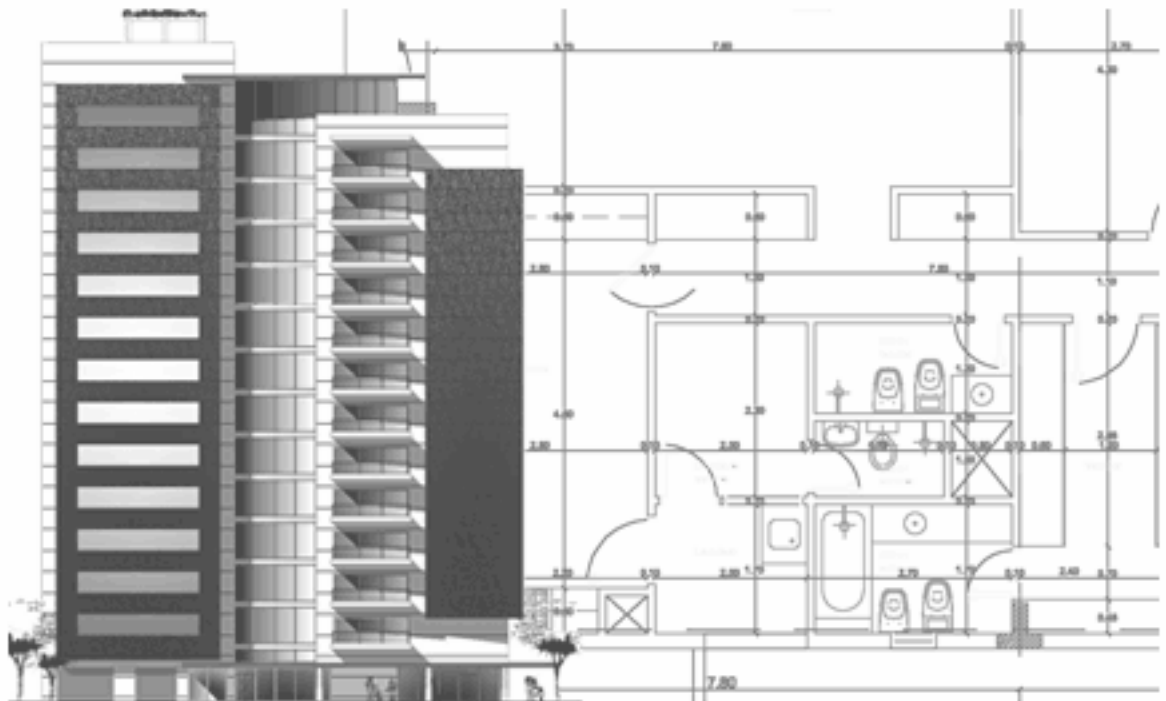


“APUNTES GENERALES DE CUBICACIÓN”

Universidad de Santiago de Chile



“Apuntes Generales de Cubicación”

Aplicado a: EDIFICACIÓN I

Autor: Carlos Pulgar R.



Introducción.

Este apunte nace por la necesidad de material de estudio relacionado con el tema de cubicación, en el que se detallen los distintos criterios aplicables y las distintas variables existentes sobre el método indicado en la normativa correspondiente.

Para fines de resolución matemática, todos los cálculos se ajustarán a las recomendaciones que ofrece la normativa vigente: NCh 353 Of.2000. "Construcción – Cubicación de obras de edificación - Requisitos", de ahora en adelante referida como La Norma, NCh 353 o simplemente normativa vigente.

NORMA CHILENA OFICIAL

***NCh* 353.Of2000**

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

**Construcción – Cubicación de obras de edificación -
Requisitos**

Construction – Measuring in building - Requirements

En el presente texto se abordarán temas de cubicación de:

- Obra gruesa.
- Tabiquería.
- Terminaciones.
- Moldajes.
- Entre Otros.

Para ello se entregarán ejercicios resueltos que quedarán a disposición del estudiante con el fin de que pueda poner en práctica los conocimientos adquiridos en el texto y con la base entregada en cátedra.

