

**APOYO AL DEPARTAMENTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL MARVAL S.A EN
LOS PROCESOS DE EVALUACION DE CUANTIAS DE ACERO Y CONCRETO.**

**PRESENTADO POR
KARINA SANTAMARIA SEPULVEDA
ID: 000221597**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2018**

**APOYO AL DEPARTAMENTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL MARVAL S.A EN
LOS PROCESOS DE EVALUACION DE CUANTIAS DE ACERO Y CONCRETO.**

KARINA SANTAMARIA SEPULVEDA

ID: 000221597

DIRECTOR ACADÉMICO

Ludwing Pérez Bustos

Ingeniero Civil

DIRECTOR EMPRESARIAL

Sergio Alfredo Jerez Téllez

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2018

Nota de aceptación:

Firma Presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, Enero de 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme otorgado la posibilidad de llegar hasta este punto y darme la fortaleza y sabiduría para lograr mis objetivos.

A mis padres por ser el cimiento principal en todo lo que soy, por su incondicional apoyo, sus consejos y sugerencias, que me han permitido ser una persona de bien y por brindarme su amor.

Finalmente a los maestros y amigos, por su gran apoyo y motivación, por compartir sus conocimientos y habilidades, siendo mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO.....	IX
GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE	IX
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3. DESCRIPCION DE LA EMPRESA	3
4. DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO	5
5.1 COMPONENTE PLACAS	6
5.2 COMPONENTE MUROS ESTRUCTURALES.....	8
5.3 CIMENTACIONES	11
5.4 HERRAMIENTA DE CÁLCULO	13
6. ANALISIS DE RESULTADOS	15
6.1 CUANTIAS DE ACERO	15
6.2. CUANTIAS DE CONCRETO	19
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
8. APORTE AL CONOCIMIENTO.....	22
8.1 CUANTIA DEL REFUERZO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	22
8.2 PERIODOS DE VIBRACION DE LAS EDIFICACIONES.....	22
8.3 EFECTO DEL TIPO DE SUELO EN EL PERIODO DE VIBRACION DE LAS EDIFICACIONES	22
8.4 CIMENTACIONES	23
8.5 TANQUES Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA AMBIENTAL DE CONCRETO	25
8.6 JUNTAS EN LOS TANQUES DE CONCRETO REFORZADO	27
9. BIBLIOGRAFÍA.....	31

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Departamento de Diseño Estructural MARVAL-2017	3
Figura 2. Esquema de la metodología para la evaluación de cuantías de acero y concreto.	4
Figura 3. Formato - Elementos y cantidades que aplican en la placa tipo del proyecto.	6
Figura 4. Tabla de datos – Mallas, VML (vigas embebidas) y longitudes en placas macizas.....	7
Figura 5. Evaluación de mallas inferiores y superiores, vigas embebidas, vigas descolgadas, y refuerzos adicionales en placas macizas.	8
Figura 6. Formatos – Datos generales e información del refuerzo de mallas, transversal y longitudinal en muros estructurales.	9
Figura 7. Tabla de datos – Mallas, estribos, refuerzo de arranque, remate y unión muro-placa en muros estructurales.....	10
Figura 8. Evaluación de refuerzo de mallas, transversal, longitudinal, arranque, remate y unión muro-placa en muros estructurales.	11
Figura 9. Tablas de evaluación de refuerzo en zapatas y vigas de cimentación. ...	12
Figura 10. Tablas de evaluación de refuerzo en losa maciza y vigas de cimentación.....	12
Figura 11. Tablas de evaluación de refuerzo en losa aligerada y vigas de cimentación.....	12
Figura 12. Tablas de evaluación de refuerzo en dados, pilotes y vigas de cimentación.....	13
Figura 13. Hoja de inicio de la herramienta de cálculo para la cuantificación del refuerzo de un proyecto.	14
Figura 14. Rango de cuantías de acero de un proyecto tipo túnel de acuerdo al número de pisos y zona de amenaza sísmica.	18
Figura 15. Tipos de cimentación.	23
Figura 16. Tipos de tanques.	26
Figura 17. Estructuración de un tanque.	27
Figura 18. Juntas de expansión.....	29
Figura 19. Juntas de contracción.....	30
Figura 20. Juntas de construcción.	30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de pesos y cuantías de acero de proyectos realizados en el departamento de Diseño Estructural de Marval S.A	16
Tabla 2. Indicadores generales de cuantías de acero.	17
Tabla 3. Resultados de cuantías de concreto de proyectos realizados en el departamento de Diseño Estructural.....	19
Tabla 4. Indicadores generales de cuantías de concreto en placas y muros estructurales.	20
Tabla 5. Indicadores generales de cuantías de concreto en cimentaciones.....	20

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Procedimiento para obtener las cuantías de refuerzo del proyecto 6.....32

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO AL DEPARTAMENTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL MARVAL S.A EN LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO Y CONCRETO.

AUTOR(ES): Karina Santamaria Sepúlveda

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Ludwing Pérez Bustos

RESUMEN

Las actividades desarrolladas están enfocadas en la realización de un procedimiento estandarizado que permite establecer las cuantías de acero y concreto que tiene los respectivos diseños estructurales, mediante una herramienta creada en Excel que ayuda a identificar los elementos de mayor incidencia, realizando una optimización del producto final. Estas se obtienen de acuerdo al diseño separando los componentes principales de la estructura en placas de entepiso, elementos verticales y cimentaciones, los cuales se subdividen en elementos que permiten realizar una evaluación del indicador general. Para poder realizar la comparación de cuantías entre proyectos se debe tener en cuenta características similares, tales como la distribución arquitectónica, número de pisos, zonas de amenaza sísmica y el sistema estructural. La herramienta de cálculo está diseñada de acuerdo a los lineamientos de dibujo implementados en la empresa para que sea práctica en su ejecución y lectura de resultados.

PALABRAS CLAVE:

Diseño Estructural, Cuantía, Acero, Concreto.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT TO THE STRUCTURAL DESIGN DEPARTMENT MARVAL S.A IN THE PROCESSES OF EVALUATION OF STEEL AND CONCRETE QUANTITIES.

AUTHOR(S): Karina Santamaria Sepúlveda

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Ludwing Pérez Bustos

ABSTRACT

The developed activities are addressed to the creation of a standardized procedure which allows to quantify the steel and concrete material demand by any specific structural design through an excel-based algorithm that helps to identify and list the key components in order to improve the quality of the final product/design. The outputs of this tool are related to the design type and specific to the structure main components (slabs, columns, beams, walls, and foundations), and each main component is subsequently divided in their subcomponents to allow a detailed evaluation of the obtained variables. In order to be able to perform reliable and quantitative comparison between projects, it is important that both structures keep certain similarity in basic variables like architecture distribution, floors numbers, seismic hazard areas and the structural system. The calculation tool complies with company policies related to drawing guidelines and the can be taken as official document for execution and submission of results.

KEYWORDS:

Structural Design, Quantity, Steel, Concrete.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCION

Las actividades a desarrollar están enfocadas en la realización de un procedimiento estandarizado que permite establecer las cuantías de acero y concreto que tiene los respectivos diseños estructurales de sistemas industrializados, mediante una herramienta creada en Excel que ayuda a identificar la incidencia de los componentes estructurales, realizando una optimización del producto final.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Brindar apoyo al departamento de diseño estructural en los procesos de evaluación de cuantías de acero y concreto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Interpretar de manera adecuada la documentación técnica identificando los diferentes componentes y elementos que hacen parte del proyecto.
- Comprender las especificaciones y componentes de los respectivos elementos estructurales mediante la lectura de planos.
- Elaborar una herramienta que ayude a identificar los elementos de mayor incidencia en la cuantía del acero y concreto.

3. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

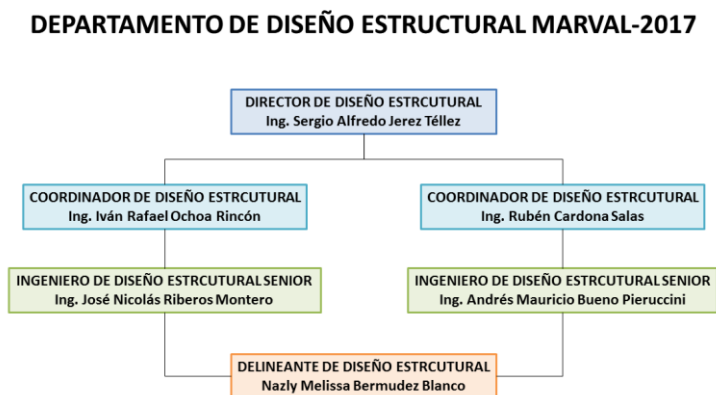
MARVAL S.A es una empresa santandereana con más de 32 años de experiencia en el sector de la construcción siendo la compañía líder a nivel nacional, comprometida con el desarrollo del país y con la vivienda de los colombianos, por lo cual desarrolla proyectos de vivienda, centros de negocios y grandes obras de ingeniería en todo el territorio colombiano.

Con presencia en Cundinamarca, Santander, Atlántico, Valle del Cauca, entre otros grandes departamentos del país.

Entre los años 2012 y 2014 MARVAL S.A urbanizó el Paseo del Puente en Piedecuesta y construyó proyectos como: Cacique Cetro Comercial, Hotel Holiday Inn Bucaramanga Cacique, Edificio Metropolitan, Centro Comercial Delacuesta, entre otros proyectos de vivienda, comerciales y empresariales.

En la figura 1, se muestra la estructura organizacional del Departamento de Diseño Estructural en el cual se está llevando a cabo la práctica empresarial.

Figura 1. Organigrama Departamento de Diseño Estructural MARVAL-2017



FUENTE: Departamento de diseño estructural MARVAL S.A.

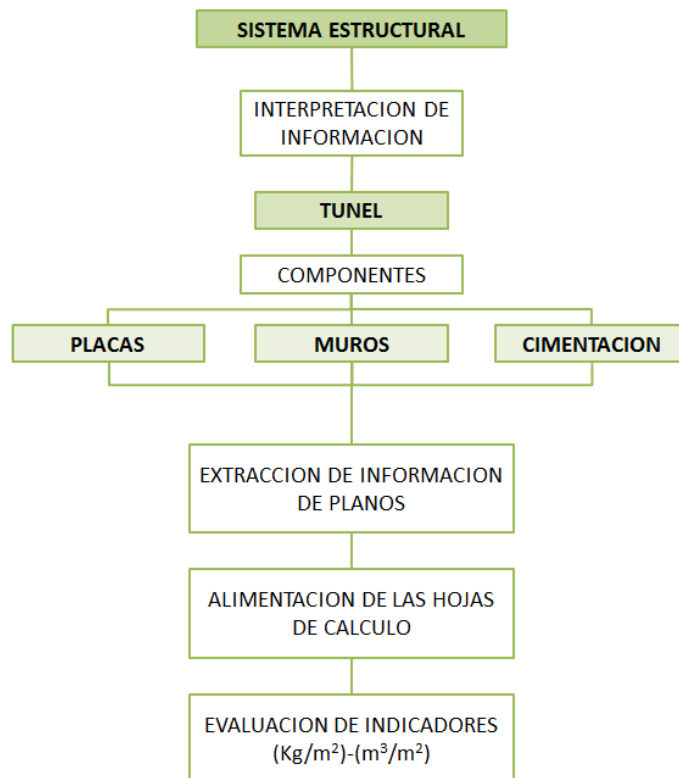
4. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Este proyecto busca facilitar por medio de una herramienta la evaluación de la cuantía de acero y concreto, que permita generar un diseño competitivo a nivel de costos garantizando los lineamientos del reglamento NSR-10 para el sistema estructural de muros de carga más conocido como sistema industrializado tipo túnel.

A continuación se muestra en la figura 2, el esquema de la metodología propuesta en la práctica para la realización de la evaluación de cuantías de acero y concreto.

Figura 2. Esquema de la metodología para la evaluación de cuantías de acero y concreto.

EVALUACION DE CUANTIAS DE ACERO Y CONCRETO



FUENTE: Autor.

