	0.160
4.60	0.157
4.70	0.153
4.80	0.150
4.90	0.147
5.00	0.144
5.10	0.141

ESPECTRO PARA FUERZAS

T (seg.)	Sa (% g)
0.00	1.125
0.10	1.125
0.20	1.125
0.30	1.125
0.40	1.125
0.50	1.125
0.60	1.125
0.70	1.125
0.80	1.125
0.90	1.000
1.00	0.900
1.10	0.818
1.20	0.750
1.30	0.692
1.40	0.643
1.50	0.600
1.60	0.563
1.70	0.529
1.80	0.500
1.90	0.474
2.00	0.450
2.10	0.429
2.20	0.409
2.30	0.391
2.40	0.375
2.50	0.360

T (seg.)	Sa (% g)
2.60	0.346
2.70	0.333
2.80	0.321
2.90	0.310
3.00	0.300
3.10	0.290
3.20	0.281
3.30	0.273
3.40	0.265
3.50	0.257
3.60	0.250
3.70	0.243
3.80	0.237
3.90	0.231
4.00	0.225
4.10	0.220
4.20	0.214
4.30	0.209
4.40	0.205
4.50	0.200
4.60	0.196
4.70	0.191
4.80	0.188
4.90	0.184
5.00	0.180
5.10	0.176

Proyecto: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

BLOQUE 15 – B CIDT - UTP

Fecha: JULIO / 2023

Hoja #

9

CHEQUEO RESULTADOS ANALISIS DINAMICO

Periodo Aproximado $TaX = 0.047 \times (22.50)^{0.90} = 0.775 \text{ seg.}$

Periodo Aproximado $TaY = 0.049 \times (22.50)^{0.75} = 0.506 \text{ seg.}$

$Cu = 1.75 - 1.2 (Av) (Fv) = 1.75 - 1.2 (0.25) (2.40) = 1.03$

$Cu = 1.20$ (mínimo).

$CuTaX = 1.20 \times 0.775 \text{ seg.} = 0.930 \text{ seg.}$

$CuTaY = 1.20 \times 0.506 \text{ seg.} = 0.607 \text{ seg.}$

PERIODOS FUNDAMENTALES ANALISIS DINÁMICO (ETABS)

$Tx = 0.571 \text{ seg.} < Cu \cdot TaX \quad (\text{OK})$

$Ty = 0.357 \text{ seg.} < Cu \cdot TaY \quad (\text{OK})$

$Sa = 2.5 \times 0.25 \times 1.44 \times 1.00 = 0.90$

$Vs = 0.90 \times 3373 \text{ ton} = 3036 \text{ ton.}$

Estructura Irregular Vs (CONTROL) $= 0.90 \times 3036 \text{ ton.} = 2733 \text{ ton.}$

Cortante en la Base:

Espectro X $Vx = 2128 \text{ ton.} \quad Vy = 2.2 \text{ ton.}$
 $V_{total} = 2128 \text{ ton.} < 2733 \text{ ton} \quad (\text{NO})$
 $\text{Factor} = 9.8 \times 2733 / 2128 = 12.586$

Espectro Y $Vx = 2.2 \text{ ton.} \quad Vy = 2378 \text{ ton.}$
 $V_{total} = 2378 \text{ ton.} < 2733 \text{ ton} \quad (\text{NO})$
 $\text{Factor} = 9.8 \times 2733 / 2378 = 11.263$

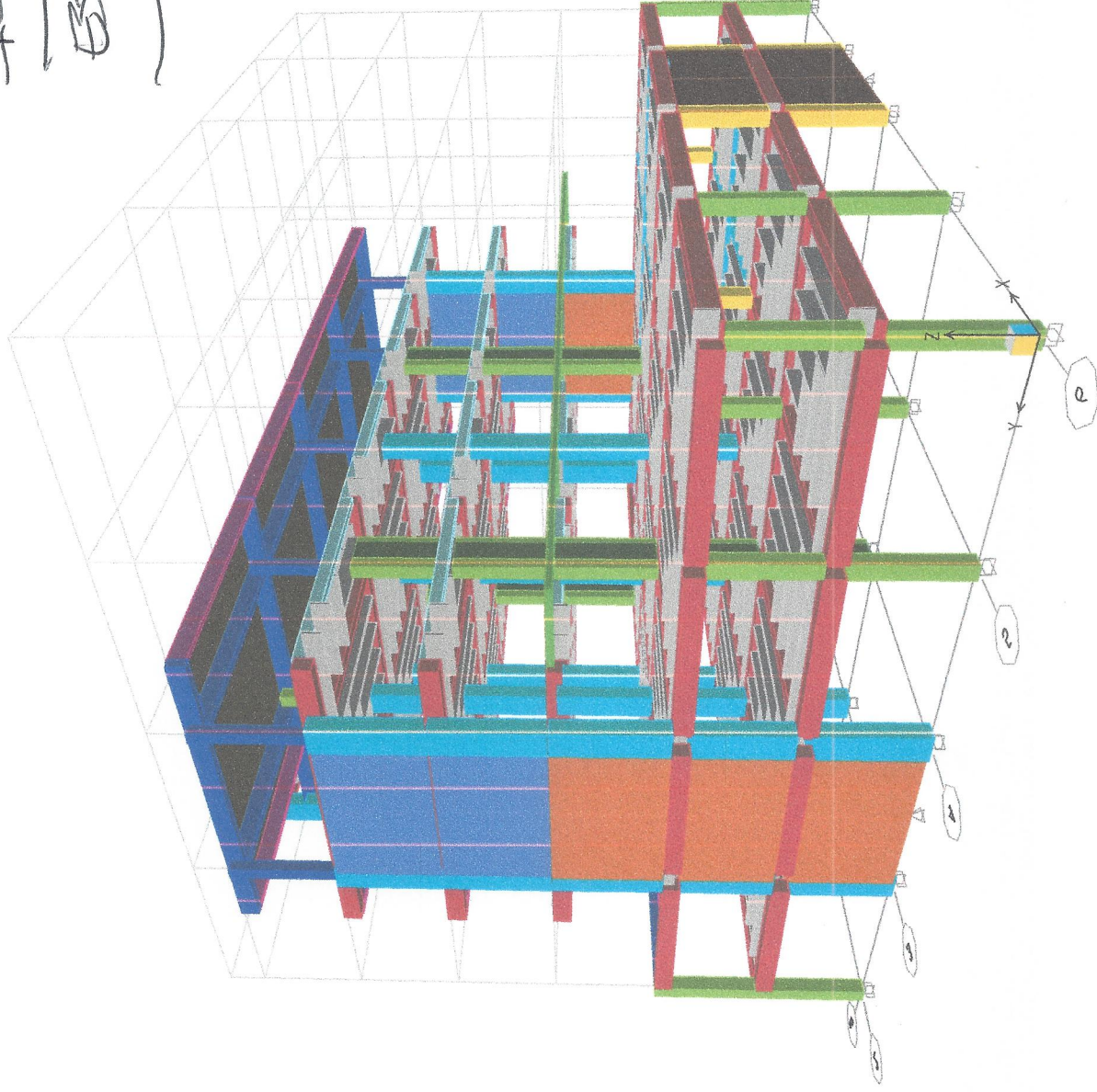
T E T R A - Diseños Estructurales.