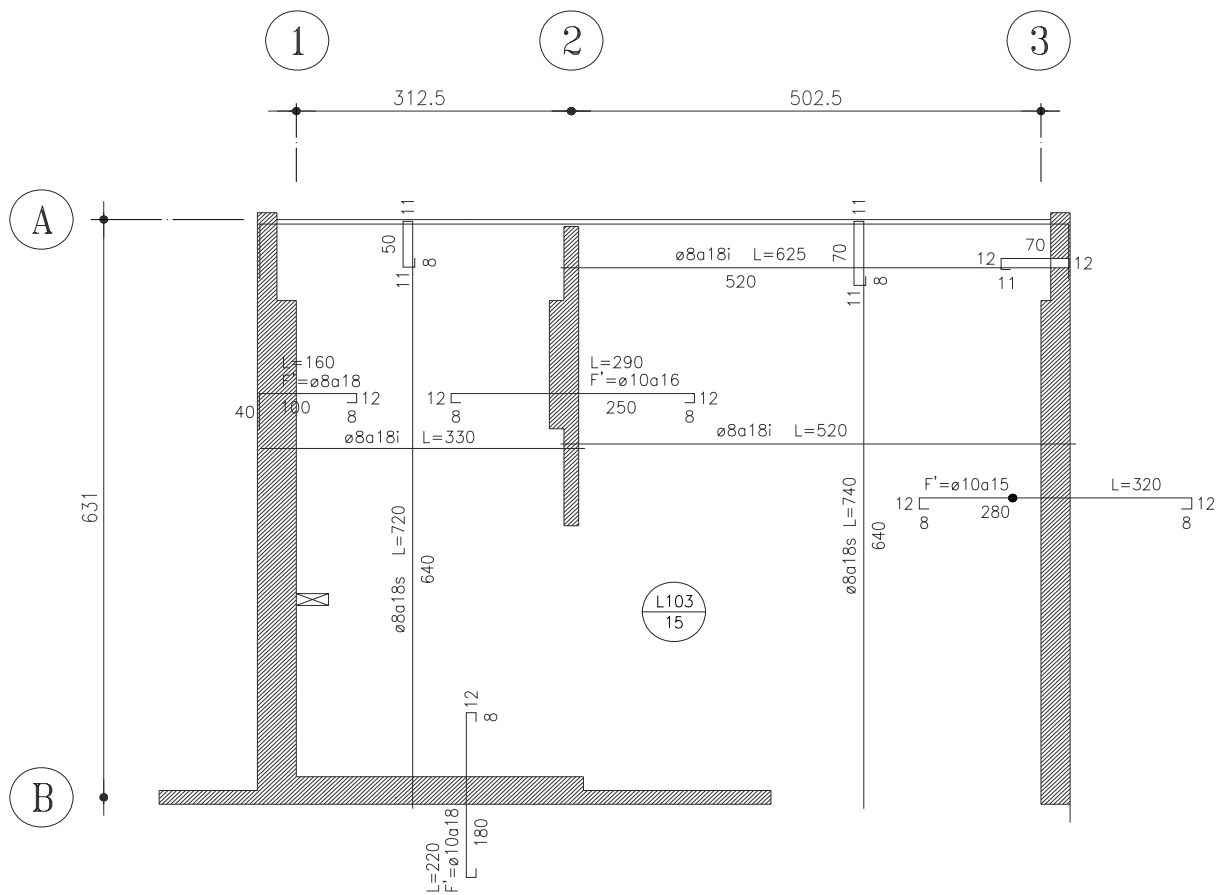


CAPITULO 1: CUBICACIÓN DE OBRA GRUESA.

EJERCICIO 1: Cubicación de Hormigón y Enfierradura de Losa.

Cubicación: medición de las partes que componen una obra o edificio, ya sea en m^3 , m^2 , m, kg. ó unidades.

Para la siguiente Losa se realizará cubicación de hormigón y enfierradura según la configuración presentada en la figura:



NOTA:

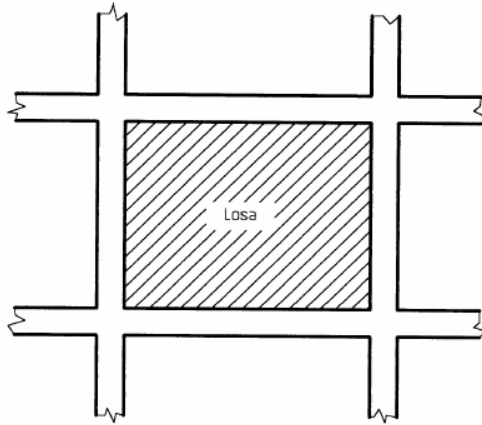
- Unidades en centímetros.
- La imagen no está a escala.
- Cotas por superficie libre.
- En la enfierradura manda el largo total antes que los locales.



Según el punto 6.7 de la NCh 353:

6.7 Cubicación de Losas de Hormigón Armado.

Su volumen se considera entre parámetros de apoyo (superficie libre)

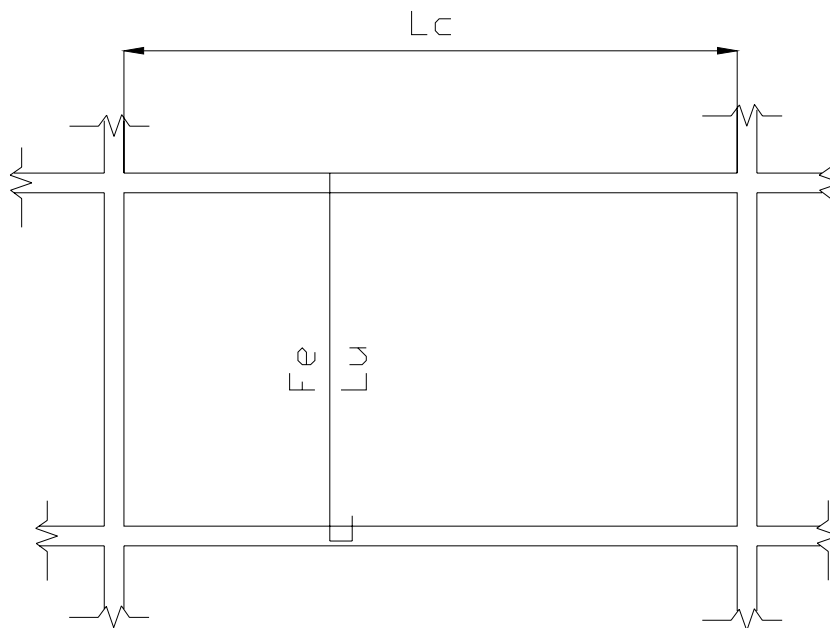


La sección achurada
corresponde a la
superficie libre de la
losa.

Por lo tanto se tiene:

$$V = 631 \times (312.5 + 502.5) \times 15 = 7713975 \text{ cm}^3 = 7.71 \text{ m}^3$$

En cuanto a la enfierradura se utilizará la siguiente nomenclatura:



En que:

$$L_u = L_1 + L_2 + L_3$$

Diagrama de un elemento de losa de hormigón armado con dimensiones L_1 , L_2 y L_3 . L_1 es la longitud del brazo horizontal, L_2 es la longitud del brazo vertical y L_3 es la longitud del brazo horizontal.



Así tenemos:

Fe: características de la enfierradura, diámetro en milímetros y espaciamiento en centímetros.

Ejemplo: $\Phi 12$ a 15 = fierro de diámetro 12 milímetros y espaciamiento 15 cms.

Lu: Largo unitario, corresponde a la longitud unitaria, en centímetros, de un fierro, es un dato que se entrega en el plano, corresponde a la suma de los largos parciales del elemento.

Lc: Largo a cubrir, corresponde a la longitud, en centímetros, donde se colocará y distribuirá la enfierradura en cuestión con el espaciamiento dado.