5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

La fase 1 del proyecto se constituye en la interpretación de la información (lectura de planos), para la implementación de la estructura de trabajo en el desarrollo de la herramienta de cálculo.

En la fase 2 del proyecto se lleva a cabo el procedimiento para obtener las cuantías de refuerzo, realizando la extracción de información de planos, seguido de la alimentación de las hojas de cálculo y por último la evaluación de indicadores.

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LAS CUANTIAS DE REFUERZO DE UN

PROYECTO

5.1 COMPONENTE PLACAS

- Extraer información en formatos estándar de los respectivos planos de diseño del proyecto, (Figura 3).

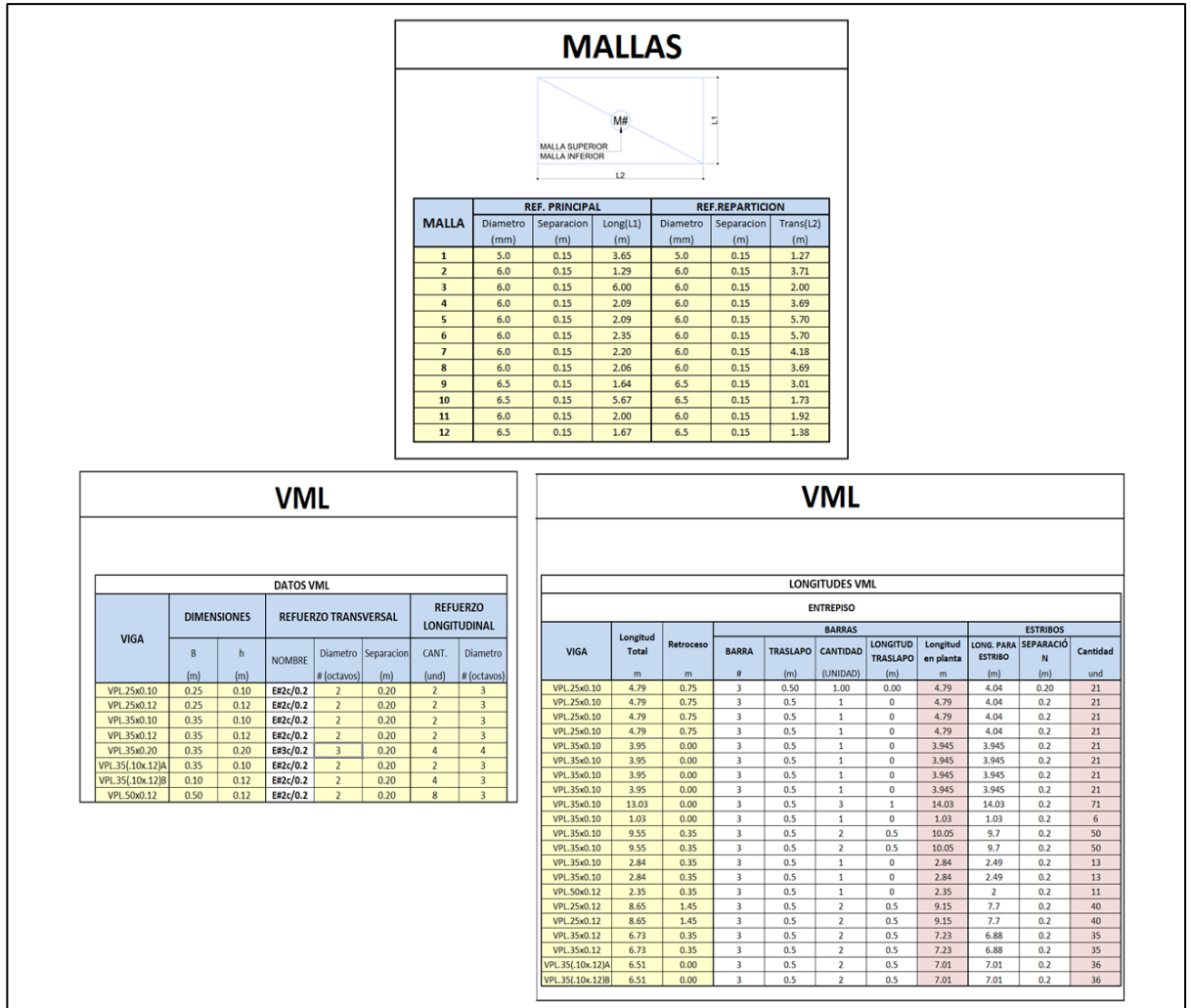
Figura 3. Formato - Elementos y cantidades que aplican en la placa tipo del proyecto.

LOSA MACIZA ENTREPISO																				
										AREA BRUTA: TIPO: AREA VACIOS: # NIVELES: AREA EFECTIVA:										
MALLA	TIPO	CANT	REF. PRINCIPAL			REF. REPARTICION			NOMBRE VIDA	REF. LONGITUDINAL			REF. TRANSV. - ESTRIBOS							
			D	S	LONGITUD	D	S	TRANS (L2)		CANT	#	L	CANT	#	a	b	c	L		
I N F E R I O R																				
S U P E R I O R																				

FUENTE: Autor.

- Alimentar la información en las respectivas tablas de Excel, (Figura 4).

Figura 4. Tabla de datos – Mallas, VML (vigas embebidas) y longitudes en placas macizas.



FUENTE: Autor.

- Evaluar el resultado final de cuantía del componente placa. (Figura 5).

Figura 5. Evaluación de mallas inferiores y superiores, vigas embebidas, vigas descolgadas, y refuerzos adicionales en placas macizas.

EVALUACIÓN PESO-MALLA EN PLACAS ENTREPISO													
INFERIOR													
TIPO	CANT. (und)	DIMENSION		No Barras por malla		Longitudinal (L1)		Transversal (L2)		Longitud de pelos		Peso Nominal Kg	Peso Total Inferior Kg
		Long(L1) (m)	Trans(L2) (m)	Long #	Trans #	Diametro (mm)	Separacion (m)	Diametro (mm)	Separacion (m)	Long (m)	Trans (m)		
1	2	3.65	1.27	8	24	5	0.15	5	0.15	0.075	9.20	18.40	
9	1	1.64	3.01	20	11	6.5	0.15	6.5	0.15	0.075	0.075	17.2	17.2
10	1	5.67	1.73	12	38	6.5	0.15	6.5	0.15	0.075	0.075	34.9	34.9
12	1	1.67	3.38	9	11	6.5	0.15	6.5	0.15	0.075	0.075	7.9	7.9
2	2	1.29	3.71	25	9	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	14.6	29.2
4	2	2.09	3.69	25	14	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	23.1	46.2
5	4	2.09	5.7	38	14	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	35.4	141.6
6	8	2.35	5.7	38	16	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	40.1	320.8
7	4	2.2	4.18	28	15	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	27.6	110.4

EVALUACIÓN PESO-MALLA EN PLACAS ENTREPISO													
SUPERIOR													
TIPO	CANT. (und)	DIMENSION		No Barras por malla		Longitudinal (L1)		Transversal (L2)		Longitud de pelos		Peso Nominal Kg	Peso Total Superior Kg
		Long(L1) (m)	Trans(L2) (m)	Long #	Trans #	Diametro (mm)	Separacion (m)	Diametro (mm)	Separacion (m)	Long (m)	Trans (m)		
3	1	6	2	13	40	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	35.1	35.1
8	1	2.06	3.69	25	14	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	22.9	22.9
11	1	2	1.92	13	13	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	11.4	11.4
2	2	1.29	3.71	25	9	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	14.6	29.2
4	2	2.09	3.69	25	14	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	23.1	46.2
5	4	2.09	5.7	38	14	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	35.4	141.6
6	8	2.35	5.7	38	16	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	40.1	320.8
7	4	2.2	4.18	28	15	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	27.6	110.4

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN VIGAS DE ENTREPISO												
NOMBRE	REFUERZO LONGITUDINAL				Peso Total Long Kg	NOMBRE	CANT. (und)	REFUERZO TRANSVERSAL				Peso Total Trans Kg
	ARREGLO	Long Total en planta (m)	Long Barra (m)	CANT. BARRIAS (und)				a (m)	b (m)	c (m)	L (m)	
VPL 25x0.10	2#3	38.32	6.00	6.39	21.56	ER2c/0.2	84	0.2	0.06	0.075	0.67	14.07
VPL 25x0.12	2#3	36.60	6.00	6.10	20.5875	ER2c/0.2	80	0.2	0.08	0.075	0.71	14.2
VPL 35x0.10	2#3	113.24	6.00	18.87	63.6975	ER2c/0.2	287	0.3	0.06	0.075	0.87	62.4225
VPL 35x0.20	4#4	0.00	6.00	0.00	0	ER3c/0.2	0	0.3	0.16	0.1	1.12	0
VPL 35[10x12]A	2#3	14.02	6.00	2.34	7.88625	ER2c/0.2	36	0.3	0.06	0.075	0.87	7.83
VPL 35[10x12]B	4#3	28.04	6.00	4.67	15.7725	ER2c/0.2	36	0.05	0.08	0.075	0.41	3.69
VPL 50x0.12	8#3	18.80	6.00	3.13	10.575	ER2c/0.2	11	0.45	0.08	0.075	1.21	3.3275
VPL 35x0.12	2#3	28.92	6.00	4.82	16.2675	ER2c/0.2	70	0.3	0.08	0.075	0.91	15.925

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN VIGAS DESCOLGADAS DE PISO																			
NOMBRE	NIVEL	CANT. (und)	DIMENSIONES		REFUERZO TRANSVERSAL								REFUERZO LONGITUDINAL		Peso Total ESTRIBOS Kg	Peso Total GANCHOS Kg	Peso Total Transv Kg	Peso Total Long Kg	
			Ancho (m)	Alto (m)	ESTRIBOS				GANCHOS				CANT.	Longitud (m)					
VDESC.1	N+2.50 A N+27.50	2	0.25	0.30	16	3	0.17	0.22	0.1	0.98	8.82	2	4	2.45	4.90	17.64	0.00	17.64	19.60
VDESC.2	N+2.50 A N+27.51	1	0.25	0.30	16	3	0.17	0.22	0.1	0.98	8.82	4	4	2.50	10.00	8.82	0.00	8.82	20.00
VDESC.2A	N+2.50 A N+27.52	1	0.25	0.30	13	3	0.17	0.22	0.1	0.98	7.17	2	4	2.50	5.00	7.17	0.00	7.17	10.00

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO - ADICIONAL ENTREPISO							
REFUERZO INFERIOR				REFUERZO SUPERIOR			
CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Longitud (m)	Peso Total Ref. Inf Kg	CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Longitud (m)	Peso Total Ref. Sup Kg
5	2	1.00	1.25	19	2	1.50	7.13
5	2	1.00	1.25	19	2	1.50	7.13
4	2	1.50	1.50	4	2	2.50	2.50
4	2	1.50	1.50	4	2	2.50	2.50
3	2	1.50	1.13	4	2	2.50	2.50
3	2	1.50	1.13	4	2	2.50	2.50
16	2	1.50	6.00				
16	2	1.50	6.00				
11	2	1.70	4.68				
18	3	2.00	20.25				
11	2	1.70	4.68				
4	2	1.50	1.50				
4	2	1.50	1.50				
3	2	1.50	1.13				
3	2	1.50	1.13				
16	2	1.50	6.00				
16	2	1.50	6.00				
18	3	2.00	20.25				
11	2	1.70	4.68				
11	2	1.70	4.68				

FUENTE: Autor.

5.2 COMPONENTE MUROS ESTRUCTURALES

(Figura 8).

Figura 8. Evaluación de refuerzo de mallas, transversal, longitudinal, arranque, remate y unión muro-placa en muros estructurales.

