LCO Nº 13/2017 "REPARACIONES MAYORES DE LOS LOCALES DEL EDIFICIO DEL COMIM Y DEL TECHO TIPO BOVEDILLA DEL BIM – 3 ASUNCION"
ID Nº 332.417.-

A los señores oferentes:

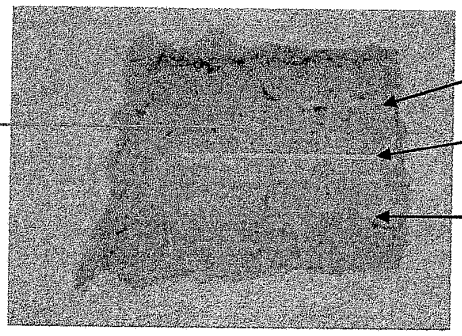
ADENDA Nº 06

INCLUYASE:
En la Sección III. ALCANCE DE LAS OBRAS. Punto 2. Especificaciones Técnicas; los siguientes:

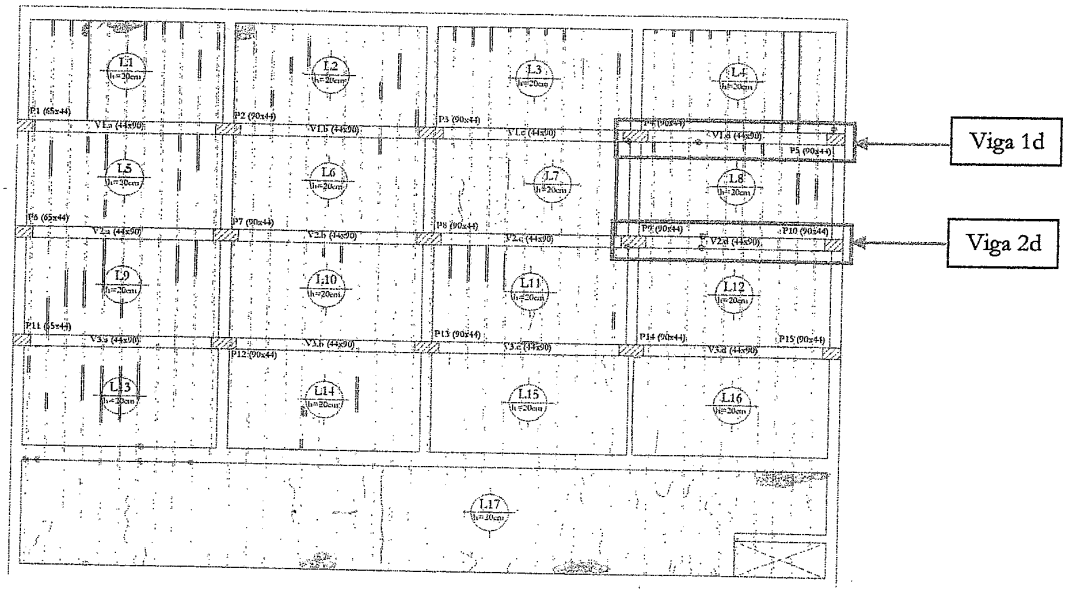
6.3 RESULTADOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Sobre el Ensayo de Velocidad de Impulso Ultrasónico para medición de profundidad de fisuras.

Para la midición de fisuras se procedión a la preparación de la superficie del hormigón mediante el retiro del revoque y lijado de la superficie, midiendose las profundidades en 3 sectores, uno superior, otro medio y otro inferior como se muestra a continuación.