Fe: Número de fierros, corresponde a la cantidad de fierros de igual característica que se colocará en el largo a cubrir, matemáticamente queda expresado de la siguiente forma:

Llamando "**n**" a la razón $L_c/\text{espaciamiento}$, se tiene:

Si n es número natural:

$$\# \text{ Fe} = n + 1$$

Si n es número no natural:

$$\# \text{ Fe} = \text{entero}(n) + 2$$

Ejemplo:

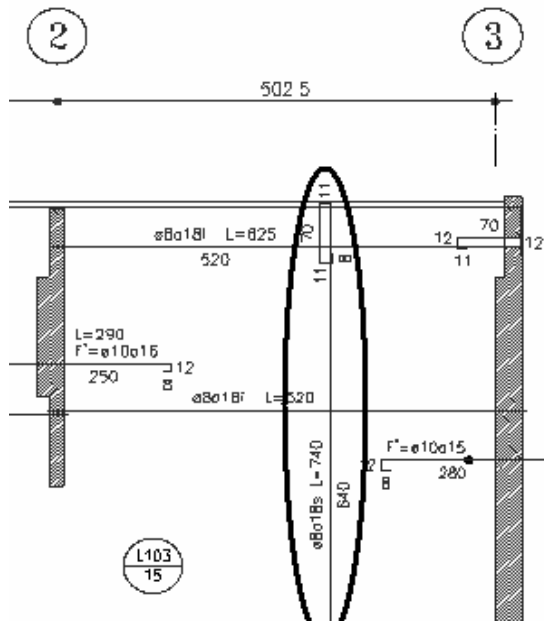
$$n = 10 \qquad \# \text{ Fe} = 10 + 1 = 11$$

$$n = 10.35 \qquad \# \text{ Fe} = \text{entero}(10.35) + 2 = 10 + 2 = 12$$

L: Longitud total, es el largo total requerido, en metros, de un tipo de barra de fierro agrupado según su funcionalidad. $L = \# \text{ Fe} \times Lu$



Según lo anterior:



Para el fierro destacado:

$$Fe = \Phi 8 \text{ a } 18$$

$$Lu = 740 \text{ cm}$$

$$Lc = 502.5 \text{ cm}$$

$$n = 502.5 / 18 = 27.917$$

$$\#Fe = \text{entero } (27.917) + 2$$

$$\#Fe = 29$$

$$L = 29 \times 740$$

$$L = 214 \text{ m}$$

Análogamente se llega a lo siguiente:

	Fe	Lu (cm)	Lc (cm)	# Fe	L (m)
Vertical:	ø8 a 18	720	312.5	19	136.8
	ø8 a 18	740	502.5	29	214.6

Horizontal:	ø8 a 18	330	631	37	122.1
	ø8 a 18	520	631	37	192.4
	ø8 a 18	625	631	37	231.3

Suple:	ø8 a 18	160	631	37	59.2
	ø10 a 16	290	631	41	118.9
	ø10 a 15	320	631	44	140.8
	ø10 a 18	220	815	47	103.4

Teniendo en cuenta lo que dice La Norma:

6.2 Barras de hormigón armado

6.2.1 Se cubican según su masa nominal (kg) deducida de los planos de detalle, multiplicando la masa nominal de cada uno de los diámetros nominales por la longitud total de cada barra, considerándose en la medición las armaduras resistentes, las de repartición, los suples y los estribos de vigas y pilares.



Para fines de los cálculos se utilizará la tabla 1 "Pesos Nominales", a menos que se indique lo contrario.

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
φ6	0.222
φ8	0.391
φ10	0.617
φ12	0.879
φ16	1,563
φ18	1,978
φ20	2,441

Tabla 1.

Para el caso del presente ejercicio se tiene:

Longitudes finales: que corresponde a la suma algebraica de las longitudes totales agrupadas según diámetro.

Longitud [m]	
φ8	956.3
φ10	363.1

Y de la Tabla 1
Se tiene

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
φ8	0.391
φ10	0.617

Por lo que los pesos totales (P) serán: $\text{Peso} = \text{Longitud} \times \text{Peso nominal}$

Pesos [kg]	
φ8	373.9
φ10	224

La NCh 353 dice:

6.2.4 Los elementos adicionales que se indican a continuación se deben tomar en cuenta con un 5% de aumento del peso nominal medido de las armaduras, y corresponde al detalle siguiente:

- 4% para el conjunto de trabas entre mallas, patas para armaduras de losas, guías, elementos de posición y despuntes.
- 1% para las mayores dimensiones en diámetro y/o longitud de las barras respecto de las nominales consideradas en la mensura.

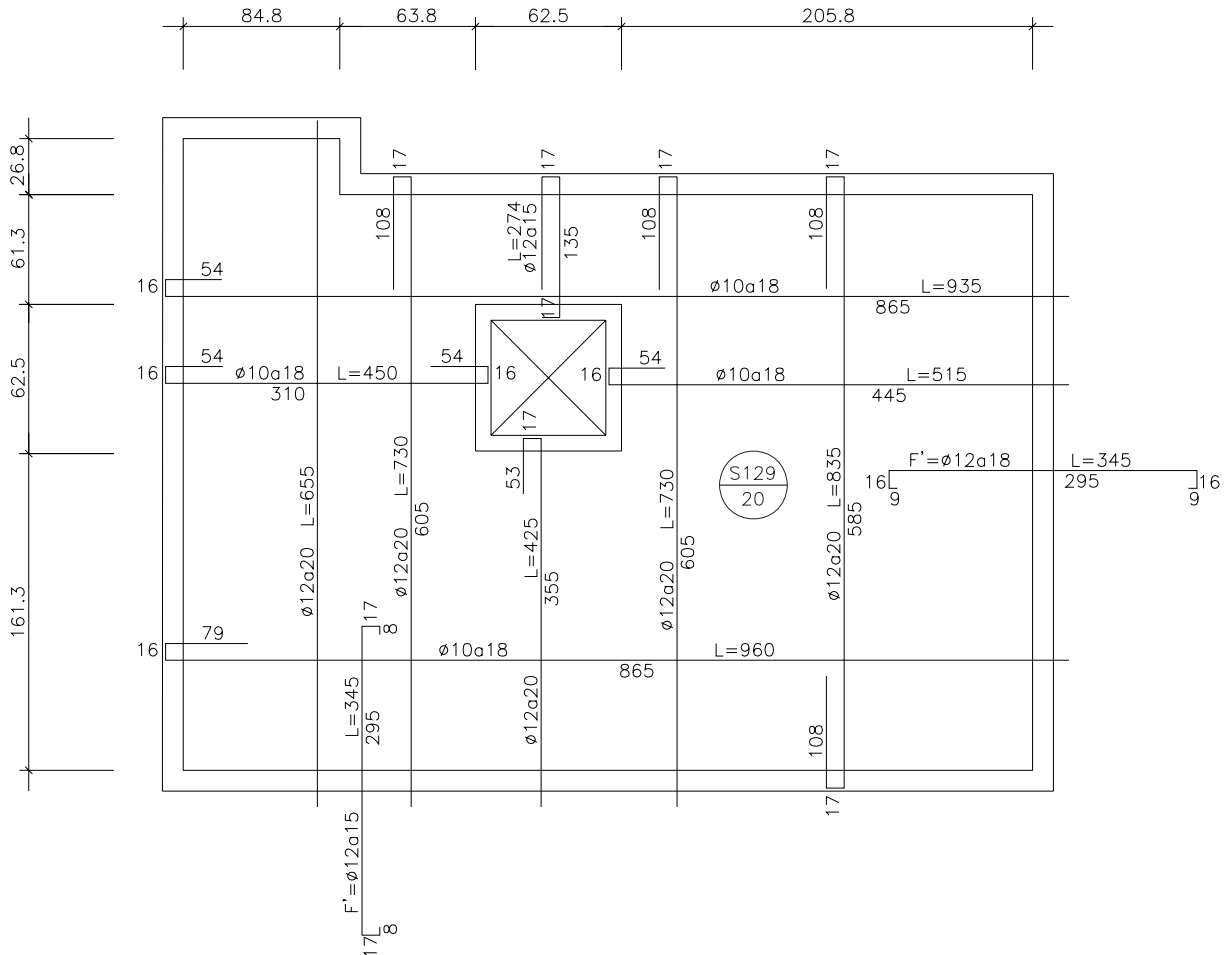
Por lo que se tiene como resultado final:

Peso Fierros:	597.9 (kg)
Peso Extra (5%):	29.895 (kg)
Peso Total:	627.795 (kg)



EJERCICIO 2: Cubicación de Hormigón y Enfierradura de Losa.

Dada la siguiente losa se pide la cubicación de Hormigón y Enfierradura.



NOTA:

- Unidades en centímetros.
- La imagen no está a escala.
- Cotas por superficie libre.
- En la enfierradura manda el largo total antes que los locales.

Solución:

Para el cálculo del volumen se deberá descontar el volumen del shaft.

$$V = [(84.8+63.8+62.5+205.8) \times (161.3+62.5+61.3)+26.8 \times 84.8 - 62.5 \times 62.5] \times 20$$

$$V = 2.34 \text{ m}^3$$



Para la enfierradura tenemos:

	Fe	Lu (cm)	Lc (cm)	# Fe	L (m)
Vertical:	φ12 a 20	655	84,8	6	39,3
	φ12 a 20	730	63,8	5	36,5
	φ12 a 20	425	62,5	5	21,25
	φ12 a 15	274	62,5	6	16,44
	φ12 a 20	730	205,8	12	87,6
	φ12 a 20	835	205,8	12	100,2

Horizontal:	φ10 a 18	935	61,3	5	46,75
	φ10 a 18	450	62,5	5	22,5
	φ10 a 18	515	62,5	5	25,75
	φ10 a 18	960	161,3	10	96

Suple:	φ12 a 18	345	285,1	17	58,65
	φ12 a 15	345	416,9	29	100,05

Por lo tanto se obtiene:

Longitud [m]	
φ10	191,00
φ12	459,99

Pesos [kg]	
φ10	117,85
φ12	404,33

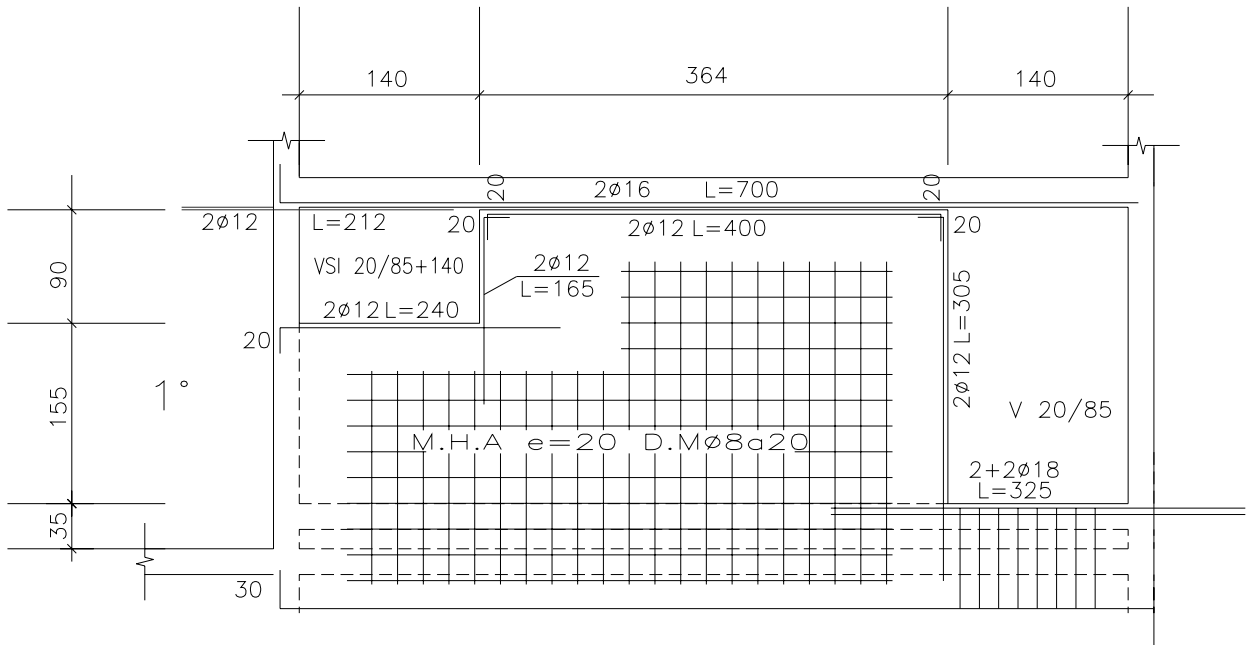
Como totales se obtiene:

Peso Fierros:	522,18 (kg)
Peso Extra (5%):	26,11 (kg)
Peso Total:	548,29 (kg)



EJERCICIO 3: Cubicación de Hormigón y Enfierradura de Muro.

Dada la siguiente elevación, se solicita la cubicación del muro.