EVALUACION PESO DE MALLAS EN MUROS ESTRUCTURALES															
GEOMETRIA 1															
PARED	CANT	DIRECCION	No barras por malla		Horizontal (H)		Vertical (V)		Peso Normal (Kg)	Peso Normal (Kg)					
			Horizontal	Vertical	Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)							
P1	1	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	2	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	3	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	4	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	5	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	6	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1

EVALUACION PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN MUROS ESTRUCTURALES															
CERCHEO															
PARED	CANT	DIRECCION	No barras por malla		Horizontal (H)		Vertical (V)		Peso Normal (Kg)	Peso Normal (Kg)					
			Horizontal	Vertical	Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)							
P1	1	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	2	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	3	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	4	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	5	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	6	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1

EVALUACION PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN MUROS ESTRUCTURALES															
REFUERZO LONGITUDINAL															
PARED	CANT	DIRECCION	IZQUIERDO		CENTRO		DERECHO		Peso Normal (Kg)	Peso Normal (Kg)					
			Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)							
P1	1	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	2	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	3	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	4	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	5	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	6	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1

EVALUACION PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN MUROS ESTRUCTURALES															
ARRANQUE DE MURO															
PARED	CANT	DIRECCION	IZQUIERDO		CENTRO		DERECHO		Peso Normal (Kg)	Peso Normal (Kg)					
			Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)							
P1	1	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	2	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	3	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	4	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	5	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	6	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1

EVALUACION PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN MUROS ESTRUCTURALES															
REMATE MURO															
PARED	CANT	DIRECCION	IZQUIERDO		CENTRO		DERECHO		Peso Normal (Kg)	Peso Normal (Kg)					
			Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)							
P1	1	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	2	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	3	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	4	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	5	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	6	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1

EVALUACION PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN MUROS ESTRUCTURALES															
UNION MURO-PLACA															
PARED	CANT	DIRECCION	IZQUIERDO		CENTRO		DERECHO		Peso Normal (Kg)	Peso Normal (Kg)					
			Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)	Diámetro (mm)	Separación (cm)							
P1	1	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	2	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	3	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	4	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	5	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1
	6	80	195	9	17	13	6	0.15	6	0.10	0.075	0.075	0.6	18.1	18.1

FUENTE: Autor.

5.3 COMPONENTE CIMENTACIONES

LOSETA DE CIMENTACION								
DIRECCION 1			DIRECCION 2			itud de	Peso	Peso Total
Diametro # (octavos)	Separacion (m)	Long(L1) (m)	Diametro # (octavos)	Separacion (m)	Long(L2) (m)	Long(L2) (m)	Kg/m2	Kg
		1.00			1.00	0.075		

Recubrimient 0.06

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN VIGAS DE CIMENTACION																			
NOMBRE	NIVEL	CANT. (und)	DIMENSIONES		REFUERZO TRANSVERSAL						REFUERZO LONGITUDINAL								
					ESTRIBOS			GANCHOS			Peso Transversal Kg	CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Longitud (m)	Peso Longitudinal Kg				
					CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Dimension L(m)	CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Dimension L(m)									
TOTAL																	0.00	0.00	0.00

FUENTE: Autor.

Figura 12. Tablas de evaluación de refuerzo en dados, pilotes y vigas de cimentación.

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN DADOS									
DADO	CANT. (und)	TIPO	REFUERZO						
			CANT. (und)	Diametro # (octavos)	L (m)	Peso Total Kg			
TOTAL							0.00		

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN PILOTES														
PILOTE	CANT. (und)	DIMENSIONES			REFUERZO LONGITUDINAL				REFUERZO TRANSVERSAL					
		Ø(m)	L(m)	Peso Long Kg	CANT. (und)	Diametro # (octavos)	L (m)	Peso Trans Kg	CANT. // N°Vuelas	Diametro # (octavos)	SEP (m)	DIMENSIONES Ø(m) L(m)	Peso Trans Kg	Peso Pilote Kg/und
TOTAL														0.00

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN VIGAS DE CIMENTACION																			
NOMBRE	NIVEL	CANT. (und)	DIMENSIONES		REFUERZO TRANSVERSAL						REFUERZO LONGITUDINAL								
					ESTRIBOS			GANCHOS			Peso Transversal Kg	CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Longitud (m)	Peso Longitudinal Kg				
					CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Dimension L(m)	CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Dimension L(m)									
TOTAL																	0.00	0.00	

Recubrimient 0.06

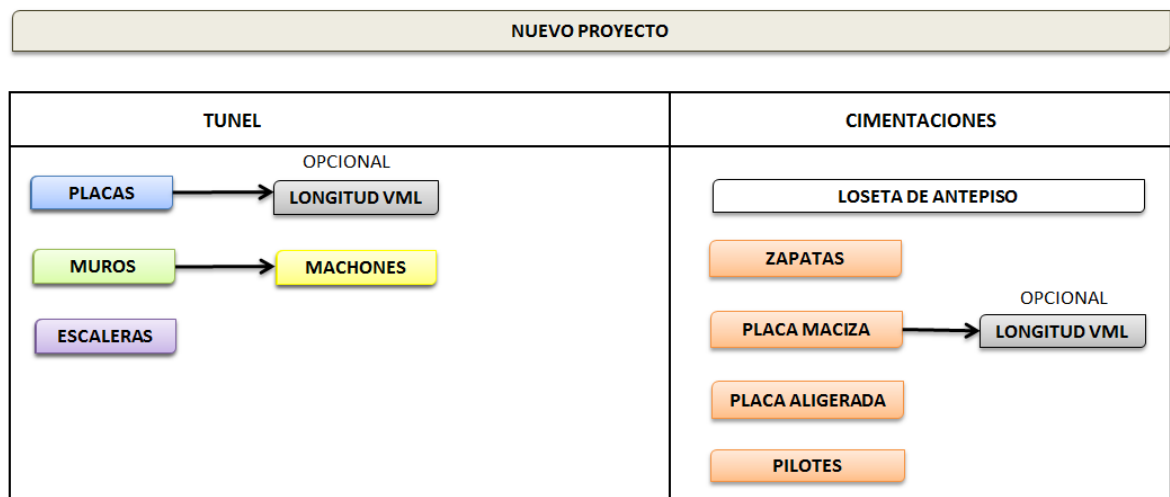
FUENTE: Autor.

5.4 HERRAMIENTA DE CÁLCULO

La herramienta de cálculo facilita y minimiza el tiempo de trabajo en el momento de realizar cuantificaciones de refuerzo de un proyecto, además permite tener un control y seguimiento de los diseños de los respectivos elementos estructurales y del proyecto en general.

En la figura 13 se muestra la hoja de inicio de la herramienta de cálculo, la cual permite seleccionar el componente al cual se le realizara la cuantificación de refuerzo.

Figura 13. Hoja de inicio de la herramienta de cálculo para la cuantificación del refuerzo de un proyecto.



FUENTE: Autor.

La opción "NUEVO PROYECTO", reduce el tiempo que se llevaría a cabo eliminando la información del proyecto anterior, esto mediante la creación de macros que tienen como función la reiniciación de la hoja de cálculo de tal manera que la herramienta quede lista para realizar la cuantificación de refuerzo de un nuevo proyecto.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 CUANTIAS DE ACERO

En la tabla 1 se muestra las cuantías obtenidas a través de la herramienta creada en Excel de 12 proyectos industrializados, los cuales fueron agrupados estratégicamente para lograr realizar un análisis adecuado, de la siguiente manera:

ENTRE 5 Y 6 PISOS

- ✓ Proyecto 1.
- ✓ Proyecto 2.
- ✓ Proyecto 3.
- ✓ Proyecto 4.
- ✓ Proyecto 5.

ZONA DE AMENAZA SISMICA ALTA (12 PISOS)

- ✓ Proyecto 6.
- ✓ Proyecto 7.
- ✓ Proyecto 8.
- ✓ Proyecto 9.

ZONA DE AMENAZA SISMICA BAJA

- ✓ Proyecto 10.
- ✓ Proyecto 11.
- ✓ Proyecto 12.

Tabla 1. Resultados de pesos y cuantías de acero de proyectos realizados en el departamento de Diseño Estructural de Marval S.A

PROYECTO # Pisos Área Construcción	PROYECTO 1		PROYECTO 2		PROYECTO 3		PROYECTO 4		PROYECTO 5		PROYECTO 6		PROYECTO 7		PROYECTO 8		PROYECTO 9		PROYECTO 10		PROYECTO 11		PROYECTO 12			
	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)	PESO (kg)	CUANTIA (kg/m2)		
PLACA	MALLA	19746.60	7.96	13226.10	6.29	14535.50	6.93	13939.90	5.32	14060.00	5.72	51043.10	7.39	53300.90	8.13	73632.80	9.26	46765.80	8.73	50373.80	8.00	58612.70	8.49	23994.80	6.51	
	VIGAS DSC	37683.1	2.13	29246.60	1.68	42033.63	2.00	30893.10	1.68	46417.09	2.70	11334.56	1.56	14803.72	1.07	23377.07	1.66	1749.56	1.51	63923.59	2.00	19292.42	2.15	2531.78	2.07	
	REFUERZO ADICIONAL	191.63	0.08	1164.38	0.55	0.00	0.00	27.73	0.01	911.25	0.37	3869.35	0.54	1388.35	0.88	2001.49	0.25	5797.88	1.02	2597.02	0.48	9188.22	0.46	2511.78	0.63	
	REFUERZO ESCUINAS	1886.00	0.68	480.00	0.02	24.00	0.01	0.00	0.00	180.00	0.07	0.00	0.00	831.30	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ESCALERAS	870.70	0.41	842.30	0.40	842.30	0.40	1345.50	0.53	2076.86	0.85	7296.69	1.06	8257.61	1.20	9390.94	1.18	4128.15	0.72	6204.32	0.99	4373.24	0.63	1506.40	0.38	
	TOTAL	26902.93	10.84	19807.63	9.08	20281.34	9.67	22518.86	8.94	24358.50	9.91	77943.41	10.97	97676.95	12.53	109912.48	13.82	83193.57	14.60	79797.81	12.67	81906.55	11.86	38464.80	9.63	
	MURO	MALLA	15945.20	6.43	9857.80	4.59	10513.80	5.01	13333.80	6.09	11601.60	4.72	41671.20	6.03	61097.60	9.32	71534.80	8.99	42376.20	7.43	44526.80	7.07	54229.80	7.86	23541.40	5.89
		REFUERZO TRANSVERSAL	0.00	0.00	168.24	0.08	186.30	0.09	2804.56	1.03	218.78	0.09	27616.81	4.00	12360.63	1.88	19850.55	2.50	11543.38	2.03	25162.57	4.00	7617.97	1.30	1497.01	0.37
		REFUERZO LONGITUDINAL	0.00	0.00	245.48	0.12	180.60	0.09	448.76	0.18	122.94	0.05	23195.40	3.36	31477.81	4.80	42155.60	5.30	2094.89	3.67	27060.00	4.30	13255.53	1.90	4900.25	1.23
		ARMAZQUE DE MURO	622.71	0.25	557.53	0.27	1206.84	0.58	969.63	0.39	877.38	0.36	2300.38	0.34	5034.32	0.77	5817.30	0.73	3677.30	0.65	4594.27	0.73	2785.06	0.40	1333.97	0.33
REFUERZO DE MURDO		574.95	0.23	538.30	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	784.80	0.11	1793.40	0.27	1854.95	0.21	1161.08	0.20	1403.00	0.22	1003.35	0.35	622.20	0.16	
REFUERZO PLACA		477.50	0.19	614.25	0.29	614.25	0.29	614.25	0.29	716.86	0.29	36.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
REFUERZO MURO MURO		477.50	0.19	614.25	0.29	614.25	0.29	614.25	0.29	716.86	0.29	36.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL		19986.01	7.78	13167.64	6.26	14662.04	6.70	18282.65	7.88	15272.55	5.51	96866.12	14.35	117243.76	17.04	140163.69	17.73	79691.94	13.98	107252.64	16.32	79891.71	11.43	34835.95	8.62	
COLUMNAS		REFUERZO TRANSVERSAL																								
		REFUERZO LONGITUDINAL																								
TOTAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	880.20	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	880.88	1.19	0.00	0.00	0.00	3265.57	0.46	0.00	0.00	
TOTAL	46212.34	18.62	32352.27	15.34	34943.18	16.37	42348.52	16.82	37896.05	15.42	174809.53	25.32	207509.71	29.97	259208.08	31.54	162885.41	29.77	182541.45	28.99	160882.36	23.75	73891.75	18.24		
CIMENTACION	VIGAS DE CIMENTACION	2084.79	0.84	1431.00	0.68			3304.63	1.29	2172.82	0.88			7904.85	1.21											
	REFUERZO CORRIGADO	7744.96	3.12	8867.60	4.22			9805.86	3.89	8605.80	3.50			39689.72	6.04											
	MALLA																									
	REFUERZO ADICIONAL																									
	REFUERZO INFERIOR																									
	VIGAS CIMENTACION																									
	REFUERZO INFERIOR																									
	REFUERZO CORRIGADO																									
	VIGAS DE CIMENTACION																									
	PILOTES																									
TOTAL	9639.75	3.96	10296.60	4.90	5884.96	2.81	13904.49	5.18	10778.62	4.39																
DADOS																										
PILOTES																										
VIGAS DE CIMENTACION																										
TOTAL																										
DADOS																										
PILOTES																										
VIGAS DE CIMENTACION																										
TOTAL																										

FUENTE: Autor.