Calle 19 # 9-50 Of. 907 - Edif. DIARIO DEL OTUN - Tel. 324 50 18

Fernando Escalante Echeverri

Ing. Civil - Magister y Ph.D. en Estructuras

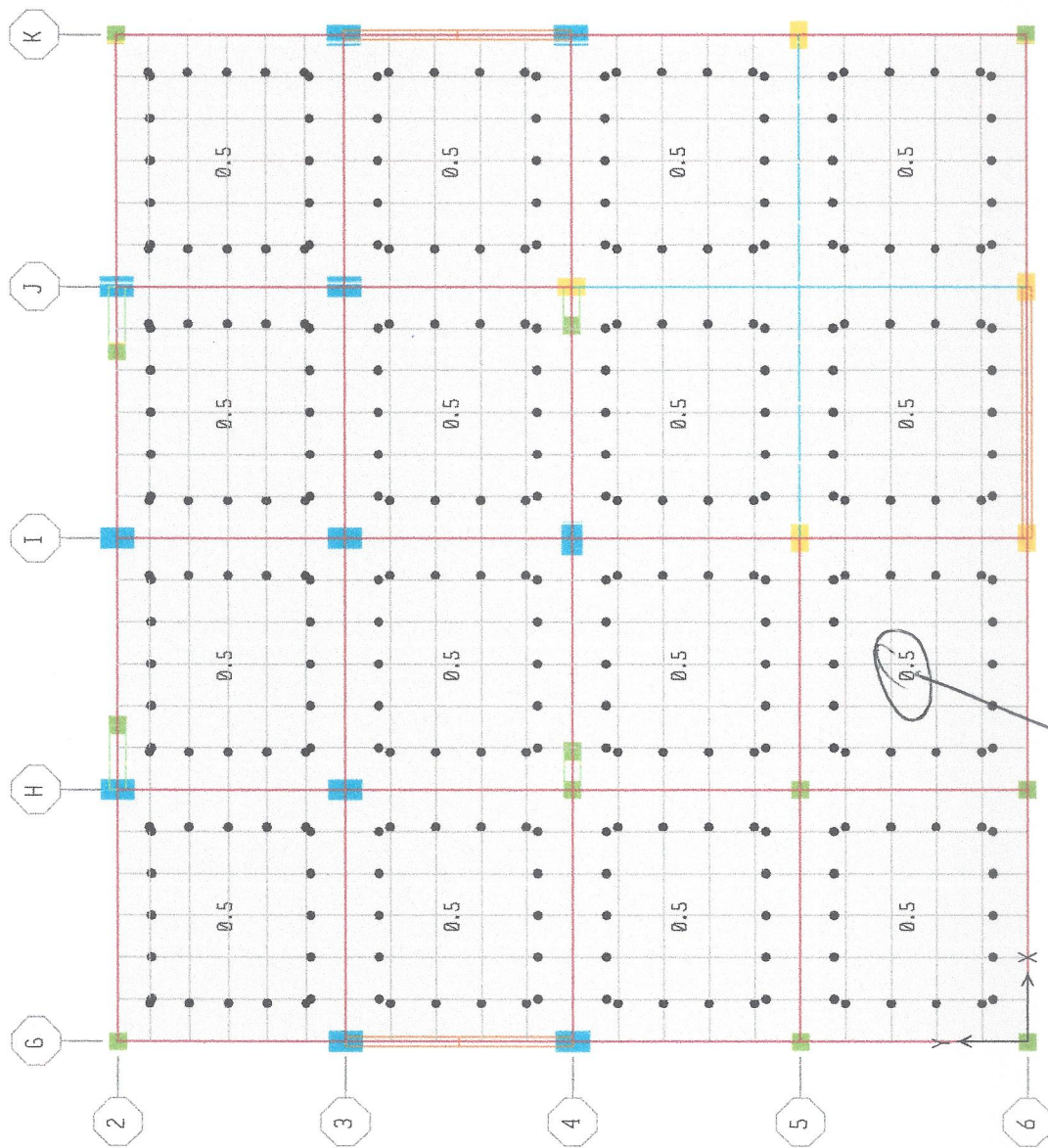
Isométrico Estructura



11

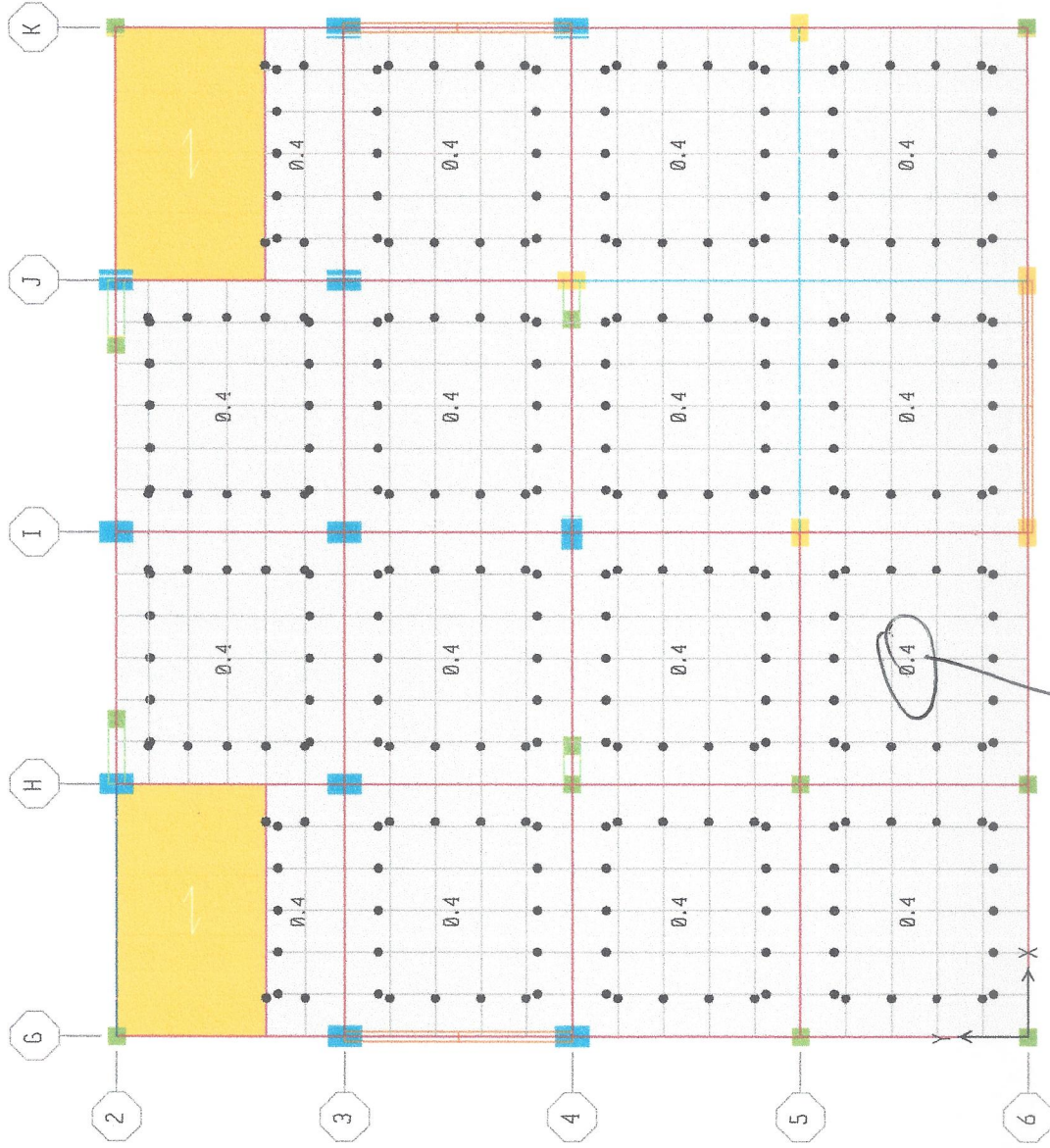


CARGA VIVA - SOTANO I



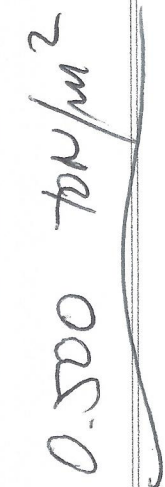
0.500 ton/m²

CARGA MUERTA - PISO 1

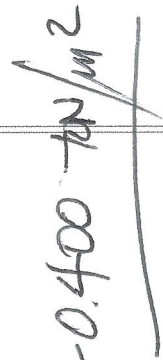


0.400 ton/m²

0.050 ton/m²

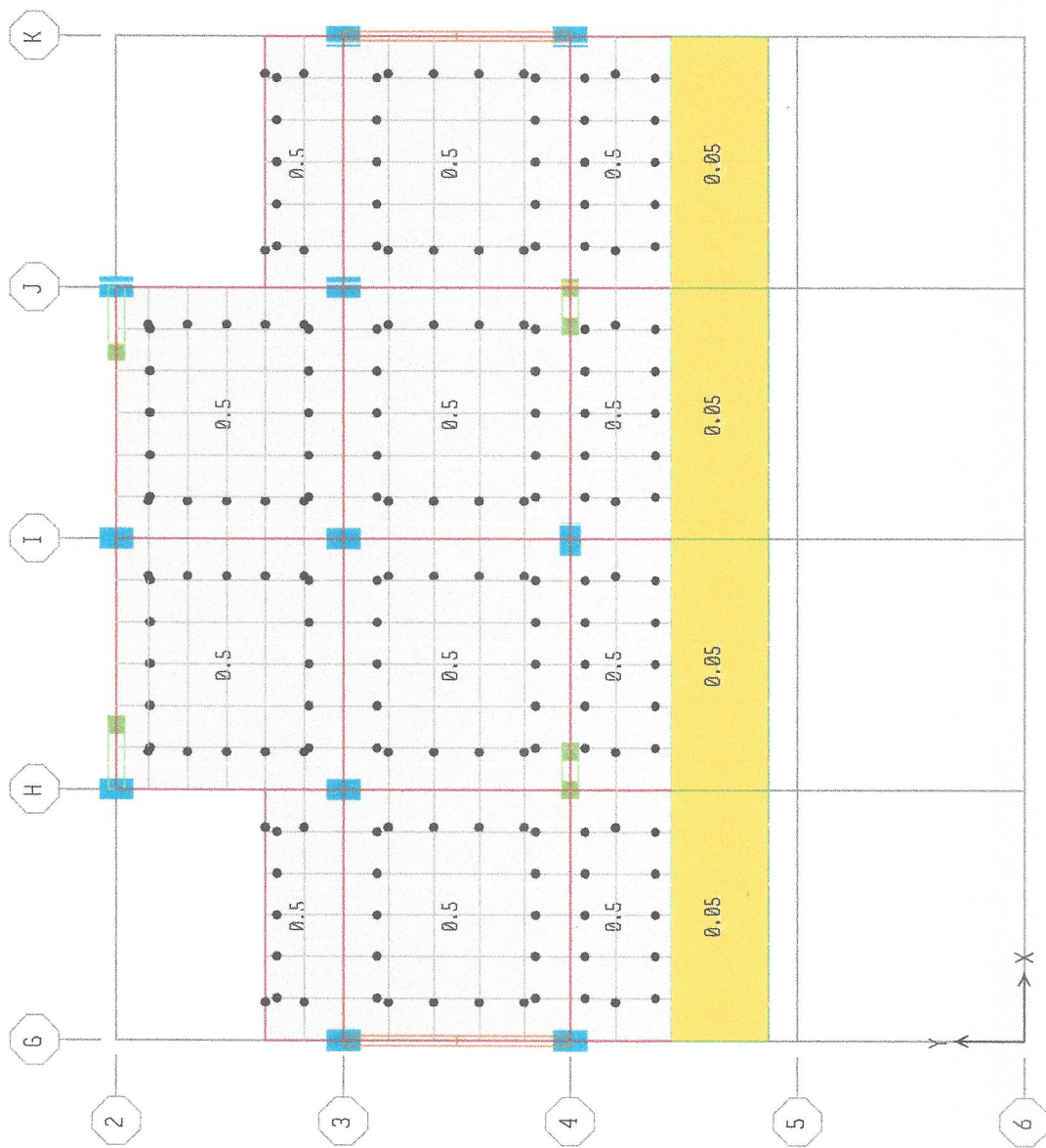


15

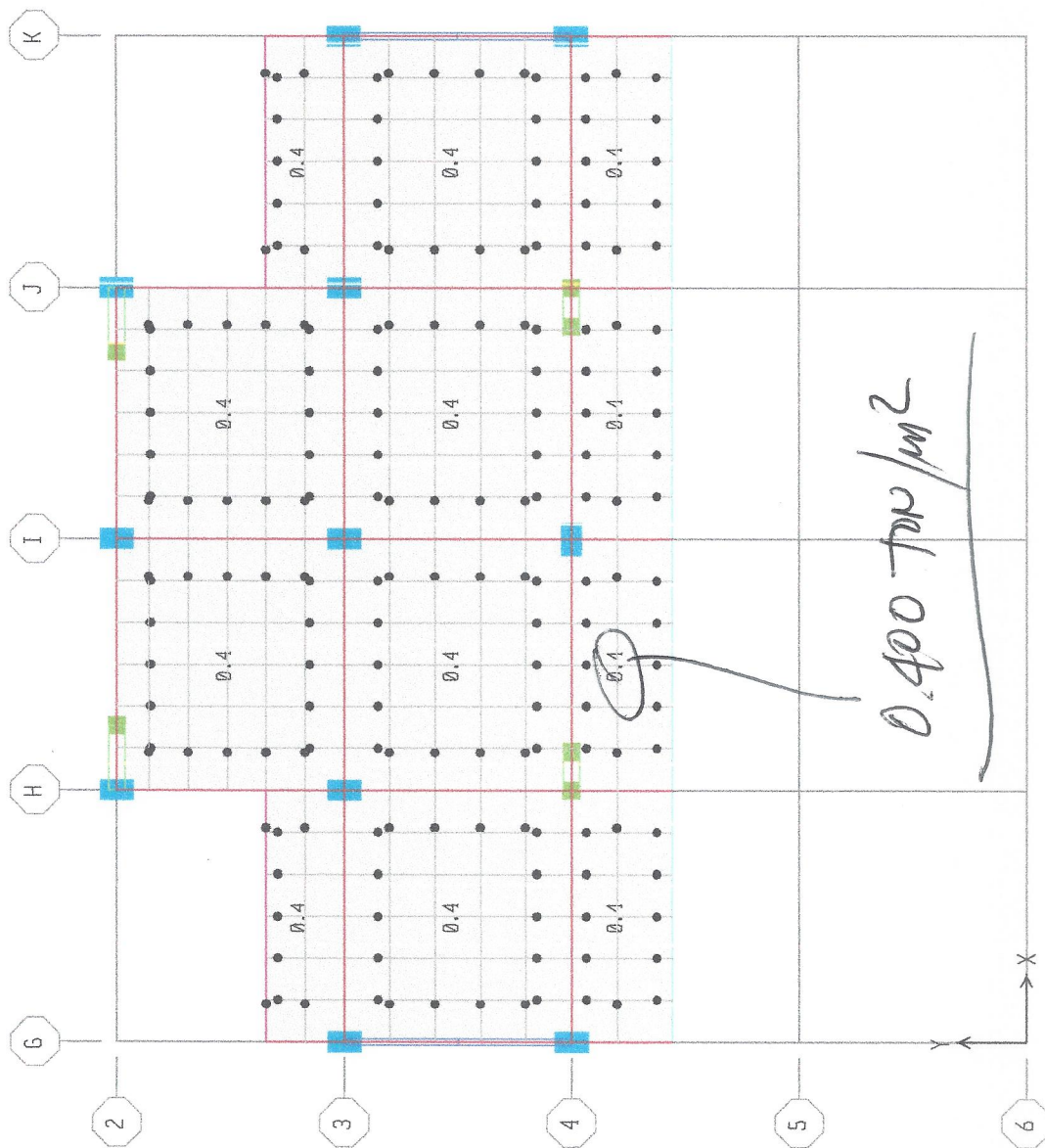

$$\cos \theta = 0.025 \mu$$

$$0.025 \times 24 = 0.60 \text{ lb/m}^2$$

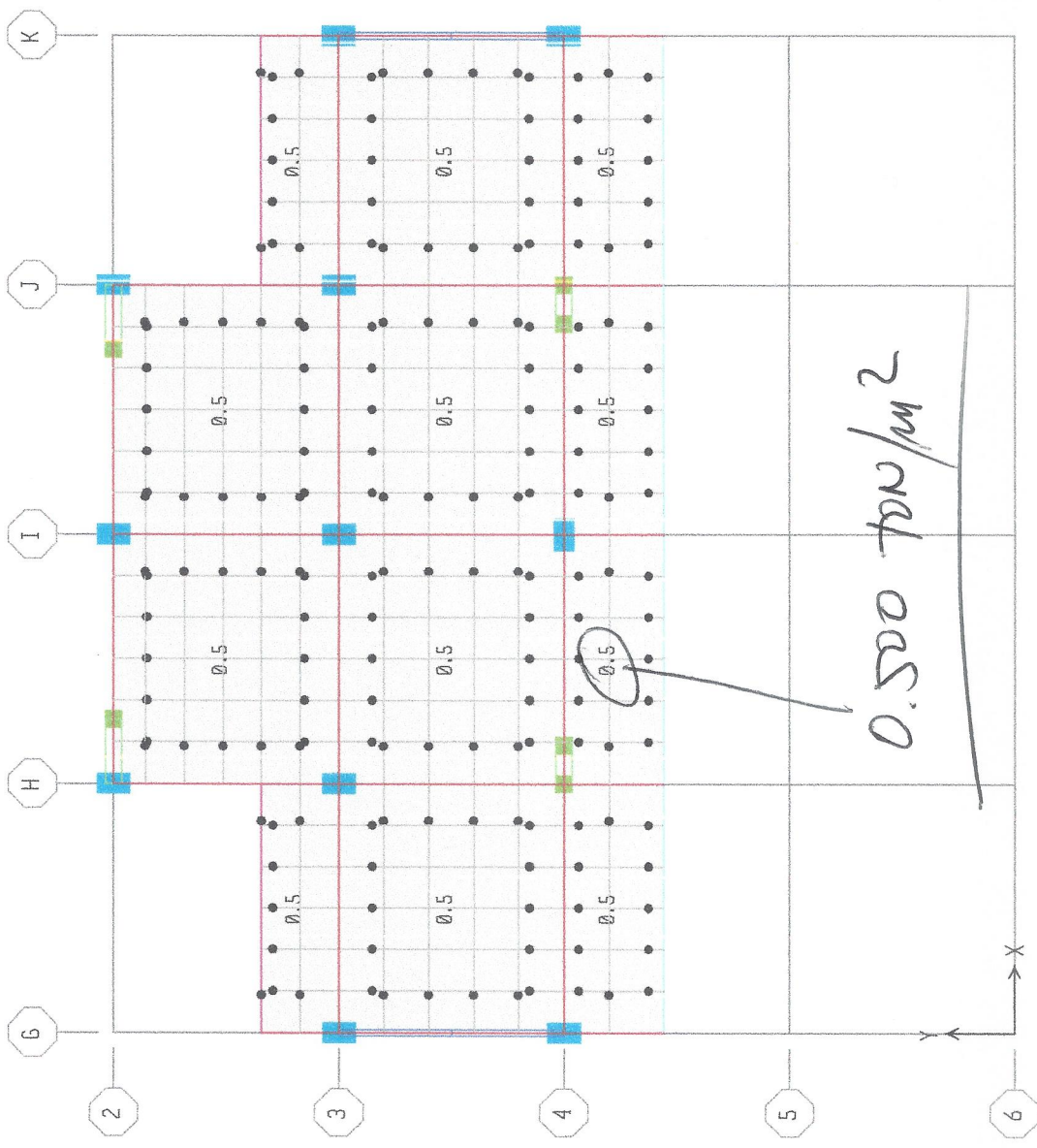