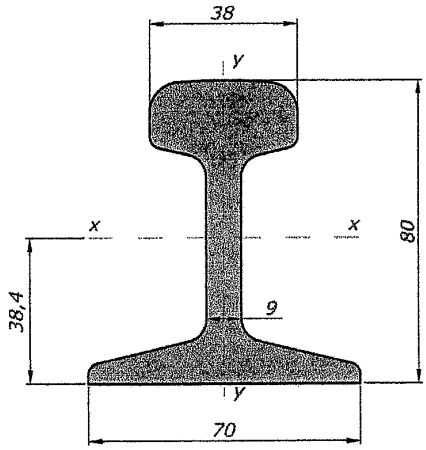
Elemento	Profundidad de fisuras (milímetros)			Abertura de fisuras (milímetros)
	Superior	Medio	Inferior	
VIGA V1 d	77	105	79	0,45-0,50
VIGA V2 d	62	129	145	0,45
VIGA V2 d	133	157	108	0,45

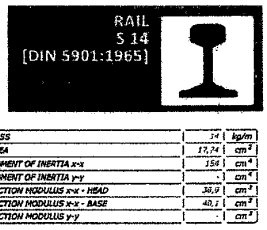


7. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se procedió a realizar el cálculo de la estructura en bovedilla con perfiles existentes.

Dado el caso que se presenta, donde se tienen dos perfiles superpuesto, se procedió primeramente al cálculo teniendo en cuenta solo uno de los perfiles y buscando las características de algún perfil que se ajuste al existente en obra. Para el este caso, se encontró el perfil que corresponde a un perfil ferroviario, normalmente utilizado para rieles de trenes.





COMANDO DE LA ARMADA
UNIDAD OPERATIVA DE CONTRATACIONES N° 3
JEFATURA
REPÚBLICA DEL PARAGUAY

Figura 10. Perfil S 14. Cumple con las medidas encontradas en obra.

Posteriormente, para el cálculo se buscó un perfil que se ajuste a las caracterçisticas correspondiente al perfil superpuesto, utilizando así el perfil IPN 160, que es el de características más similares al mencionado.

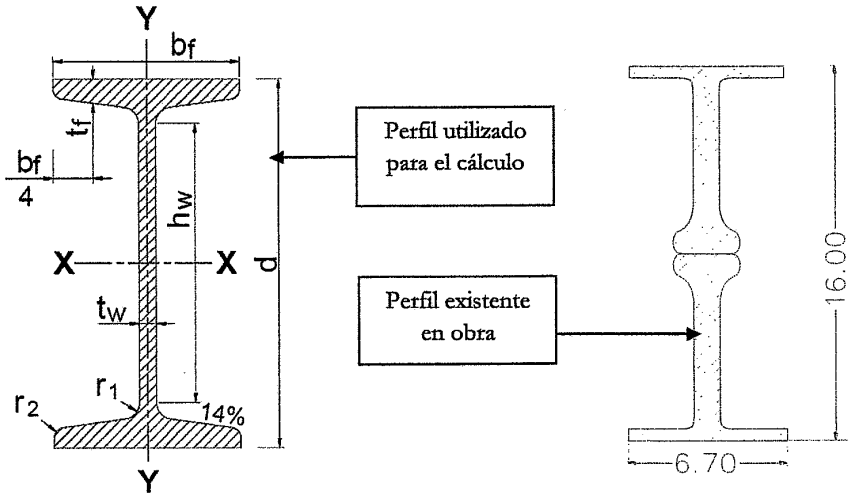


Figura 11. Comparación entre perfiles encontrados en obra.

Análisis 1: Teniendo solo un perfil. Perfil S 14. (sin superposición de perfiles).

Análisis de Carga

Bovedilla:

Peso Propio:	0,18 x 1,6 =	0,288 tn/m^2
Revestimiento:		0,1 tn/m^2
Sobrecarga:		0,35 tn/m^2
Total:		0,738 tn/m^2

Esfuerzos:

q= A x g =	0,65 x 0,738=	0,4797 tn/m
M= $(q \times L^2)/8$ =	$0,4797 \times 3,80^2/8$=	0,8658585 tn.m
V= (q x l)/2 =	0,4797 x 3,80/ 2=	0,91143 tn

Predimensionado:

h_{min}= L/25 =	380/25=	15,2 cm
W_{min}= M/σ_f =	$0,865 \times 10^5/1400$ =	61,84703571 cm^3