NOTA:

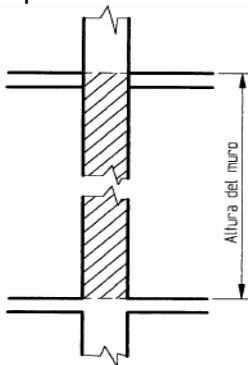
- Unidades en centímetros.
- La imagen no está a escala.
- Cotas por superficie libre.
- En la enfierradura manda el largo total antes que los locales.
- Espesor de losas 20 cm.

Calculo de volumen de hormigón:

Según la Norma:

6.4 Medición de muros de hormigón simple o armado

6.4.1 Para el cálculo del volumen de los muros, en caso de existir losas sin interposición de vigas, se considera la altura comprendida entre los niveles superiores de las losas, según la figura.



Es decir, se considerará como la altura del muro la comprendida entre niveles superiores de losa. Este mismo criterio será utilizado para el cálculo de volúmenes de pilares, pero para el caso de este ejercicio no se analizarán los pilares.



Además se tiene que:

Según la Norma:

6.4.5 Para efectos de su cubicación, la longitud de los muros se considera entre parámetros de pilares de distinto espesor y/o dosificación de cemento de aquellos.

Como en el plano no se entregan detalles de los pilares, se considerará como longitud de muro la superficie libre. Por lo tanto, se tiene:

$$V = [(364+140 \times 2) \times (155+35+90+20) - 140 \times 90 - 140 \times (90+155) \times 20]$$
$$V = 2.926 \text{ m}^3$$

Agregando a la nomenclatura existente los términos:

L1: Largo total 1, correspondiente a la longitud total del tipo de barra que forma parte de una malla simple.

L2: Largo total 2, correspondiente a la longitud total del tipo de barra que forma parte de la doble malla. ($L2 = 2 \times L1$)

Así tendremos:

	Fe	Lu (cm)	Lc (cm)	# Fe	L 1(m)	L 2(m)
D.M. Vertical:	φ8 a 20	190	140	8	15.2	30.4
	φ8 a 20	280	364	20	56.00	112.00
	φ8 a 20	35	140	8	2.8	5.6

D.M Horizontal:	φ8 a 20	644	35	3	19.32	38.64
	φ8 a 20	504	155	9	45.36	90.72
	φ8 a 20	364	90	6	21.84	43.68

	Fe	# Fe	Lu (cm)	L (m)
Vertical:	φ12	2	165	3.30
	φ12	2	305	6.10

Horizontal:	φ18	4	325	13.00
	φ12	2	240	4.80
	φ12	2	212	4.24
	φ12	2	400	8.00
	φ16	2	700	14.00

Obteniendo totales generales de:



Longitud [m]	
φ8	321.04
φ12	26.44
φ16	14.00
φ18	13.00

Pesos [kg]	
φ8	125.53
φ12	23.24
φ16	21.88
φ18	25.71

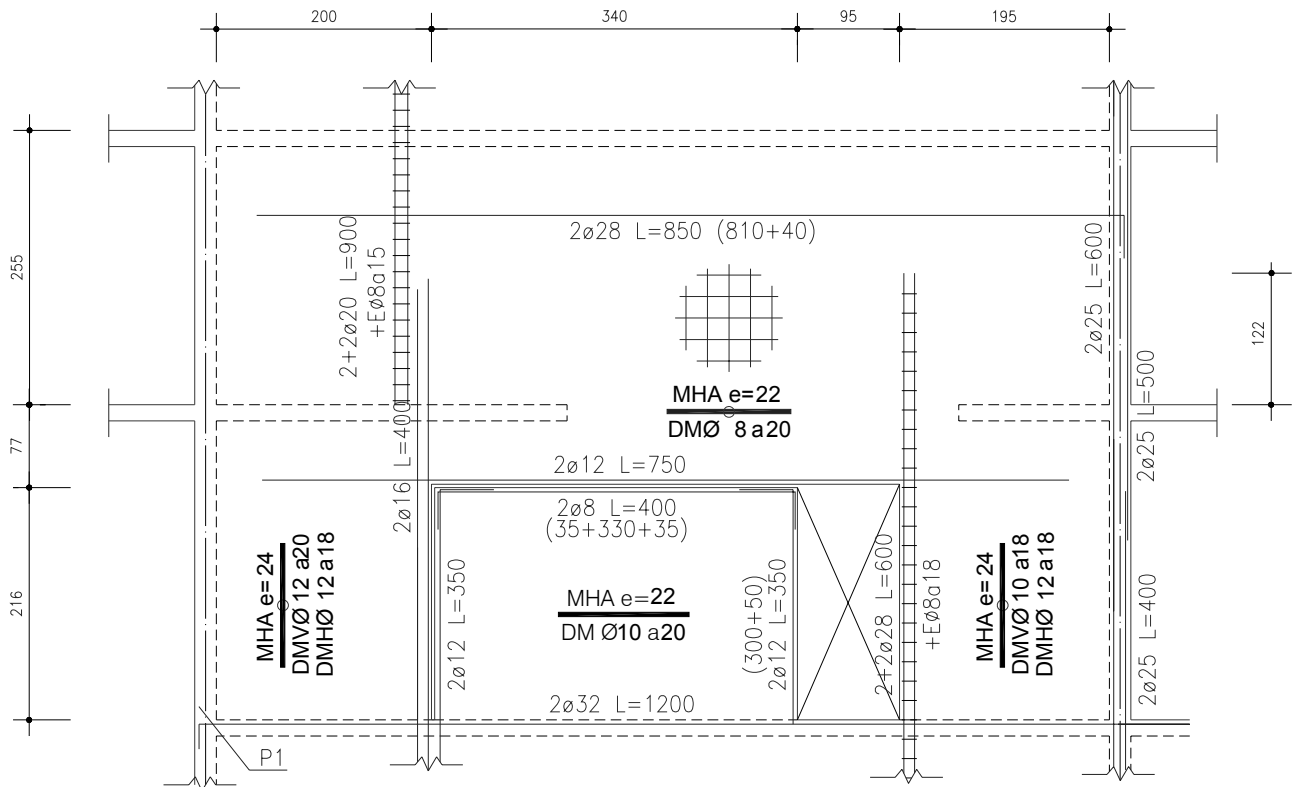
Por lo tanto:

Peso Fierros:	196.36	(kg)
Peso Extra (5%):	9.818	(kg)
Peso Total:	206.178	(kg)



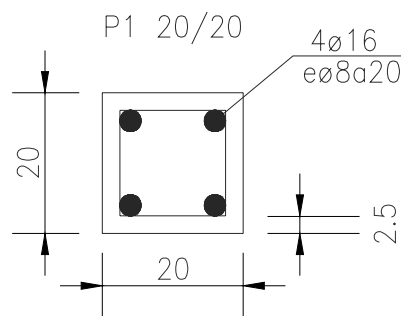
EJERCICIO 4: Cubicación de Hormigón y Enfierradura de Pilares y Muros.