CARGA VIVA - PISO 2



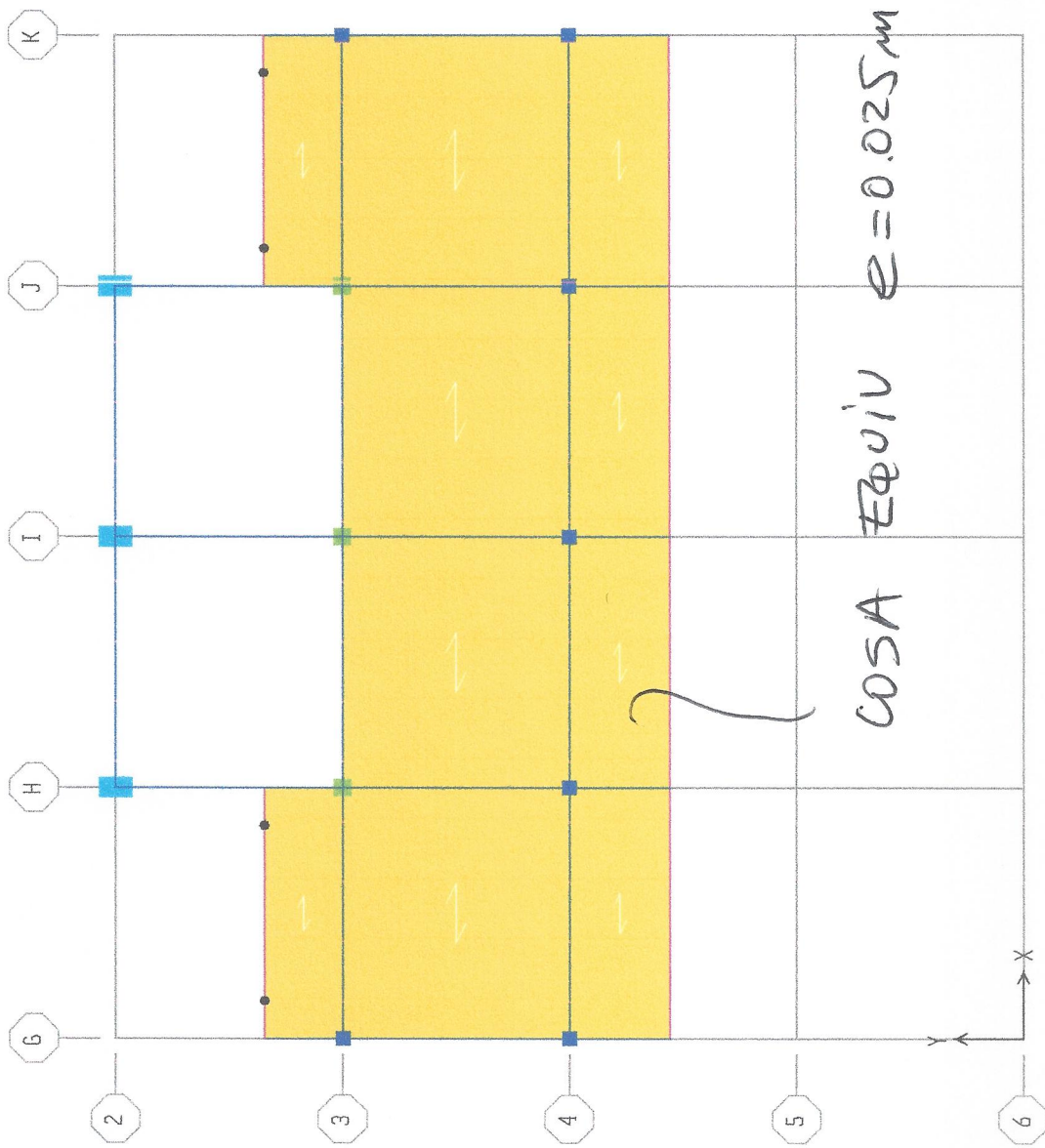
CARGA MUERTA - PISOS 3 y 4



CARGA VIVA - PISOS 3 y 4

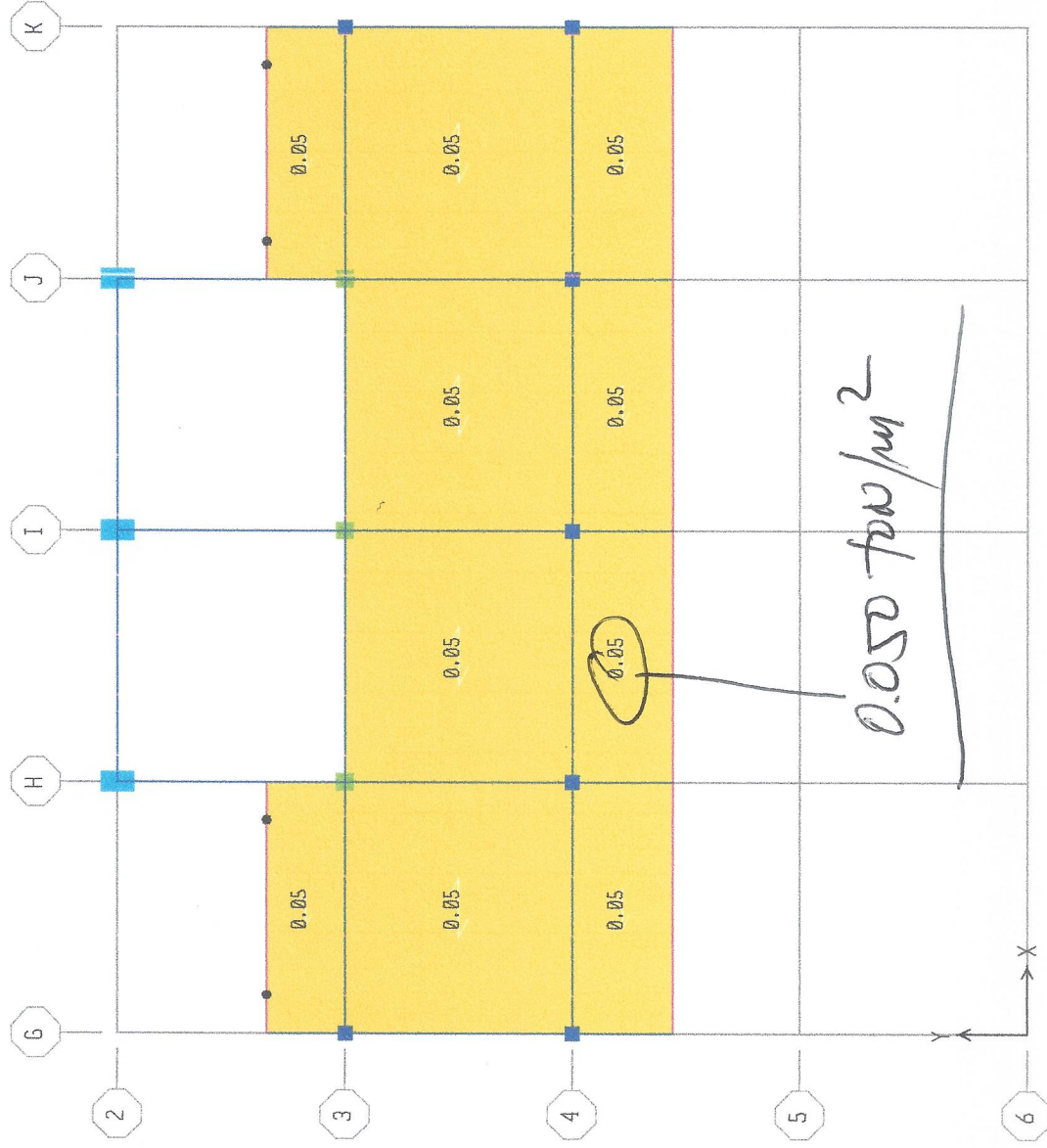


CARGA MUERTA - CUBIERTA

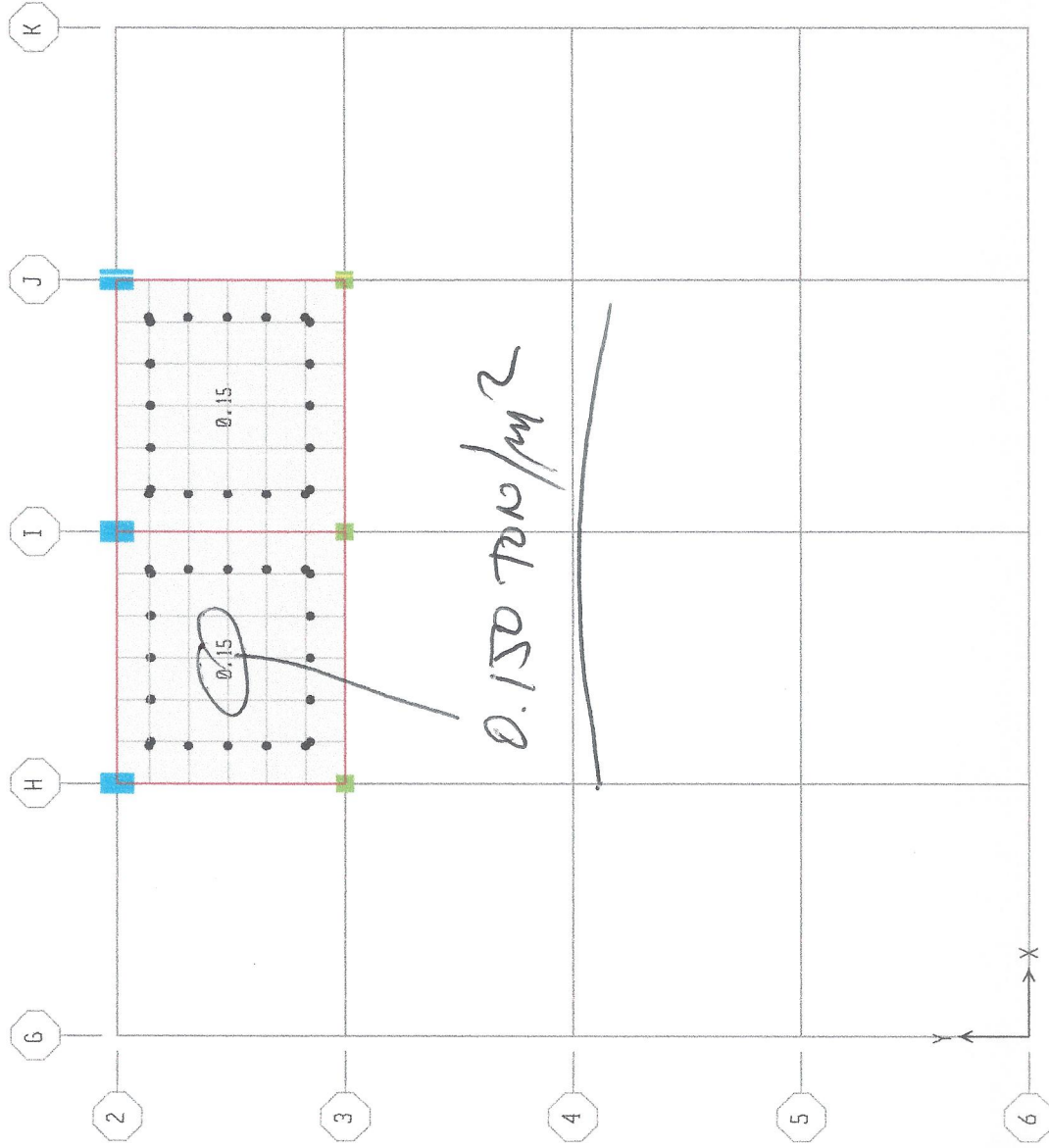


$$0.025 \times 24 = 0.060 \text{ ton/m}^2$$

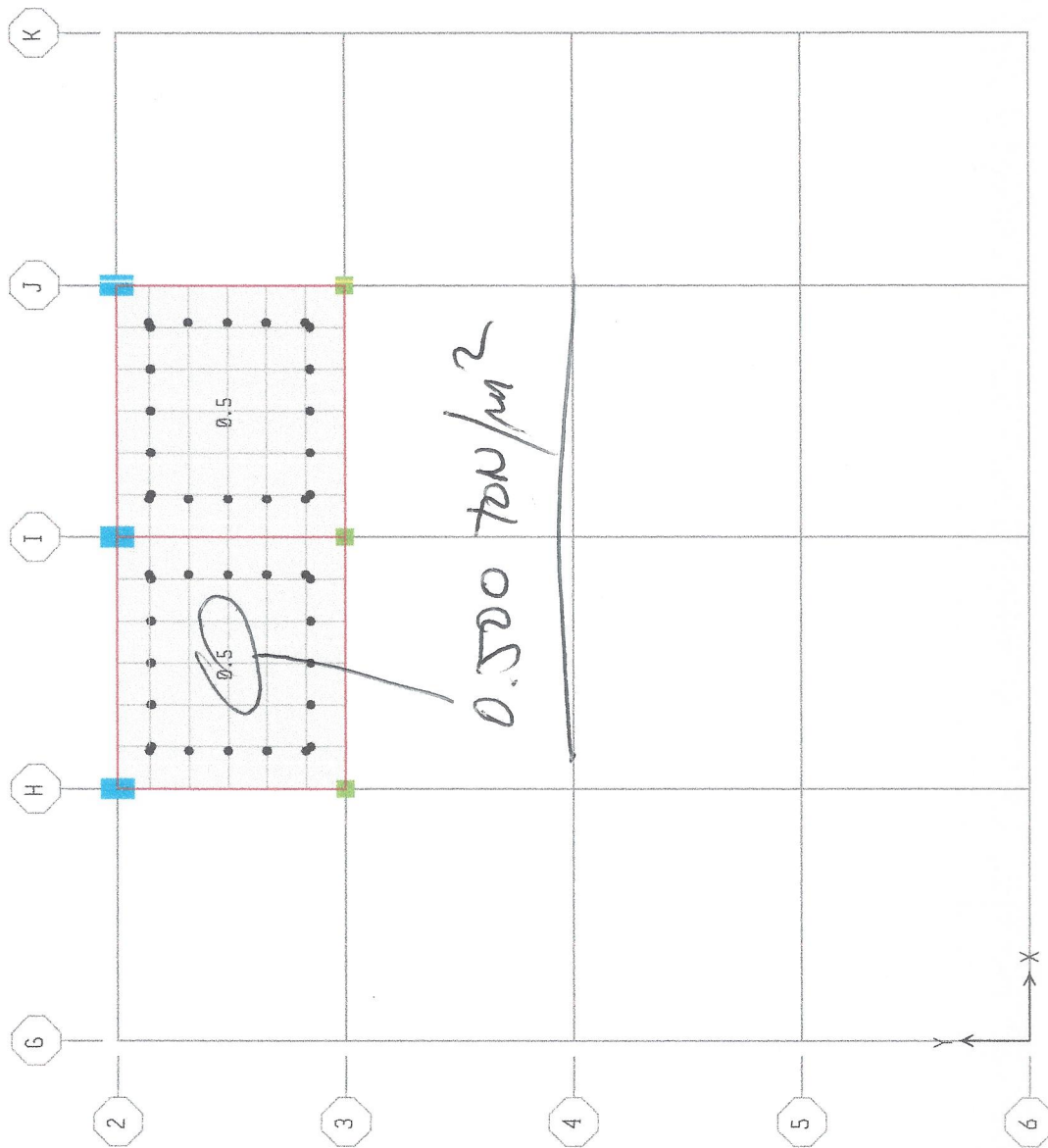
CARGA VIVA - CUBIERTA



CARGA MUERTA - LOSA CUBIERTA



CARGA VIVA - LOSA CUBIERTA



AREA = 907.890 M2
PESO = 907.890 TON

PLANTA SOTANO 1

N-3.70

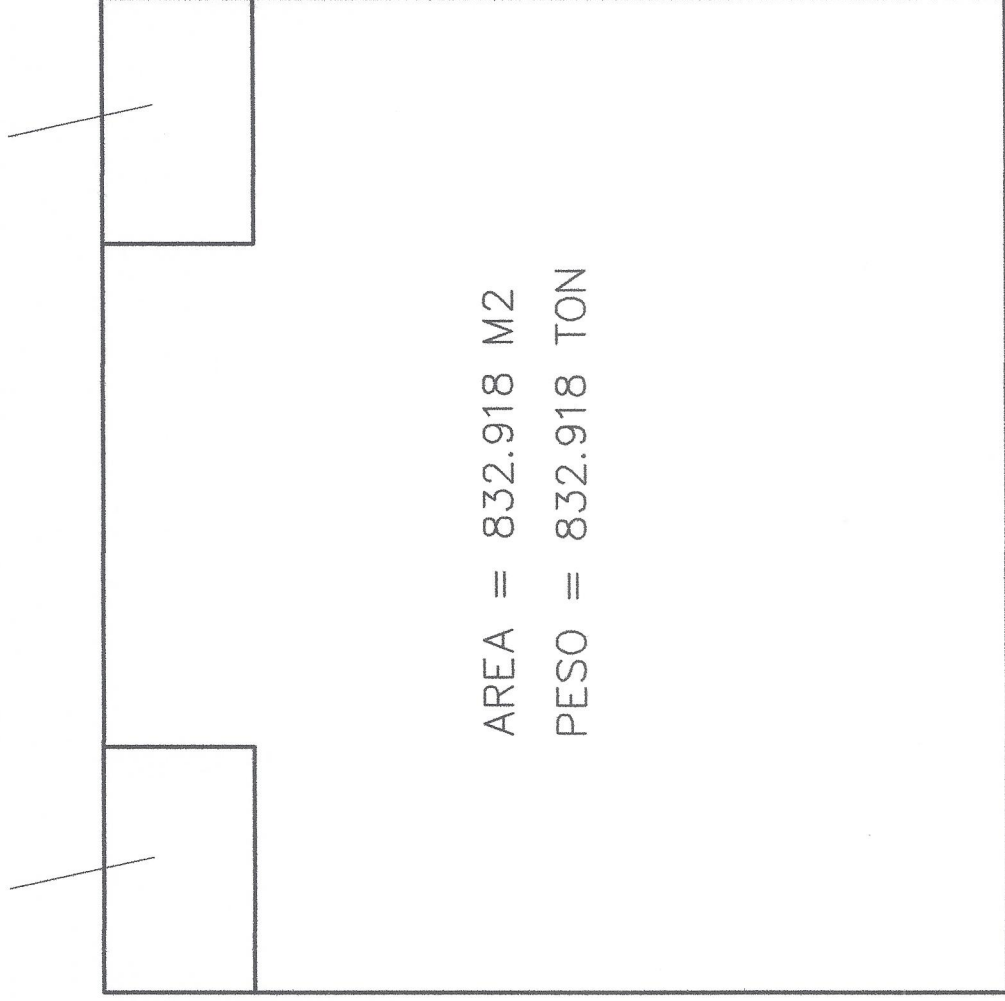
PESO = 907.890 TON

AREA = 37.486 M2

AREA = 37.486 M2

PESO = 5.623 TON

PESO = 5.623 TON