A partir del análisis de resultados de los valores de cuantías de acero, se establecen indicadores teniendo en cuenta las siguientes características (Tabla 2):

- ✓ Número de pisos.
- ✓ Espesor y luz de placa.
- ✓ Espesor de muros.
- ✓ Zona de amenaza sísmica.

La función de los indicadores establecidos es facilitar la detección de alguna incidencia de los componentes estructurales del proyecto, logrando de esta manera obtener una optimización del diseño realizado.

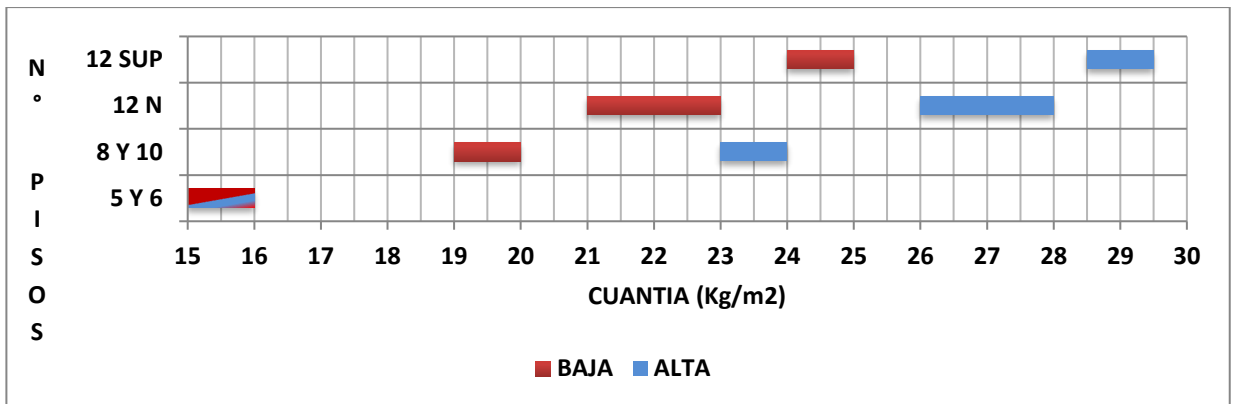
Tabla 2. Indicadores generales de cuantías de acero.

		# Pisos		8 y 10 Pisos		11 y 12 Pisos		12 Pisos		12 Pisos		12 Pisos			
		Espesor y Luz Placa		10 a 15		10 a 12 cm L<3.5m		10 a 12 cm L<4.0m		10 a 15 cm L< 4.5m + Vg Desc		10 a 15 cm L< 5.0m + Vg Desc		10 a 15 cm a L< 5.5m + Vg Desc	
PLACA	MALLA	6.98		7.40		8.00		9.47		9.47		9.47			
	VML	1.6		1.6		2		2		2		2			
	VIGAS DESC	0.35		0.35		0.5		0.7		2		2.5			
	REFUERZO ADICIONAL	0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55			
	REFUERZO ESQUINAS	0.02		0.02		0.02		0.02		0.02		0.02			
	ESCALERAS	0.45		0.6		0.7		0.7		0.7		0.7			
	SUB TOTAL	10.0		10.5		11.8		13.4		14.7		15.2			
		Espesor de Muros		10 a 15		12 a 15		12 a 15		12 a 15		12 a 15			
		Zona de Amenaza		Baja		Alta		Baja		Alta		Baja		Alta	
MURO	MALLA	5	6.3	7	7.5	7	7.5	7	7.5	7	7.5	7	7.5		
	REFUERZO TRANSVERSAL	0.1	0.1	0.7	2.1	1	2.1	1	2.1	1	2.1	1	2.1		
	REFUERZO LONGITUDINAL	0.1	0.1	1.6	4.6	2	4.6	2	4.6	2	4.6	2	4.6		
	ARRANQUE DE MURO	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35		
	REMATE DE MURO	0.25	0.25	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		
	REFUERZO MURO-PLACA	0.67	0.67	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52		
	REFUERZO MURO-MURO	0.25	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
SUB TOTAL	6.67	7.97	10.32	15.22	11.02	15.22	11.02	15.22	11.02	15.22	11.02	15.22			
TOTAL		16.6	17.9	20.8	25.7	22.8	27.0	24.5	28.7	25.8	30.0	26.3	30.5		
LOSA MACIZA		4.2		4.5		N.A		4.8		N.A		5		N.A	
LOSA ALIERADA		N.A		4		5.2		4.4		5.7		5.2		6.8	
PILOTAJE		N.A		8		N.A		6.2		8.1		6.2		8.1	
CIM CORRIDO		2.8		3.2		4.1		3.4		4.4		3.4		4.4	

FUENTE: Autor.

En la figura 14 se expresa gráficamente los rangos de valores de cuantías de acero habituales que deberían tener los futuros diseños de proyectos tipo túnel de acuerdo al número de pisos y la zona de amenaza sísmica, excluyendo la cimentación, puesto que esta tiende a variar dependiendo de otros factores, por ejemplo las condiciones del suelo entre otros.

Figura 14. Rango de cuantías de acero de un proyecto tipo túnel de acuerdo al número de pisos y zona de amenaza sísmica.



FUENTE: Autor.

6.2. CUANTIAS DE CONCRETO

En la tabla 3 se muestra los resultados obtenidos de cuantías de concreto de placas y muros estructurales, adicionalmente la respectiva cimentación de cada proyecto.

Tabla 3. Resultados de cuantías de concreto de proyectos realizados en el departamento de Diseño Estructural.

PROYECTO	PROYECTO 1	PROYECTO 2	PROYECTO 3	PROYECTO 4	PROYECTO 5	PROYECTO 6	PROYECTO 7	PROYECTO 8	PROYECTO 9	PROYECTO 10	PROYECTO 11	PROYECTO 12	
# Pisos.	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	12.00	12.00	12.00	12.00	11.00	11.00	8.00	
Area Construccion	2481.30	2102.96	2097.91	2517.87	2457.22	6904.95	6556.39	7954.83	5699.63	6297.48	6904.68	3995.39	
PLACAS	ESPESOR EQUIVALENTE (m)	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.12	0.11	0.10	0.11	0.10
	VOLUMEN (m3)	252.26	207.99	208.55	226.82	209.48	668.31	637.66	997.17	624.95	629.87	731.93	398.99
	CUANTIA (m3/m2)	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.13	0.11	0.10	0.11	0.10
MUROS	ESPESOR EQUIVALENTE (m)	0.11	0.10	0.10	0.12	0.10	0.16	0.16	0.17	0.17	0.15	0.14	0.12
	VOLUMEN (m3)	315.88	212.26	209.81	255.27	256.13	1032.10	1216.15	1399.03	855.43	921.19	1078.66	497.69
	CUANTIA (m3/m2)	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.19	0.18	0.15	0.15	0.16	0.13
TOTAL (m3/m2)	0.23	0.20	0.20	0.19	0.19	0.25	0.28	0.30	0.26	0.25	0.26	0.23	
PLACA MACIZA CIM. CORRIDO	VOLUMEN (m3)	150.25	131.58	58.71	135.59	144.54		317.86		292.16			
PLACA ALIGERADA PILOTES	VOLUMEN (m3)						272.43		338.83	249.56	285.72	330.03	
CIMENTACION	CUANTIA (m3/m2)	0.06	0.06	0.03	0.05	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.08	
TOTAL (m3/m2)	0.29	0.26	0.23	0.25	0.25	0.29	0.33	0.34	0.30	0.29	0.30	0.31	

FUENTE: Autor.

En el análisis de resultados de los valores de cuantías de concreto, se establecen indicadores que tienden a variar de acuerdo al número de pisos, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Indicadores generales de cuantías de concreto en placas y muros estructurales.

<i># Pisos</i>	5 y 6 Pisos	8 y 10 Pisos	11 y 12 Pisos
PLACA (m3/m2)	0.10	0.10	0.10
MURO (m3/m2)	0.10	0.13	0.16
TOTAL (m3/m2)	0.20	0.23	0.26

FUENTE: Autor.

En este caso, los valores de cuantía de concreto de la cimentación son analizados independientemente, puesto que estos varían de acuerdo al tipo de cimentación requerida por las condiciones del proyecto.

Tabla 5. Indicadores generales de cuantías de concreto en cimentaciones.

CIMENTACIONES [m3/m2]	
CIMIENTO CORRIDO	0.03
PLACA ALIGERADA	0.04
PLACA MACIZA	0.05 - 0.06
PILOTES	0.08

FUENTE: Autor.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El indicador de cuantía nos permite evaluar y comparar entre diferentes propuestas de diseño estructural, cual presenta la mayor optimización desde el punto de vista de costos.

Para poder realizar la comparación de cuantías entre proyectos se debe tener en cuenta características similares, tales como la distribución arquitectónica, número de pisos, zonas de amenaza sísmica y el sistema estructural.

La herramienta desarrollada en Excel permite evaluar de manera rápida la cuantía de refuerzo de un proyecto para compararlo contra un estándar de proyectos similares.

Cuando un valor de cuantía está por fuera del rango de los indicadores generales, sugiere que se debe realizar una revisión de la información, procedimiento o diseño.

De acuerdo a los resultados obtenidos el rango de cuantía de un proyecto tipo túnel varía con el número de pisos y a la zona de amenaza sísmica, es decir, estos serán mayores para una zona de amenaza sísmica alta, sin embargo los edificios entre 5 y 6 pisos no son afectados por su ubicación.

8. APORTE AL CONOCIMIENTO

8.1 CUANTIA DEL REFUERZO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El diseñador estructural es el encargado de definir las dimensiones finales de los elementos estructurales, mediante el estudio de cargas y esfuerzos que llegan a dichos elementos, aplicando sus conocimientos y los requerimientos estipulados por las normas de construcción existentes. Esto es resumido en los correspondientes planos de despieces donde se muestra las respectivas barras que deben utilizarse en cada elemento y su respectiva colocación y ubicación.

Para nuestro caso se evalúa la cuantía de la cantidad de acero que se usa por metro cuadrado de área construida de un proyecto [kg/m²]. Este valor de cuantía nos permite evaluar y comparar entre diferentes propuestas de diseño, cual es la más óptima.

8.2 PERIODOS DE VIBRACION DE LAS EDIFICACIONES

Cuando se produce un sismo la respuesta dinámica de una edificación depende de la relación entre el periodo de vibración de las ondas sísmicas y su propio periodo de vibración.

Cada edificación presenta un periodo de vibración diferente.

En el caso en que ambos periodos igualen sus valores y su relación se acerque a la unidad, la edificación entra en resonancia, provocando el aumento significativo de las deformaciones y aceleraciones de la edificación y por siguiente los esfuerzos en sus elementos estructurales.