Dimensionado: Perfil IPN 160

P= 14(kg/m)	Ix= 154 cm^4	Wx=40,1 cm^3
M= $(q \times L^2)/8$ =	$0,4937*3,8^2/8$=	0,8911285
V= (q x l)/2 =	0,4937*3,8/2=	0,93803
σ = M/W=	$0,8912*10^5/40,1$=	2222 < 1400 (NO VERIFICA)
τ = V/ (ho x to)=	$0,938*10^3/8x0,9$=	130 < 800 (NO VERIFICA)
δ_{max}= L/350=	380/350=	1,08 cm

δ= 5/384 * (qxL^4/ExI) $\frac{169314415}{1,24186E+11}$ 0,001363398 cm < δmax (OK)

NO VERIFICA LA SECCIÓN UTILIZADA

COMANDO DE LA ARMADA
UNIDAD OPERATIVA DE CONTRATACIONES N° 3
REPUBLICA DEL PARAGUAY
JEFATURA

Análisis 2: Teniendo superposición de 2 perfiles. (Cálculo utilizando el perfil IPN 160).

Análisis de Carga

Bovedilla:

Peso Propio:	0,18 x 1,6 =	0,288 tn/m^2
Revestimiento:		0,1 tn/m^2
Sobrecarga:		0,35 tn/m^2
Total:		0,738 tn/m^2

Esfuerzos:

q= A x g =	0,65 x 0,738=	0,4797 tn/m
M= $(q \times L^2)/ 8$ =	0,4797 x $3,80^2/8$=	0,8658585 tn.m
V= (q x l)/2 =	0,4797 x 3,80/ 2=	0,91143 tn

Predimensionado:

h_{min}= L/25 =	380/25=	15,2 cm
W_{min}= M/σ_f =	$0,865x10^5/1400$ =	61,8470357 cm^3

Dimensionado: Perfil IPN 160

P= 17,9 (kg/m)	Ix= 935 cm^4	Wx=117 cm^3
M= $(q \times L^2)/ 8$ =	$0,4976*3,8^2/8$=	0,898168
V= (q x l)/2 =	0,4976*3,8/2=	0,94544
σ = M/W=	$0,8982*10^5/117$=	767,664957 < 1400 (OK)
τ = V/ (ho x to)=	$0,945*10^3/16x0,69$=	85,6376812 < 800 (OK)
δ_{max}= L/350=	380/350=	1,08 cm
δ= 5/384 * (qxL^4/ExI	170651920 7,53984E+11	0,00022633 cm < δmax (OK)

VERIFICA LA SECCIÓN UTILIZADA

COMANDO DE LA ARMADA
UNIDAD OPERATIVA DE CONTRATACIONES N° 3
REPUBLICA DEL PARAGUAY
JEFATURA

8. CONCLUSIONES

Tras el desarrollo de los diversos trabajos que se ejecutaron para la evaluación, podemos establecer las siguientes conclusiones, en los diversos aspectos que se detallan a continuación:

- **En relación a la estructura de hormigón armado.**

Las secciones geométricas en vigas y pilares, en los lugares donde se pudieron observar los mismos, se encuentran en correspondecia con una estructura que soporta las cargas a las que se encuentra sometida.

En algunos elementos se observan problemas asociados a la corrosión de las armaduras. (Fotografías 57 a la 61).

Se observan también fisuras en vigas en zonas de máximos esfuerzos (flexión), en las cuales se realizó la medición de la profundidad y aberturas; las mismas tienen una trascendencia estructural. (Fotografías 17 a la 22).

- **En relación a las patologías observadas.**

Se observan patologías asociadas al proceso corrosión en ciertos sectores, sin embargo salvo casos aislados los mismos no afectan comportamiento satisfactorio que podría tener estos elementos.

Se observa desprendimientos del material constituyente de la bovedilla, las cuales pueden tener su origen en el deterioro por causa de humedad y filtración. Situación que se agrava conforme pasa el tiempo.

Se observan fisuras en algunos sectores de las mamposterías que tienen características de fisuras de asentamiento de la fundación. (Fotografías 36 a la 39 y Figura 6).