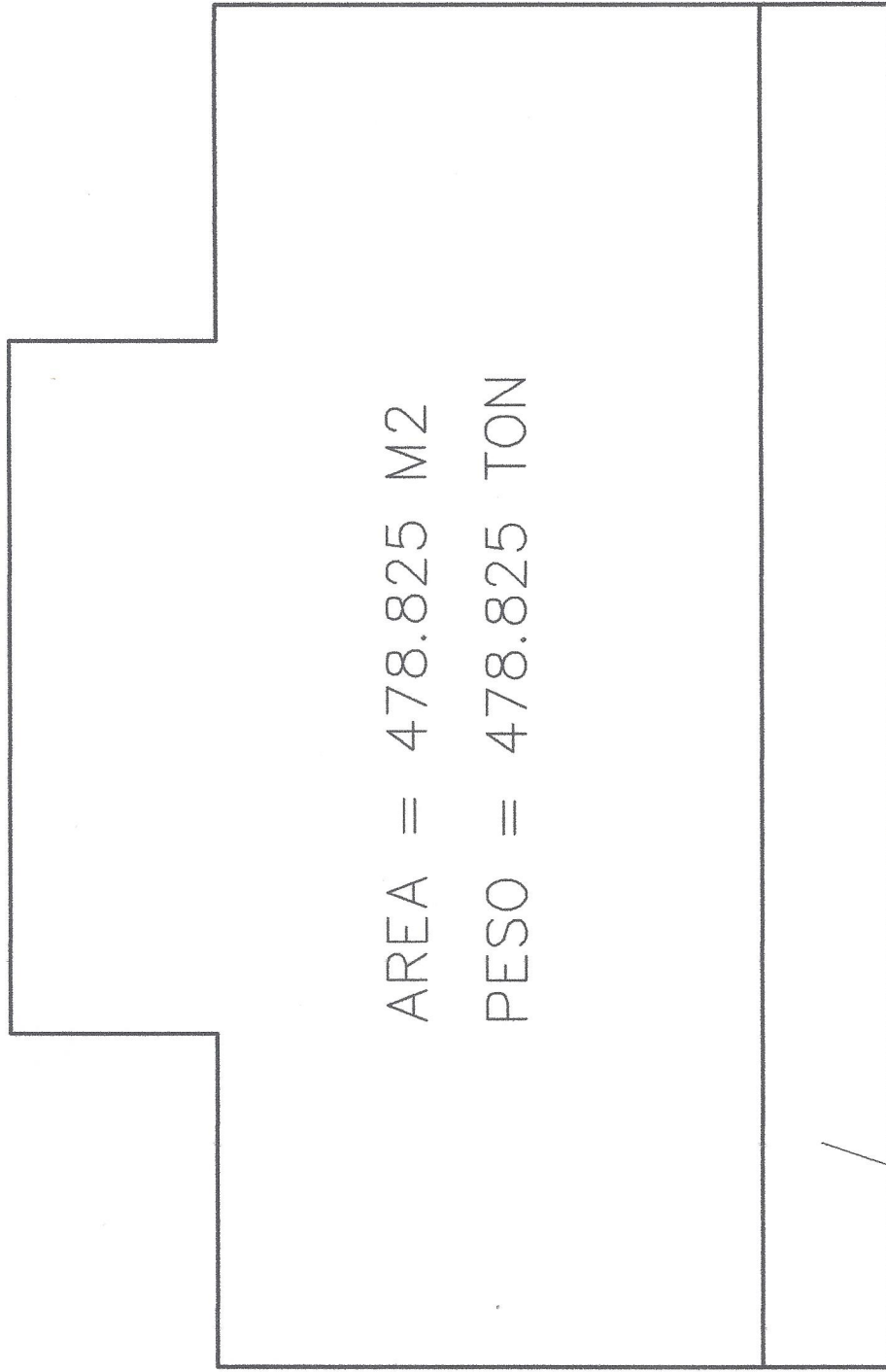


AREA = 832.918 M2

PESO = 832.918 TON

PLANTA PISO 1 / N+0.00

PESO = 844.164 TON



AREA = 95.400 M2
PESO = 14.310 TON

PLANTA PISO 2
N+3.70

PESO = 493.135 TON

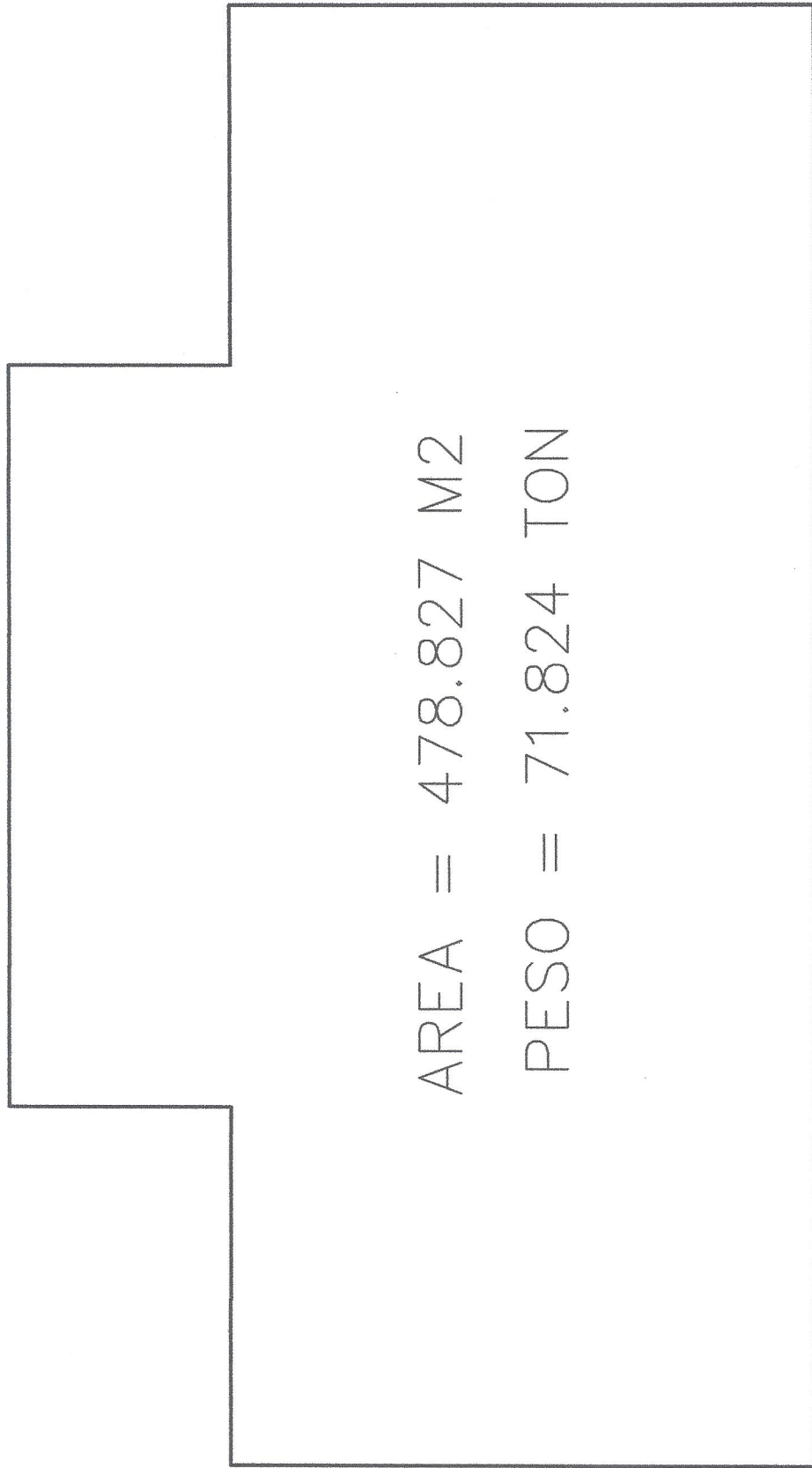
AREA = 478.825 M2

PESO = 478.825 TON

PLANTA PISO 3 / N+7.40

PLANTA PISO 4 / N+11.10

PESO = 478.825 TON



AREA = 478.827 M2

PESO = 71.824 TON

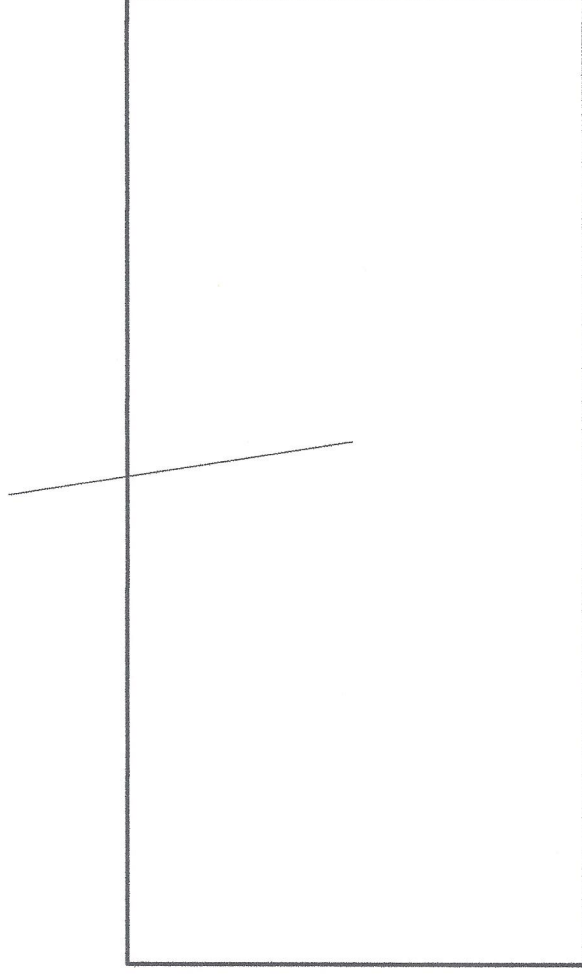
PLANTA CUBIERTA

N+14.80

PESO = 71.824 TON

AREA = 122.315 M2

PESO = 97.852 TON



PLANTA CUBIERTA

N+16.10

PESO = 97.852 TON

29

97.852 ton.

71.824 ton.

478.825 ton.

478.825 ton.

493.135 ton.