8.3 EFECTO DEL TIPO DE SUELO EN EL PERIODO DE VIBRACION DE LAS

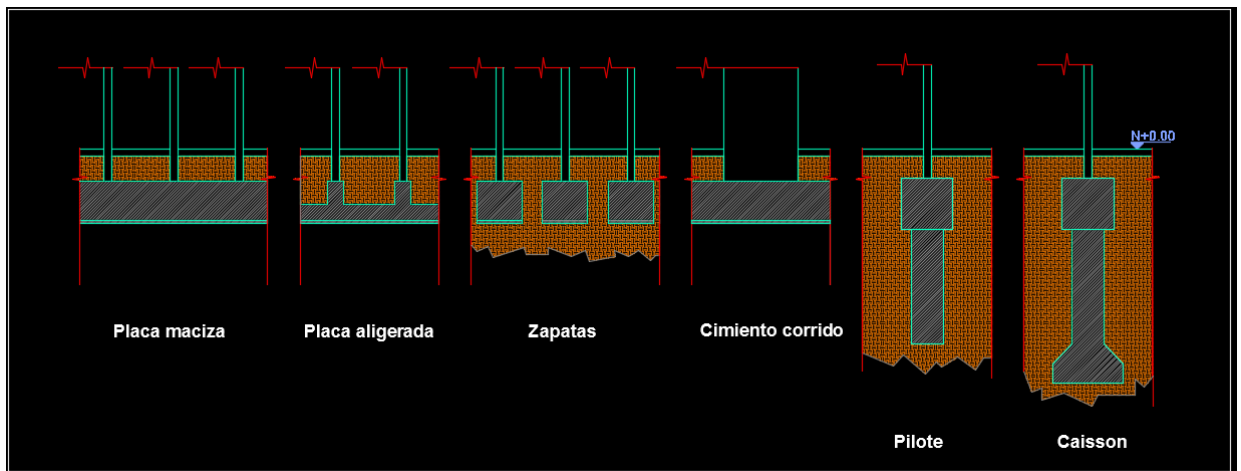
EDIFICACIONES

El valor del período fundamental de vibración de las edificaciones varía con tipo de suelo en que se apoya, puesto que un edificio cimentado sobre roca o suelo duro se comportará como un voladizo perfectamente empotrado en la base y tendrá su menor período de vibración, pero cuando el suelo es blando se deforma con las vibraciones, el conjunto suelo-edificio se torna más flexible y el período se incrementa al comportarse como parcialmente empotrado debido a la deformación del empotramiento. Domínguez Caicedo, M. (2014).

8.4 CIMENTACIONES

En la figura 15 se muestra los tipos de cimentación aprendidos durante el periodo de práctica.

Figura 15. Tipos de cimentación



. FUENTE: Autor.

Las cimentaciones de pueden clasificar por su profundidad:

- EN SUPERFICIALES

▪ Placa maciza

Cuando la superficie total de las zapatas, o de las losas lineales, supera el 50% de la superficie total del edificio, suele ser más económico disponer una losa continua, a la que se denomina placa de cimentación.

La ventaja adicional de las placas es que reparten más uniformemente las cargas sobre el terreno, y como se trata de un único elemento para todo el edificio, se reducen los asientos diferenciales. Por ello, las placas son especialmente indicadas para el caso de terrenos heterogéneos y poco resistentes.

▪ Placa aligerada

Este tipo se caracteriza por disminuir el volumen del concreto, puesto que solo se utiliza un espesor determinado en las secciones críticas definidas por el diseño, el restante de secciones se disminuye su espesor hasta donde permita el esfuerzo cortante del diseño.

▪ Zapatas Aislada

En este caso recae una sola columna, por lo tanto son utilizadas para distribuir al terreno las cargas concentradas, transmitidas para cada una de las columnas.

▪ Cimiento Corrido

Está constituido por un apoyo continuo. En este caso recibe cargas lineales, por lo general a través de un muro.

- EN PROFUNDAS

Cuando la cimentación no puede realizarse superficialmente, entonces se recurre a una cimentación profunda, que es aquella que se asienta a más de 6 u 8 metros, donde no llega una retroexcavadora.

- Pilote

El pilote o sistema por pilotaje, es una cimentación de tipo puntual, que se hinca en el terreno buscando siempre el estrato resistente capaz de soportar las cargas transmitidas.

- Caisson

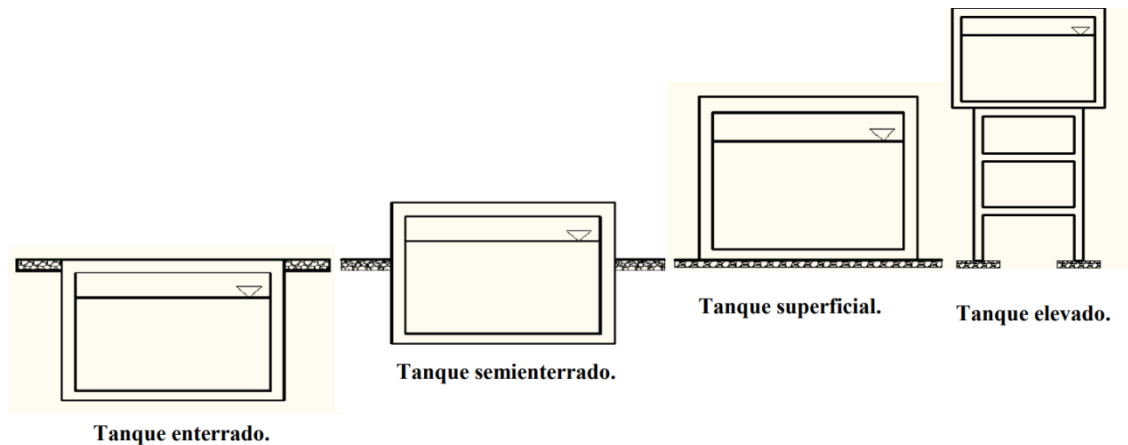
Son utilizados para la cimentación de grandes obras, puesto que se construyen cuando van a soportar mucho peso o cuando el terreno donde se va a construir tiene poca capacidad portante, estos pueden llegar a profundidades hasta de 25 metros.

Los caissons son muy similares con los pilotes, la diferencia está en que los caissons son de mayor diámetro.

8.5 TANQUES Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA AMBIENTAL DE CONCRETO

Los tanques son estructuras cuya función principal es almacenar algún líquido. De acuerdo con su posición en el terreno, los tanques pueden clasificarse como enterrados, semienterrados, superficiales y elevados (figura 16).

Figura 16. Tipos de tanques.



FUENTE: Onofre Ledesma, 2014.

Los tanques enterrados se construyen totalmente bajo la superficie del terreno. Se emplean cuando el terreno de desplante es adecuado para el funcionamiento hidráulico de la red de distribución y cuando es necesario excavar hasta encontrar un estrato de soporte más resistente.

Tienen la ventaja de conservar el agua a resguardo de las grandes variaciones de temperatura; no alteran el paisaje y sus cubiertas pueden utilizarse para las más diversas funciones, tales como: áreas verdes, canchas de juego e incluso como helipuertos.

Sus inconvenientes son el tener que efectuar excavaciones costosas, la dificultad de observar y mantener las instalaciones de conexión del abastecimiento y la red de distribución, así como, la dificultad para descubrir las posibles filtraciones y fugas del líquido.

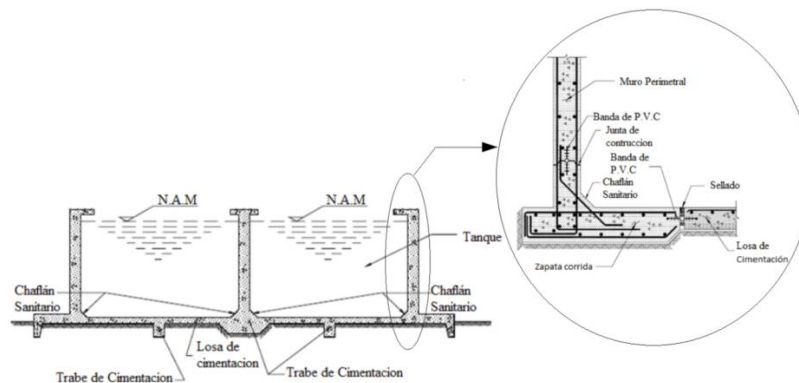
Gran parte de los tanques de almacenamiento de agua se construyen de concreto

reforzado, de hecho es el material de construcción que más se utiliza en el mundo para este tipo de estructuras.

Los tanques se componen de diversos elementos, como son:

- Muros que soportan los empujes de agua y de tierra; así como las fuerzas provocadas por el sismo y el viento.
- Cimentaciones que pueden consistir de zapatas corridas bajo los muros o una losa que ejerza una función estructural y que al mismo tiempo, constituya el piso o fondo de los tanques.
- Pisos o fondos de los tanques, los cuales pueden ser una losa estructural o una membrana impermeable de concreto sin función estructural.
- Cubiertas o tapas de los tanques.
- Accesorios tales como: escaleras, tuberías, válvulas, etc.

Figura 17. Estructuración de un tanque.



FUENTE: Onofre Ledesma, 2014.

8.6 JUNTAS EN LOS TANQUES DE CONCRETO REFORZADO

Las juntas en el concreto de los tanques son discontinuidades en la construcción de un muro, una losa o una cubierta. Estas asumen la liberación de esfuerzos ocasionados por los cambios de temperatura, esfuerzos que son una consecuencia de la contracción o de la dilatación que experimenta la estructura.

Habitualmente, el concreto experimenta pequeños cambios en sus dimensiones, como consecuencia de su exposición al ambiente o a causa de las cargas que se le imponen a la estructura. Además se suelen presentar cambios de volumen en el concreto, que generalmente son provocados por la contracción o la expansión, como respuesta al flujo plástico (la fluencia), a los cambios de temperatura o a causa del contenido de humedad. Como resultado de estos cambios, el concreto experimenta movimientos en los extremos de los elementos estructurales, que pueden ser permanentes o temporales.

Si los movimientos de contracción se restringen excesivamente, se presentará el agrietamiento en el elemento estructural. La restricción del movimiento de expansión puede tener por resultado la distorsión y el agrietamiento del elemento o la trituración de sus extremos, así como la transmisión de fuerzas no previstas a los apoyos de la estructura.

Una manera de reducir al mínimo estos efectos perjudiciales al funcionamiento de la estructura, es la de dotarla de juntas, en las cuales se asimilen los movimientos que experimenta dicha estructura.

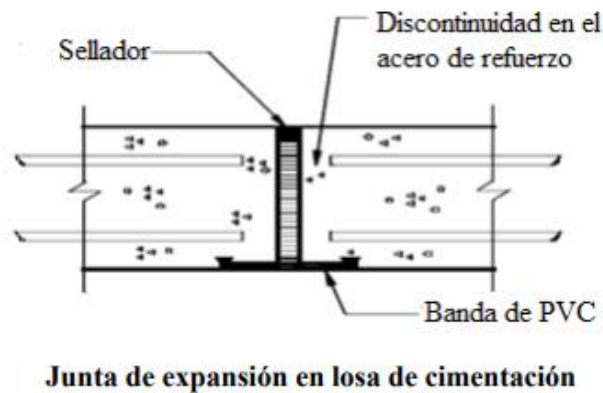
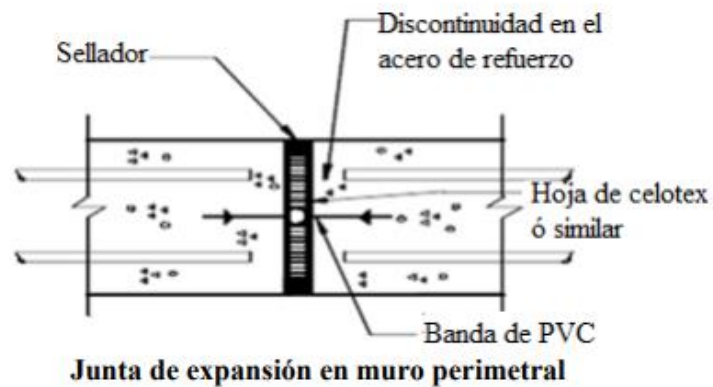
Sea cual fuere su objeto y características, en los tanques para el almacenamiento de líquidos, las juntas en el concreto deberán sellarse mediante bandas de polivinilo, hule, metal o cualquier material que impida las filtraciones del líquido.