- **En relación a los refuerzos con perfiles metálicos.**

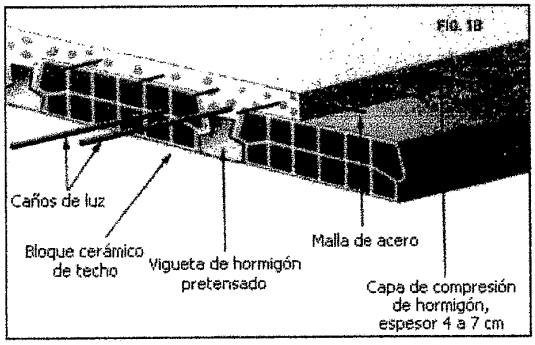
De la verificación realizada se tiene que los perfiles existentes verifican las cargas a las cuales están sometidas sin embargo la estructura de la bovedilla presenta sectores donde se tienen fisuras en el tramo central entre perfiles y se debe realizar un refuerzo que contemple esta situación.

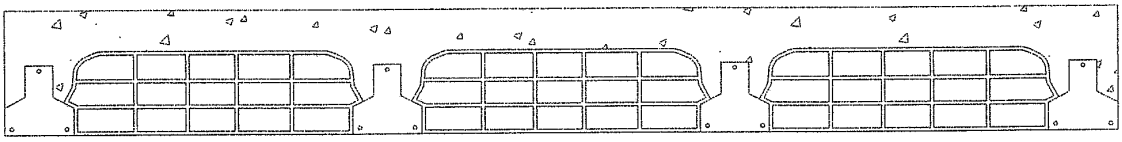
En base a todo lo expuesto anteriormente, se concluye que la estructura estudiada, **NECESITA SER REFORZADA CONFORME AL PROYECTO ESTRUCTURAL QUE SE ENCUENTRA EN EL ANEXO.**

9. RECOMENDACIONES

Dada la magnitud de las diversos patologías encontrados, el tipo de refuerzo a ser utilizado, debe contemplar una solución que tenga en cuenta a la bovedilla. Por lo tanto, se suguiere realizar el refuerzo con perfiles solo en las vigas que presentan fisuración y mamposterías con asentamietno; mientras que en los sectores donde se tienen desprendimientos el reemplazo de la bovedilla.

La solución propuesta de las bovedillas fisuras y con desprendimiento es la de adoptar el sistema constructivo de Losa Rap.
Es un sistema de entrepiso unidireccional mixto, producto de la unión de viguetas de hormigón pretensado, de ladrillos cerámicos y una malla secundaria distributiva en acero.
Esta unión se realiza mediante la colada en obra de una capa de hormigón masa, que al fraguar tiene como resultado una nueva y única pieza estructural indivisible (monolítica) con todas las ventajas del hormigón pretensado y del ladrillo cerámico.





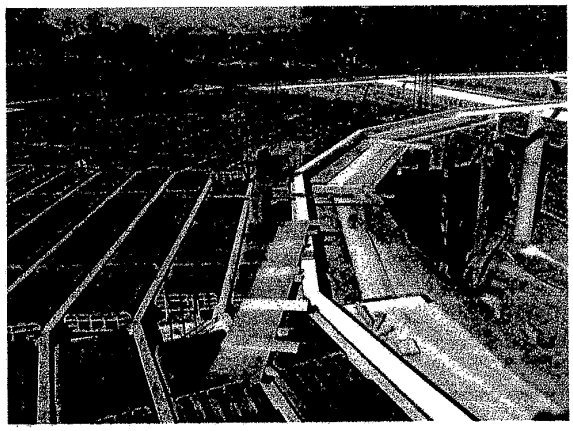


Figura 12. Sistema constructivo Losa Rap.

COMANDO DE LA ARMADA
OPERATIVA DE CONTRATACIONES
UNIDAD
JEFATURA
REPÚBLICA DEL PARAGUAY
N° 3

La solución planteada porpone la demolición de la bovedilla existente y el reemplazo por una bovedilla nueva como la mostrada en la Figura13.