844.164 ton.

907.890 ton.

3372.515 ton.

Proyecto: **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA****C I D T - BLOQUE B**Fecha: **JULIO / 2023****IRREGULARIDADES EN PLANTA****TIPO 1P - IRREGULARIDAD TORSIONAL**

RATIO MAXIMO PARA ESPECTRO EN X = $1.351 < 1.40$
VER RESUMEN DESPLAZAMIENTOS ETABS HOJA # 41 MEMORIAS

RATIO MAXIMO PARA ESPECTRO EN Y = $1.060 < 1.20$
VER RESUMEN DESPLAZAMIENTOS ETABS HOJA # 41 MEMORIAS

NO HAY IRREGULARIDAD TORSIONAL **$\phi_p = 0.90$** **TIPO 2P - RETROCESOS EN LAS ESQUINAS**

A = 7.80 m.
B = 31.80 m.
C = 4.78 m.
D = 17.40 m.

0.15 B = 4.77 m.
0.15 D = 2.61 m.

A > 0.15 B
C > 0.15 D

NO HAY RETROCESOS EN LAS ESQUINAS **$\phi_p = 1.00$** **TIPO 3P - IRREGULARIDAD DEL DIAFRAGMA**

A = 31.80 m.
B = 28.55 m.
C = 7.35 m.
D = 4.78 m.

$2 \times C \times D = 70.266 \text{ m}^2$.
 $0.5 \times A \times B = 453.945 \text{ m}^2$.

 $2 \times C \times D < 0.5 \times A \times B$ **NO HAY IRREGULARIDAD DEL DIAFRAGMA** **$\phi_p = 1.00$** **TIPO 4P - DESPLAZAMIENTO DE LOS PLANOS DE ACCIÓN****NO APLICA**

TODOS LOS ELEMENTOS VERTICALES LLEGAN A LA CIMENTACION
DENTRO DEL MISMO PLANO DE ACCIÓN.

 $\phi_p = 1.00$ **TIPO 5P - SISTEMAS NO PARALELOS****NO APLICA****LOS SISTEMAS DE RESISTENCIA SÍSMICA SON ORTOGONALES** **$\phi_p = 1.00$** **T E T R A - Diseños Estructurales.**