- Juntas para compensar movimientos

- Juntas de expansión o de dilatación

Tienen por objeto que, durante los periodos de construcción y de servicio, puedan tener lugar, tanto la expansión, como la contracción del concreto en la estructura, permitiendo cambios en las dimensiones en el concreto debidos a los cambios de la temperatura que habrá de experimentar la estructura. En este tipo de junta existirá una completa discontinuidad tanto en el concreto como en el refuerzo.

Figura 18. Juntas de expansión



FUENTE: Onofre Ledesma, 2014.

- Juntas de contracción

Como su nombre lo señala, tienen por objeto absorber los movimientos que provocan la contracción entre dos secciones del concreto.

Figura 19. Juntas de contracción.

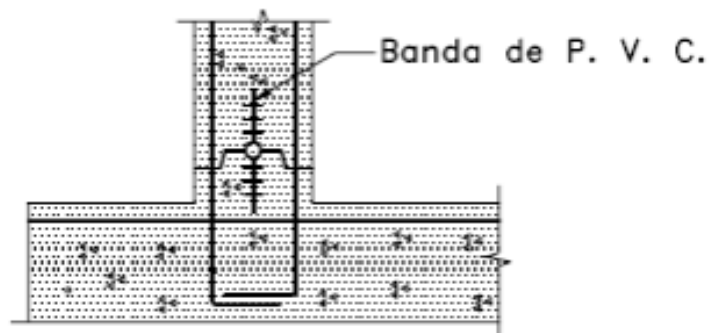


FUENTE: Onofre Ledesma, 2014.

- Juntas de construcción

Son las juntas que se forman como parte del proceso constructivo ya que los elementos no son colados monólicamente.

Figura 20. Juntas de construcción.



FUENTE: Onofre Ledesma, 2014.

9. BIBLIOGRAFÍA

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Título A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SÍSMICO RESISTENTE NSR-10*. Bogotá D.C: Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.

Domínguez Caicedo, M. (2014). Períodos de vibración de las edificaciones. Revista de Arquitectura e Ingeniería. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193932724001>

Harmsen, T.E. (2005). Muros. *Diseño de Estructura de Concreto Armado* (pp. 301-303). Perú: Fondo Editorial PUCP.

Muñoz M, H.E. (2012) *Manual del Acero Gerdau Diaco para Construcciones Sismo Resistente*. (3ra ed.).

Onofre Ledesma, E.U. (2014). *Procedimiento constructivo de tanques rectos en la planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco* (Tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez Medina, E. (2007). Cimentaciones Superficiales. *Construcción de Estructuras de Hormigón Armado: Edificación*. (pp.167). Madrid: Delta Publicaciones.

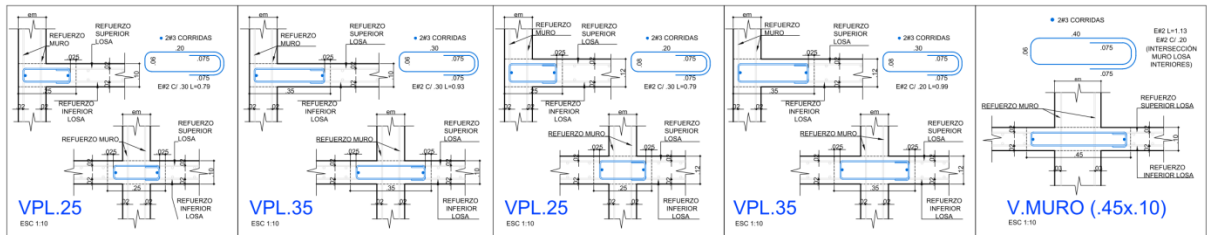
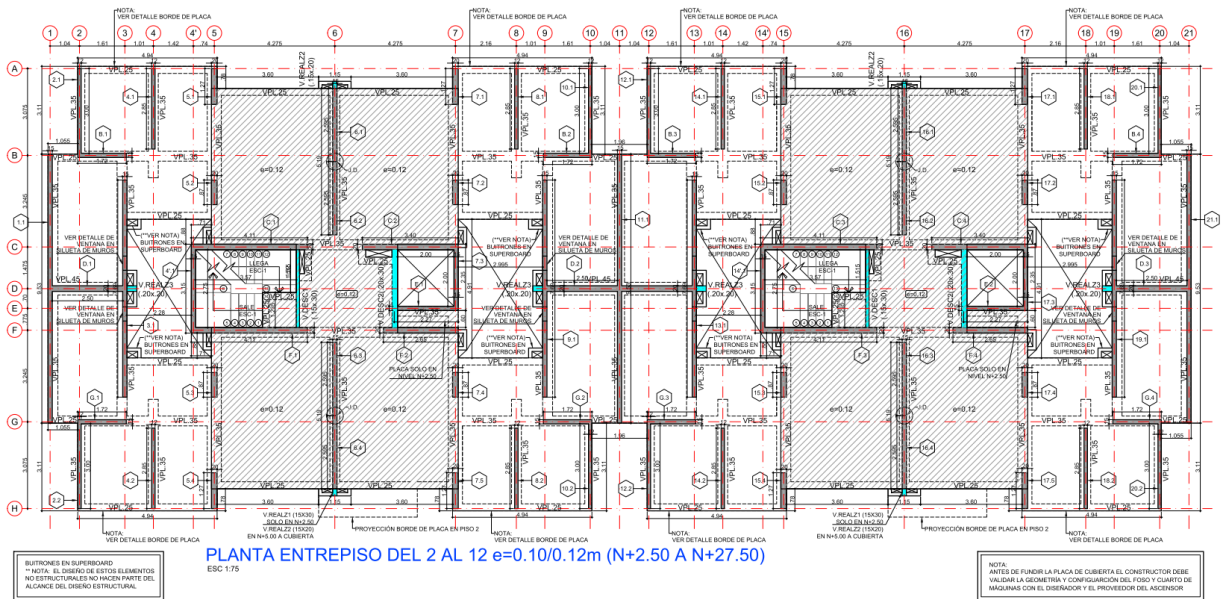
Riddell, R. & Hidalgo, P. (2002). *Diseño Estructural*. (pp. 15). (5ta ed.).

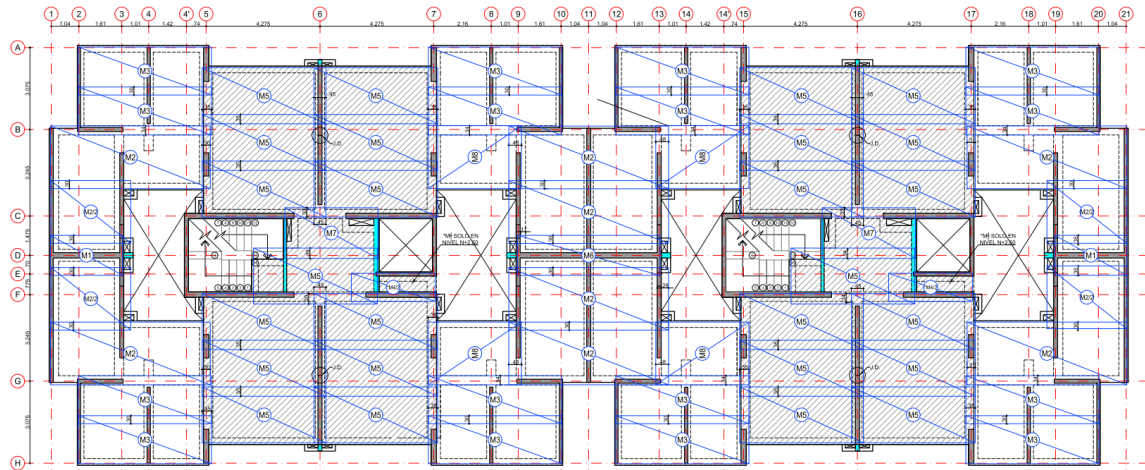
ANEXOS

Anexo A. Procedimiento para obtener las cuantías de refuerzo del proyecto 6

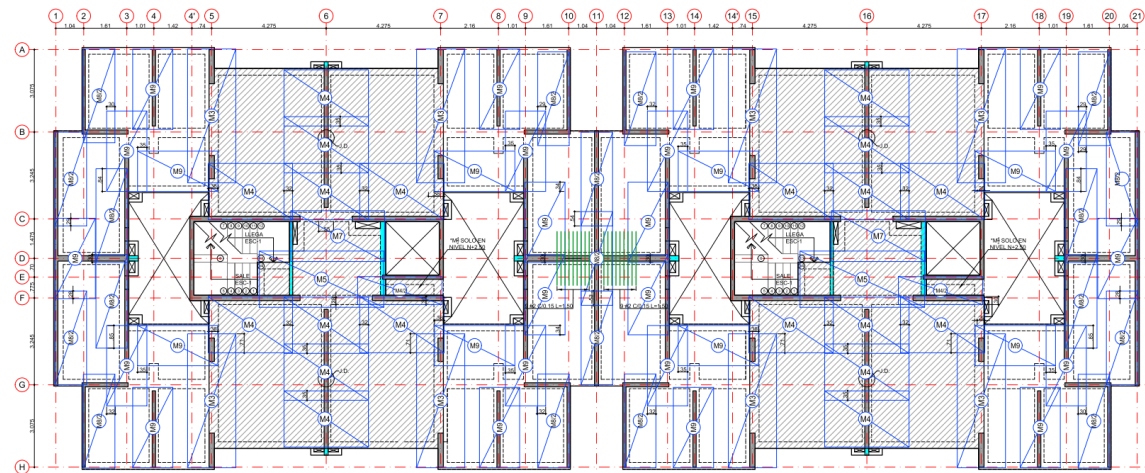
- Información de planos.

PLACA (TIPO N+5.00 A N+27.50)