Dada la siguiente elevación, se solicita la cubicación de obra gruesa tanto para los muros como para los pilares.



NOTA:

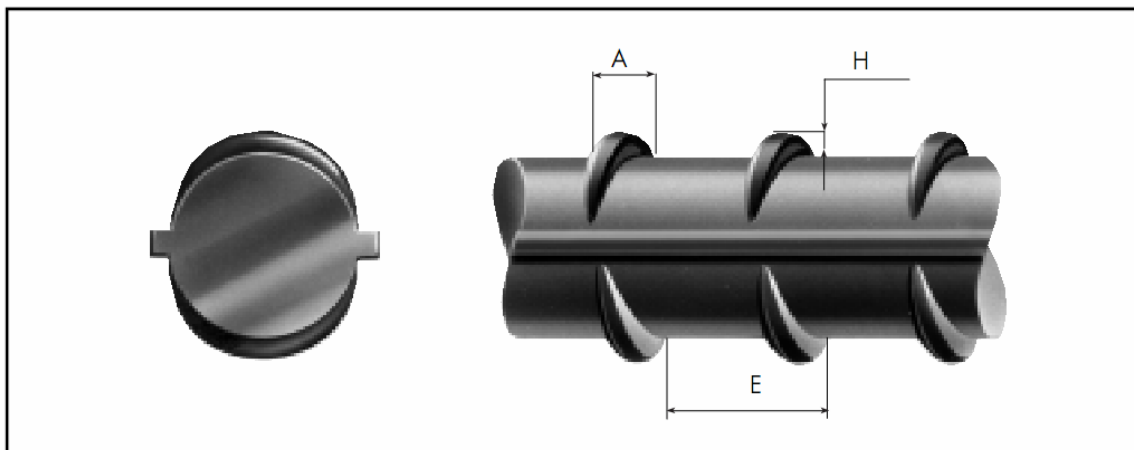
- Unidades en centímetros.
- La imagen no está a escala.
- Cotas por superficie libre.
- En la enfierradura manda el largo total antes que los locales.
- Espesor de losas 25 cm.
- Largo unitario de estribos interiores del muro igual a 60 cm.
- Pilares de sección transversal 20/20, el P1 se detalla a continuación:





Como para este caso se utilizan barras de acero de diámetro mayor a 20mm la Tabla 1 "Pesos Nominales" queda inutilizable, por lo que de ahora en adelante, para fines matemáticos, se utilizará la tabla comercial de Gerdau Aza® "Diámetros Normales y Pesos Nominales en barras de refuerzo Aza para Hormigón"

"Diámetros Normales y Pesos Nominales en barras de refuerzo Aza para Hormigón"



CARACTERÍSTICAS NOMINALES				DIMENSIONES DE LOS RESALTES		
Diámetro, e	Masa	Sección	Perímetro	Espaciamiento medio máximo, E	Altura media mínima, H	Ancho base máximo, A
mm	kg/m	cm ²	cm	mm	mm	mm
6	0,222	0,283	1,89	-	-	-
8	0,395	0,503	2,51	5,6	0,32	2,0
10	0,617	0,785	3,14	7,0	0,40	2,5
12	0,888	1,13	3,77	8,4	0,48	3,0
16	1,58	2,01	5,03	11,2	0,64	4,0
18	2,00	2,54	5,65	12,6	0,72	4,5
22	2,98	3,80	6,91	15,4	1,10	5,5
25	3,85	4,91	7,85	17,5	1,25	6,3
28	4,83	6,16	8,80	19,6	1,40	7,0
32	6,31	8,04	10,10	22,4	1,60	8,0
36	7,99	10,20	11,30	25,2	1,80	9,0

En la tabla se entrega información adicional que se escapa de los objetivos del presente apunte, pero se deja como herramienta para el estudiante en caso de existir interés personal.

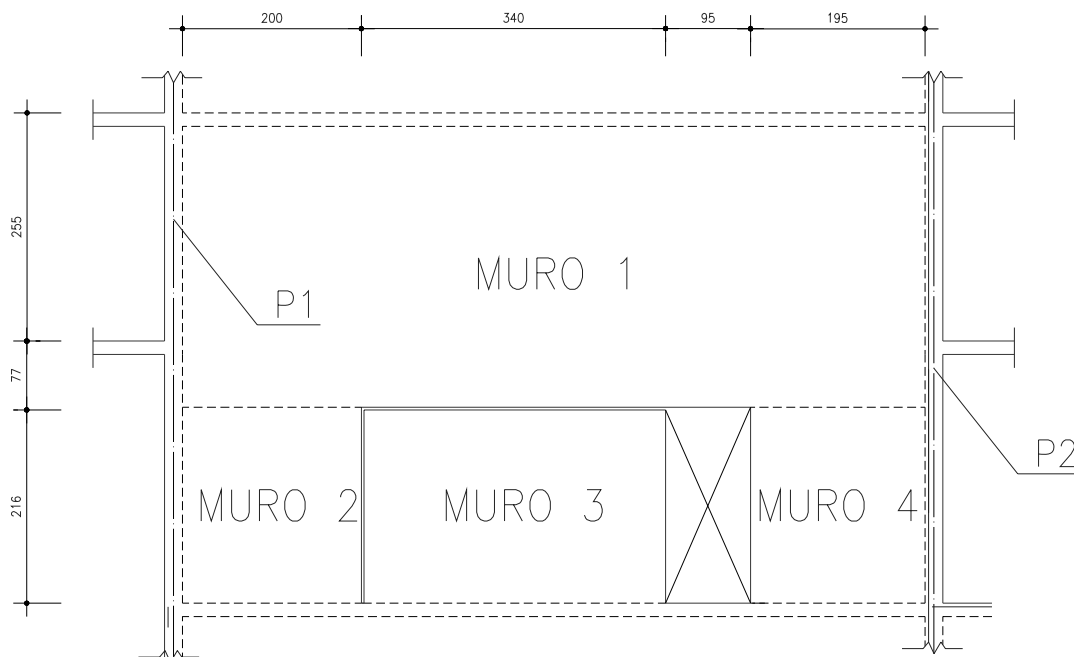


Lo anterior se resume en la siguiente tabla, que a partir de aquí será conocida como Tabla 2 "Pesos Nominales para Diámetros Comerciales"