Calle 19 # 9-50 Of. 907 - Edif. DIARIO DEL OTÚN - Tel. 324 50 18

Fernando Escalante Echeverri

Ing. Civil - Magíster y Ph.D. en Estructuras

Proyecto: **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA****C I D T - BLOQUE B**Fecha: **JULIO / 2023****IRREGULARIDADES EN ALTURA**

TIPO 1A - PISO FLEXIBLE	
NO APLICA NO HAY PISOS SUPERIORES FLEXIBLES	$\phi_a = 1.00$
TIPO 2A - DISTRIBUCIÓN DE MASA	
NO APLICA NO HAY PISOS SUPERIORES PESADOS	$\phi_a = 1.00$
TIPO 3A - GEOMÉTRICA	
A = 28.55 m. B = 17.40 m. 1.3 x B = 22.62 m. A > 1.3 x B SI HAY RETROCESOS EN ALTURA	$\phi_a = 0.90$
TIPO 4A - DESPLAZAMIENTO DENTRO DEL PLANO DE ACCIÓN	
NO APLICA TODOS LOS ELEMENTOS VERTICALES LLEGAN A LA CIMENTACION DENTRO DEL MISMO PLANO DE ACCIÓN.	$\phi_a = 1.00$
TIPO 5A - PISO DÉBIL	
NO APLICA NO HAY PISOS DEBILES INTERMEDIOS	$\phi_a = 1.00$
AUSENCIA DE REDUNDANCIA	
NO HAY AUSENCIA DE REDUNDANCIA	$\phi_r = 1.00$
$R_o = 7.0$ PORTICOS Y PANTALLAS DE CONCRETO REFORZADO DES $R = 0.90 \times 0.90 \times 7.00 = 5.67$	

T E T R A - Diseños Estructurales.

Calle 19 # 9-50 Of. 907 - Edif. DIARIO DEL OTÚN - Tel. 324 50 18

Fernando Escalante Echeverri

Ing. Civil - Magíster y Ph.D. en Estructuras