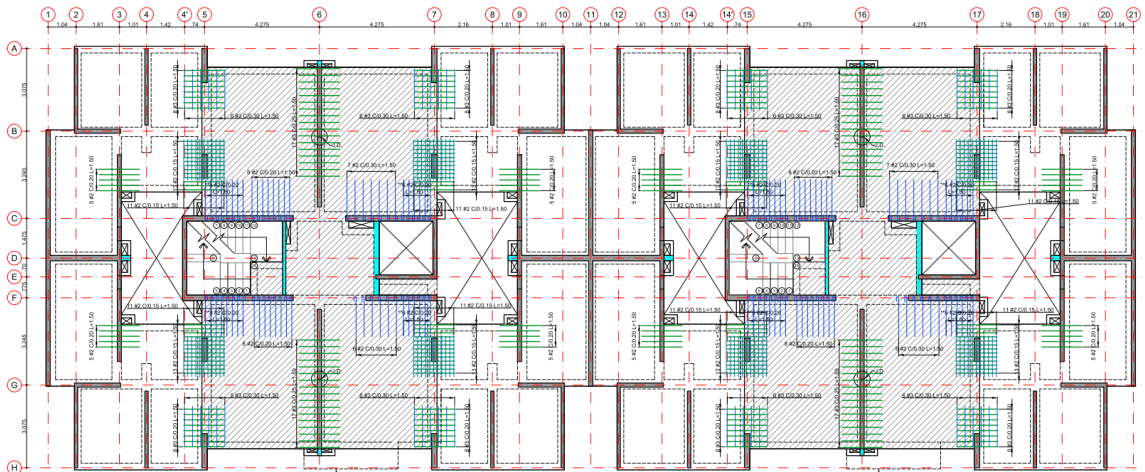




MALLA Y REFUERZO INFERIOR PLANTA ENTREPISO (N+2.50 A CUBIERTA)
ESC 1:75



MALLAS Y REFUERZO SUPERIOR PLANTA ENTREPISO (N+2.50 A N+27.50)
ESC 1:75



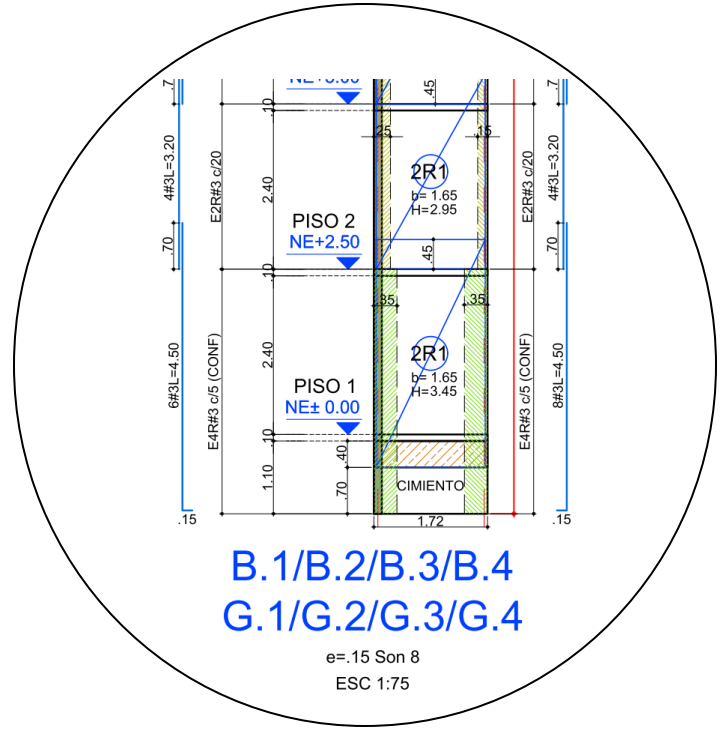
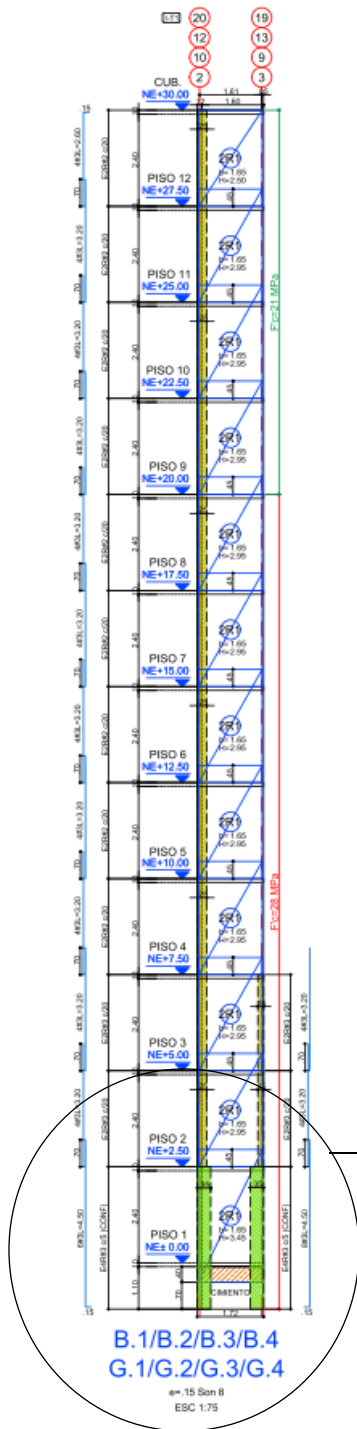
REFUERZO ADICIONAL PLANTA ENTREPISO (N+2.50 A CUBIERTA)
ESC 1:75

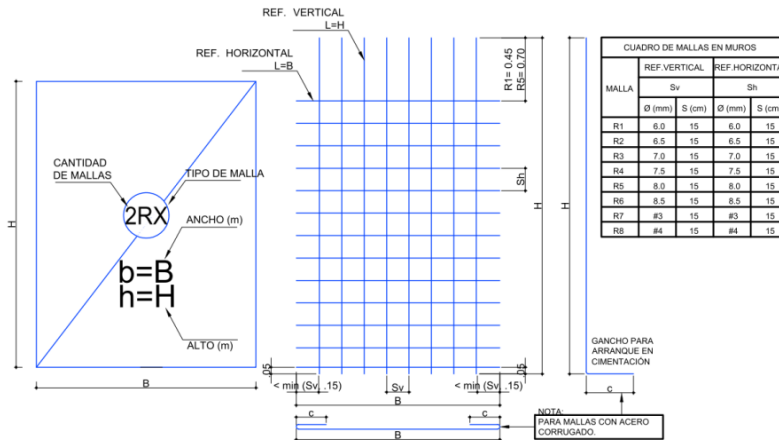
** NOTA
REFUERZO ADICIONAL SOLO EN
CUBIERTA

PROYECCIÓN BORDE DE PLACA EN PISO 2

PROYECCIÓN BORDE DE PLACA EN PISO 2

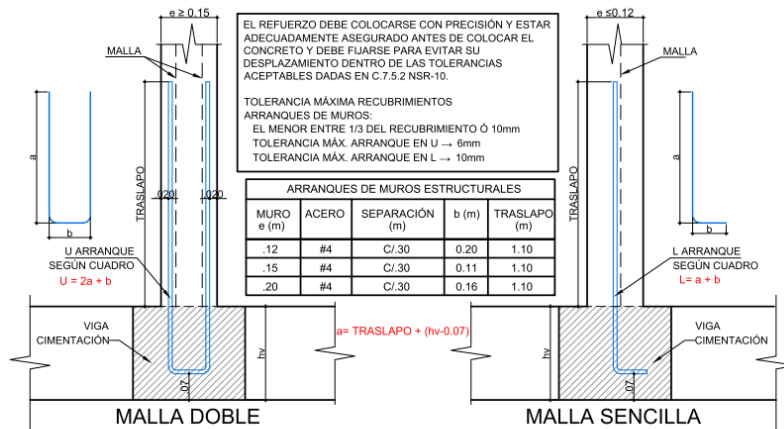
MURO (PANTALLAS: B.1/ B.2/ B.3/ B.4/ G.1/ G.2/ G.3/ G.4)





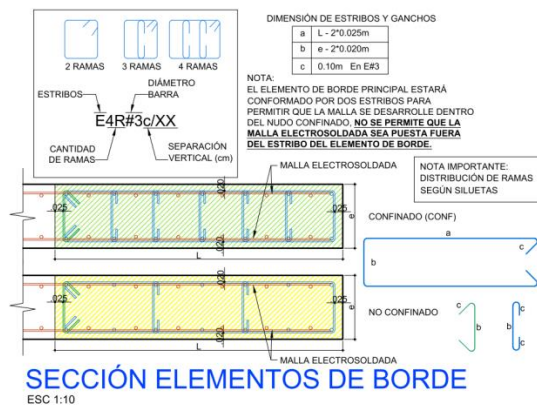
MALLAS EN MUROS ESTRUCTURALES

ESC 1:25



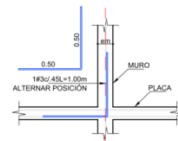
ARRANQUE DE MUROS ESTRUCTURALES

ESC 1:10



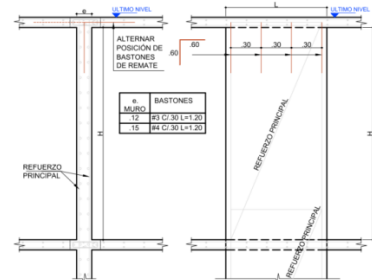
SECCIÓN ELEMENTOS DE BORDE

ESC 1:10



INTERSECCIÓN MURO-PLACA

ESC 1:20

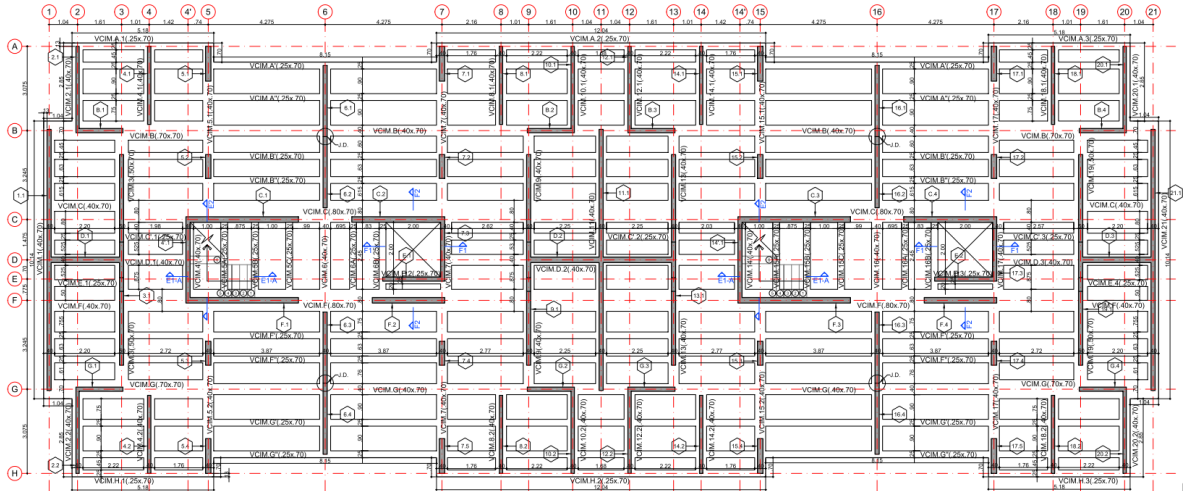


VISTA LATERAL REFUERZO ADICIONAL EN MUROS EN ULTIMO NIVEL

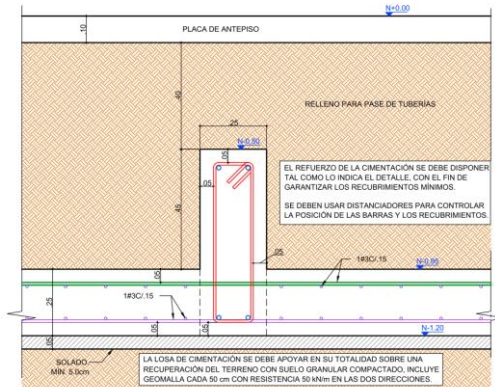
ESC 1:25

PLACA ALIGERADA Y VIGAS DE CIMENTACION

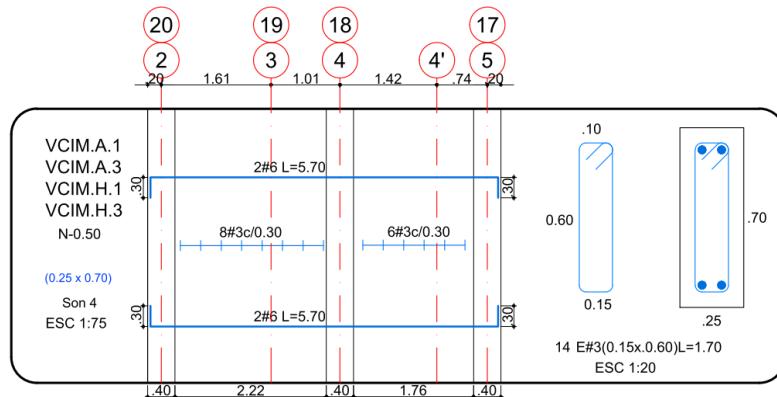
(VCIM.A.1/ VCIM.A.3/ VCIM.H.1/ VCIM.H.3)



PLANTA CIMENTACIÓN N-0.50 (PLACA ALIGERADA H=0.70)
ESC 1:75



REFUERZO EN LOSA DE CIMENTACIÓN H=.70 m
ESC 1:10



MUROS ESTRUCTURALES																					
MALLA	HORIZ (B)		VERTIC (H)		OBSERV.	ESTRIBOS DE ELEM. DE BORDE E INTERSEC	CONF.	ARRANQUE					REMATE MURO			UNION MURO PLACA					
	D	S	D	S				# MURO	#	S	D	TRABAJO	# MURO	#	S	L	#	S	L		
R1	6.0	0.15	6.0	0.15		E4R#3c/0.05	CONF														
R2	6.5	0.15	6.5	0.15		E2R#3c/0.20															
R3	7.0	0.15	7.0	0.15		E2R#2c/0.20															
R4	7.5	0.15	7.5	0.15		E5R#3c/0.065	CONF														
R5	8.0	0.15	8.0	0.15		E4R#3c/0.065															
R6	8.5	0.15	8.5	0.15		E3R#3c/0.20															
R7	9.5	0.15	9.5	0.16	COVRUGADO	E3R#3c/0.05	CONF														
R8	12.7	0.15	12.7	0.15	COVRUGADO	E2R#3c/0.05	CONF														
						E11R#3c/0.05	CONF														
						E10R#3c/0.05	CONF														
						E9R#3c/0.05	CONF														
						E8R#3c/0.05	CONF														
						E7R#3c/0.05	CONF														
						E6R#3c/0.05	CONF														
						E5R#3c/0.05	CONF														