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
φ6	0.222
φ8	0.395
φ10	0.617
φ12	0.888
φ16	1.580
φ18	2.000
φ22	2.980
φ25	3.850
φ28	4.830
φ32	6.310
φ36	7.990

Tabla 2
Pesos Nominales para Diámetros Comerciales

Tomando la siguiente configuración:





Se tienen los siguientes volúmenes de hormigón:

Muro 1: $V_{m1} = (77+255) \times (200+340+95+195) \times 22 = 6.0623 \text{ m}^3$

Muro 2: $V_{m2} = 216 \times 200 \times 24 = 1.0368 \text{ m}^3$

Muro 3: $V_{m3} = 216 \times 340 \times 22 = 1.6157 \text{ m}^3$

Muro 4: $V_{m4} = 216 \times 195 \times 24 = 1.0109 \text{ m}^3$

Pilares: $V_p = [20 \times 20 \times (216+77+255)] \times 2 = 0.4384 \text{ m}^3$

Volumen Total: $V = 10.1641 \text{ m}^3$

Para la enfierradura:

		Fe	Lu (cm)	Lc (cm)	# Fe	L 1(m)	L 2(m)
MURO 1	D.M. Vertical:	φ8 a 20	332	830	43	142.76	285.52
	D.M Horizontal:	φ8 a 20	830	332	18	149.40	298.80

MURO 2	D.M. Vertical:	φ12 a 20	216	200	11	23.76	47.52
	D.M Horizontal:	φ12 a 18	200	216	13	26.00	52.00

MURO 3	D.M. Vertical:	φ10 a 20	216	340	17	36.72	73.44
	D.M Horizontal:	φ10 a 20	340	216	12	40.80	81.60

MURO 4	D.M. Vertical:	φ10 a 18	216	195	12	25.92	51.84
	D.M Horizontal:	φ12 a 18	195	216	12	23.40	46.80

	Fe	# Fe	Lu (cm)	L (m)
Horizontal:	φ32	2	1200	24.00
	φ8	2	400	8.00
	φ12	2	750	15.00
	φ28	2	850	17.00



	Fe	# Fe	Lu (cm)	L (m)
Vertical:	φ16	2	400	8.00
	φ12	4	350	14.00
	φ25	2	400	8.00
	φ25	2	500	10.00
	φ25	2	600	12.00
	φ20	4	900	36.00
	φ28	4	600	24.00

	Fe	# Fe	Lu (cm)	L (m)
Pilar 1:	φ16	4	548	21.92

	Fe	Lu (cm)	Lc (cm)	# Fe	L (m)
Estribos:	φ8 a 20	60	548	29	17.40
	φ8 a 15	60	332	24	14.40
	φ8 a 18	60	415	25	15.00

Longitud [m]	
φ8	639.12
φ10	206.88
φ12	175.32
φ16	29.92
φ20	36.00
φ25	30.00
φ28	41.00
φ32	24.00

Pesos [kg]	
φ8	252,45
φ10	127,64
φ12	155,68
φ16	47,27
φ20	87,88
φ25	115,50
φ28	198,03
φ32	151,44

Como la Tabla 2 no entrega información para las barras de diámetro 20, se utiliza el valor de la Tabla 1.

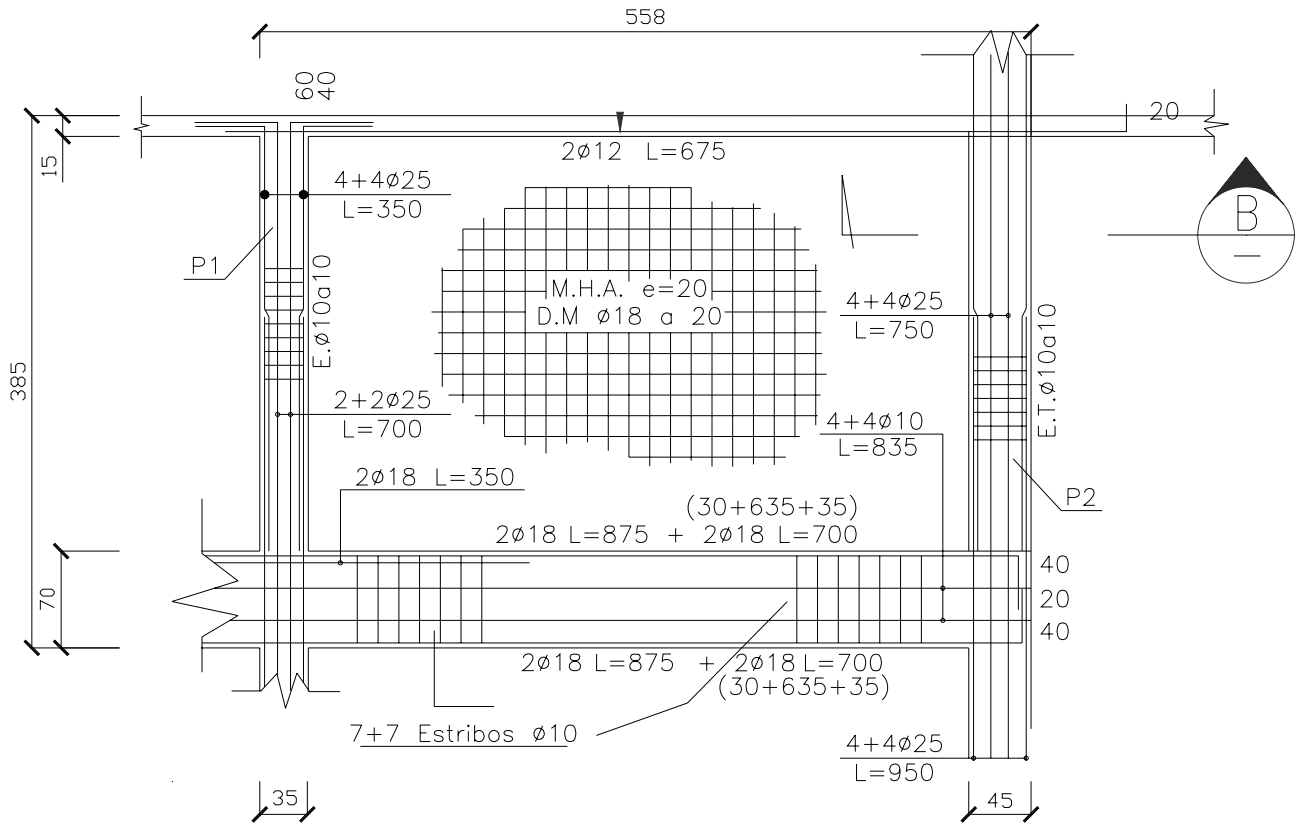
Valores Finales:

Peso Fierros:	1135.90 (kg)
Peso Extra (5%):	56.795 (kg)
Peso Total:	1192.70 (kg)



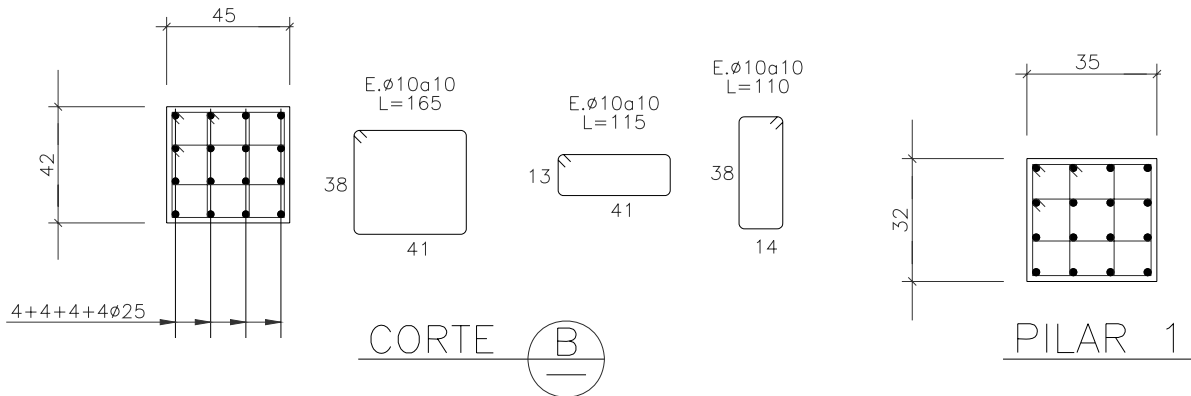
EJERCICIO 5: Cubicación de Muro y Pilares.

Para la siguiente elevación se pide cubicar hormigón y enfierradura.



NOTA:

- Unidades en centímetros.
- La imagen no está a escala.
- En la enfierradura manda el largo total antes que los locales.
- Viga sección 70/50.





Se tienen los siguientes volúmenes de hormigón:

Pilar 1: $V_{p1} = 35 \times 32 \times (385-70) = 0.3528\text{m}^3$

Pilar 2: $V_{p2} = 45 \times 42 \times (385-70) = 0.5954\text{m}^3$

Viga: $V_v = 70 \times 558 \times 50 = 1.953\text{m}^3$

Muro: $V_m = (385-70) \times (558-35-45) \times 20 = 3.0114\text{m}^3$

Volumen Total: $V = 5.9126\text{m}^3$

Para la enfierradura:

		Fe	Lu (cm)	Lc (cm)	# Fe	L 1(m)	L 2(m)
MURO 1	D.M. Vertical:	φ18 a 20	315	478	25	78.75	157.50
	D.M Horizontal:	φ18 a 20	478	315	17	81.26	162.52

		Fe	# Fe	Lu (cm)	L (m)	PILARES
Vertical:		φ25	8	350	28.00	
		φ25	4	700	28.00	
		φ25	8	750	60.00	
		φ25	8	950	76.00	

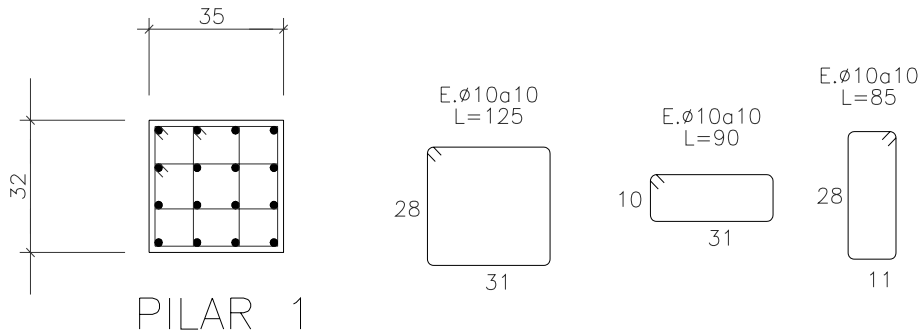
		Fe	# Fe	Lu (cm)	L (m)	VIGA
Horizontal:		φ12	2	675	13.50	
		φ18	2	350	7.00	
		φ18	4	875	35.00	
		φ18	4	700	28.00	
		φ10	8	835	66.80	

Estribos corte B:

		Fe	Lu (cm)	Lc (cm)	# Fe	L (m)
Estribos:		φ10 a 10	165	370	38	62.70
		φ10 a 10	115	370	38	43.70
		φ10 a 10	110	370	38	41.80



Estribos P1, asumiendo configuración similar al P2, variando solo los largos unitarios:



	Fe	Lu (cm)	Lc (cm)	# Fe	L (m)
Estribos:	φ10 a 10	125	370	38	48.75
	φ10 a 10	90	370	38	35.10
	φ10 a 10	85	370	38	33.15

Para la Viga:

$$Lu = (50-2-2) \times 2 + (70-2-2) \times 2 + 6 = 230\text{cm}$$

	Fe	# Fe	Lu (cm)	L (m)
Viga:	φ10	14	230	32.20

Así tenemos:

Longitud [m]	
φ10	294,40
φ12	13,50
φ18	390,02
φ25	192,00

Pesos [kg]	
φ10	181,64
φ12	11,99
φ18	780,04
φ25	739,20

Valores finales:

Peso Fierros:	1712,87 (kg)
Peso Extra (5%):	85,64 (kg)
Peso Total:	1798,52 (kg)