MUROS ESTRUCTURALES																					
					PANTALLA B.1/B.2/B.3/B.4/B.5/B.6.1/B.6.2/B.6.3/B.5.4 CANTIDAD B ESPESOR 0.15 LONGITUD 1.72 Hv 0.70																
PISO N°	H Piso	# PLACA	MALLAS				Ref. Transversal						Ref. Longitudinal								
			Cant	TIPO	DIMENSION		IZQUIERDO		CENTRO		DERECHO		IZQUIERDO		CENTRO		DERECHO				
					B	H	L	DESIGNACION	L	DESIGNACION	L	DESIGNACION	Cant	#	Long	Cant	#	Long	Cant	#	Long
1	3.7	0.1	2	R1	1.65	3.45	0.35	E4R#3c/0.05	CONF			0.35	E4R#3c/0.05	6	3	4.5			8	3	4.5
2	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2				0.15	E2R#3c/0.2	4	3	3.2			4	3	3.2
3	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2				0.15	E2R#3c/0.2	4	3	3.2			4	3	3.2
4	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	3.2					
5	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	3.2					
6	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	3.2					
7	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	3.2					
8	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	3.2					
9	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	3.2					
10	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	3.2					
11	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.95	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	3.2					
12	2.5	0.1	2	R1	1.65	2.50	0.25	E2R#3c/0.2						4	3	2.6					

MURO (PANTALLAS: B.1/ B.2/ B.3/ B.4/ G.1/ G.2/ G.3/ G.4)

PISO N°	Hpiso	e Placa
1	3.7	0.1
2	2.5	0.1
3	2.5	0.1
4	2.5	0.1
5	2.5	0.1
6	2.5	0.1
7	2.5	0.1
8	2.5	0.1
9	2.5	0.1
10	2.5	0.1
11	2.5	0.1
12	2.5	0.1
CUB	2.5	0.1
C.MAQ	2.5	0.1

CANTIDAD DE MALLAS
TIPO DE MALLA
b=B ANCHO
H=H ALTO
B

MALLA	Horizontal (B)		Vertical (H)		OBSERVACION
	Diametro (mm)	Separacion (Sv) (m)	Diametro (mm)	Separacion (Sh) (m)	
R1	6.0	0.15	6.0	0.15	
R2	6.5	0.15	6.5	0.15	
R3	7.0	0.15	7.0	0.15	
R4	7.5	0.15	7.5	0.15	
R5	8.0	0.15	8.0	0.15	
R6	8.5	0.15	8.5	0.15	
R7	9.5	0.15	9.5	0.15	CORRUGADO
R8	12.7	0.15	12.7	0.15	CORRUGADO

ESTRIBOS DE ELEMENTOS DE BORDE E INTERSECCIONES

ESTRIBOS
DIAMETRO BARRA
SEPARACION VERTICAL (cm)
E4R#3c/XX

NOMBRE ESTRIBO	RAMALES	DIAMETRO # (octavos)	SEPARACION (m)	CONFINAMIENTO
E4R#3c/0.05CONF	4	3	0.05	CONF
E2R#3c/0.2	2	3	0.20	
E2R#2c/0.2	2	2	0.20	
ESR#3c/0.065CONF	5	3	0.065	CONF
E4R#3c/0.065CONF	4	3	0.065	CONF
E3R#3c/0.2	3	3	0.20	
E3R#3c/0.05CONF	3	3	0.05	CONF
E2R#3c/0.05CONF	2	3	0.05	CONF
E11R#3c/0.05CONF	11	3	0.05	CONF
E10R#3c/0.05CONF	10	3	0.05	CONF
E8R#3c/0.05CONF	8	3	0.05	CONF
ESR#3c/0.05CONF	9	3	0.05	CONF
E7R#3c/0.05CONF	7	3	0.05	CONF
E6R#3c/0.05CONF	6	3	0.05	CONF
ESR#3c/0.05CONF	5	3	0.05	CONF
E13R#3c/0.05CONF	13	3	0.05	CONF
E#3c/0.05CONF	2	3	0.05	CONF

ARRANQUE DE MUROS

MALLA DOBLE

MALLA SENCILLA

Muro e(m)	ACERO	SEPARACION	b(m)	TRASLAPLO (m)
0.12	4	0.3	0.2	1.1
0.15	4	0.3	0.11	1.1
0.20	4	0.3	0.16	1.1

REMATE MURO

VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

Muro e(m)	ACERO	SEPARACION	L(m)
0.12	3	0.3	1.20
0.15	4	0.3	1.20
0.20	4	0.3	1.20

UNION MURO - PLACA

MURO
PLACA

ACERO	SEPARACION	LONG
3	0.45	1.00

EVALUACION PESO DE MALLAS EN MUROS ESTRUCTURALES																						
PANTALLA	CANTIDAD PANTALLA	e	Long Muro	hv	PISO	Hipso	e Placa	GEOMETRIA 1														
								CANT.	TIPO	DIMENSION		No Barras por malla		Horizontal (B)		Vertical (H)		Longitud de pelos			Peso Nominal	Peso Geomet. 1
										Horizontal (B)	Vertical (H)	Horizontal	Vertical	Diametro	Separacion (Sv)	Diametro	Separacion (Sv)	Horiz	Vertical Inferior	Vertical Superior (Traslapo)		
(und)	(m)	(m)	Horizontal	Vertical	(mm)	(m)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Kg	Kg							
B.1/	8	0.15	1.72	0.70				1	R1	1.65	3.45	20	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	15.8	31.6
2								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
3								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
4								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
5								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
6								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
7								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
8								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
9								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
10								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
11								R1	1.65	2.95	16	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	13.1	26.2	
12								R1	1.65	2.5	13	11	6	0.15	6	0.15	0.075	0.075	0.6	10.9	21.8	

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN MUROS ESTRUCTURALES																									
PANTALLA	CANTIDAD PANTALLA	e	Long Muro	hv	PISO	Hipso	e Placa	REFUERZO TRANSVERSAL																	
								IZQUIERDO						DERECHO											
								ESTRIBOS			GANCHOS			ESTRIBOS			GANCHOS								
								L	DESIGNACION	CANT.	Dimensione	Peso	CANT.	Diametro	Dimensione	Peso	L	DESIGNACION	CANT.	Dimensione	Peso	CANT.	Diametro	Dimensione	Peso
(m)		(und)	L(m)	Kg	(und)	#(octavos)	L(m)	Kg	(m)		(und)	L(m)	Kg	(und)	#(octavos)	L(m)	Kg								
B.1/	8	0.15	1.72	0.70				1	4R#3c/0.05CON	73	1.02	41.88	146	3	0.31	25.46	0.35	4R#3c/0.05CON	73	1.02	41.88375	146	3	0.31	25.45875
2								E2R#3c/0.2	13	0.82	6.00	0	3	0.31	0.00	0.15	E2R#3c/0.2	13	0.62	4.53375	0	3	0.31	0	
3								E2R#3c/0.2	13	0.82	6.00	0	3	0.31	0.00	0.15	E2R#3c/0.2	13	0.62	4.53375	0	3	0.31	0	
4								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										
5								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										
6								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										
7								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										
8								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										
9								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										
10								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										
11								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										
12								E2R#2c/0.2	13	0.77	2.50	0	2	0.26	0.00										

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN MUROS ESTRUCTURALES																										
PANTALLA	CANTIDAD PANTALLA	e	Long Muro	hv	PISO	Hipso	e Placa	REFUERZO LONGITUDINAL																		
								IZQUIERDO				DERECHO				ARRANQUE DE MURO		REMATE MURO		REFUERZO MURO-PLACA						
								CANT.	Diametro	Longitud	Peso	CANT.	Diametro	Longitud	Peso	TIPO	DIMENSIONE	CANT.	Peso Total Arranque de Muro	Diametro	CANT.	Peso Total Arranque de Muro	UNION			
								(und)	#(octavos)	(m)	Kg	(und)	#(octavos)	(m)	Kg		L(m)	(und)	Kg	#(octavos)	(und)	Kg	#(octavos)	Separacion (m)	L (m)	CANT. (und)
B.1/	8	0.15	1.72	0.70				1	6	3	4.5	15.19	8	3	4.5	20.25					3	0.45	1	5	2.81	
2								4	3	3.2	7.20	4	3	3.2	7.2							3	0.45	1	5	2.81
3								4	3	3.2	7.20	4	3	3.2	7.2							3	0.45	1	5	2.81
4								4	3	3.2	7.20											3	0.45	1	5	2.81
5								4	3	3.2	7.20											3	0.45	1	5	2.81
6								4	3	3.2	7.20											3	0.45	1	5	2.81
7								4	3	3.2	7.20											3	0.45	1	5	2.81
8								4	3	3.2	7.20											3	0.45	1	5	2.81
9								4	3	3.2	7.20											3	0.45	1	5	2.81
10								4	3	3.2	7.20											3	0.45	1	5	2.81
11								4	3	3.2	7.20											3	0.45	1	5	2.81
12								4	3	2.6	5.85											3	0.45	1	5	2.81

PLACA ALIGERADA Y VIGAS DE CIMENTACION

(VCIM.A.1/ VCIM.A.3/ VCIM.H.1/ VCIM.H.3)

LOSETA DE CIMENTACION								
DIRECCION 1			DIRECCION 2			Anchura de p (m)	Peso Kg/m2	Peso Total Kg
Diametro # (octavos)	Separacion (m)	Long(L1) (m)	Diametro # (octavos)	Separacion (m)	Long(L2) (m)			
3	0.15	1.00	3	0.15	1.00	0.075	7.88	9627.65

Recubrimiento	0.05
---------------	------

EVALUACION DE PESO DE REFUERZO CORRUGADO EN VIGAS DE CIMENTACION																	
NOMBRE	NIVEL	CANT. (und)	DIMENSIONES		REFUERZO TRANSVERSAL						REFUERZO LONGITUDINAL						
					ESTRIBOS			GANCHOS			Peso Transvers Kg	CANT. (und)	Diametro # (octavos)	Longitud (m)	Peso Longitudina Kg		
			Ancho (m)	Alto (m)	CANT. (und)	Diametro # (octavos)	ension L(m)	Peso Estribos Kg	CANT. (und)	Diametro # (octavos)						ension L(m)	
VCIM.A.1/ VCIM.A.3/ VIM.H.1/ VCIM.H.3	N-0.50	4	0.25	0.70	14	3	1.70	13.39				13.39	2	6	5.70	25.65	
								0.00					2	6	5.70	25.65	
										0.00							
										0.00							
										0.00							
										0.00							
										0.00							
										0.00							
TOTAL							13.39				53.55				205.20		

- Evaluación del resultado final de cuantía de los componentes

# Pisos.	14.00
Area Construccion	6904.95

PLANOS

		PESO (Kg)	CUANTIA (Kg/m2)
PLACA	MALLA	51043.10	7.39
	VML	11190.56	1.62
	VIGAS DESC	2513.71	0.36
	REFUERZO ADICIONAL	3699.35	0.54
	REFUERZO ESQUINAS	0.00	0.00
	ESCALERAS	7296.69	1.06
	TOTAL	75743.41	10.97
MURO	MALLA	41671.20	6.03
	REFUERZO TRANSVERSAL	27616.81	4.00
	REFUERZO LONGITUDINAL	23195.40	3.36
	ARRANQUE DE MURO	2330.38	0.34
	REMATE DE MURO	784.80	0.11
	REFUERZO MURO-PLACA	3467.53	0.50
	REFUERZO MURO-MURO	0.00	0.00
TOTAL	99066.12	14.35	
CIMENTACION PLACA ALIGERADA	LOSA CIMENTACION	9627.65	1.39
	VIGAS DE CIMENTACION	27985.37	4.05
	TOTAL	37613.02	5.45