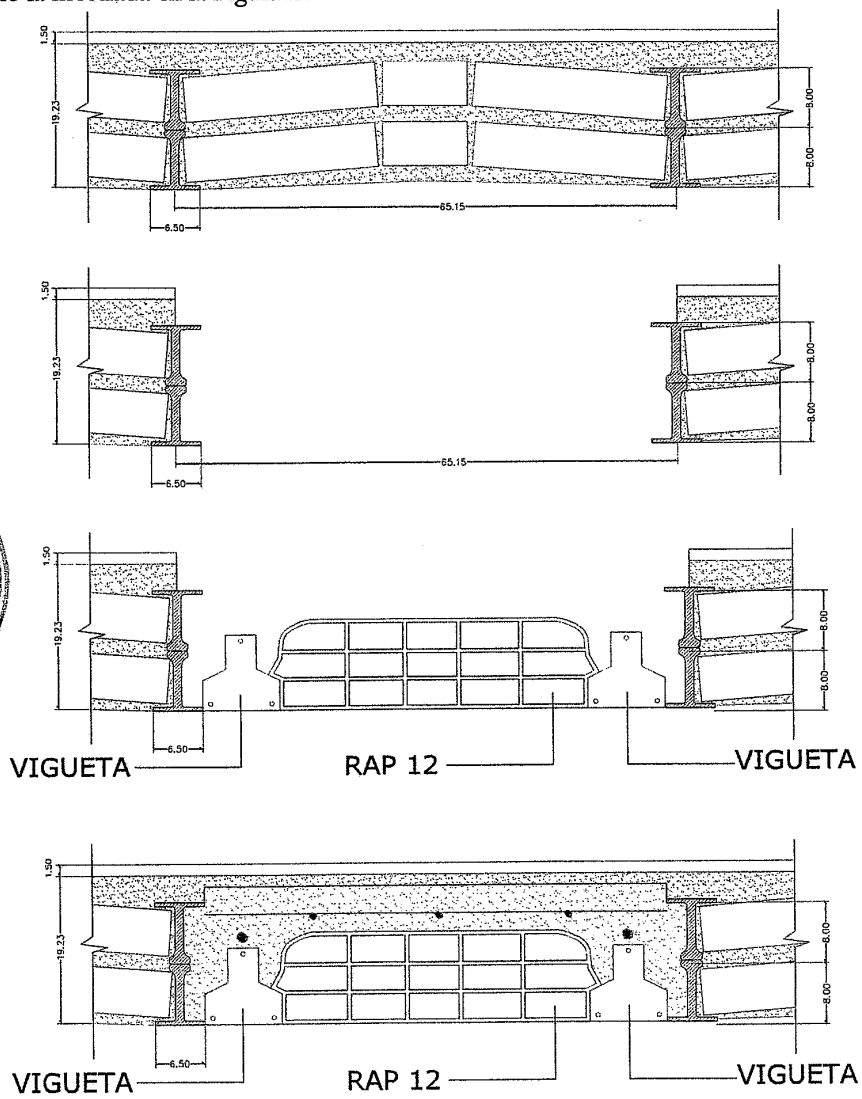
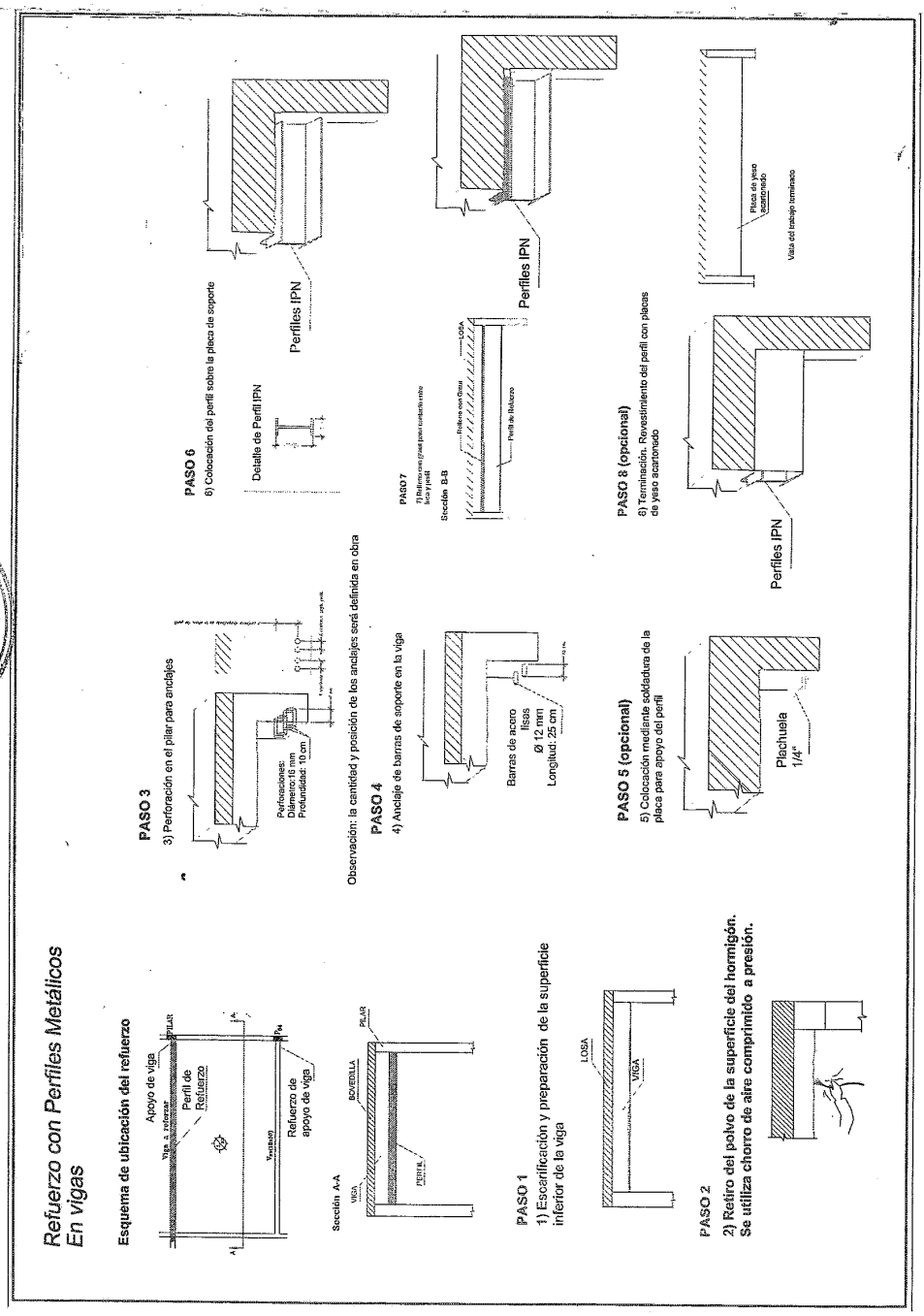


Figura 13. Solución Planteada para las bovedillas.

Este Informe contiene 37 páginas numeradas y un añexo donde se presenta el proyecto de reparación y refuerzo.

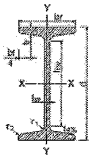
Fernando de la Mora, 16 de Setiembre.

Punto 4. Plano o Diseños, los siguientes planos:

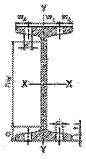


4) Las características del perfil IPN 160 son las mostradas a continuación.

IPN según IRAM-IAS U 500-511



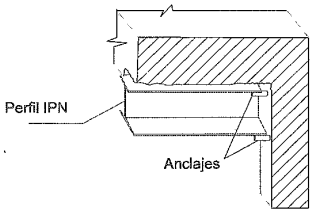
A_g = Área bruta de la sección transversal.
I = Momento de inercia de la sección, respecto de los ejes principales.
$r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro .
S = Módulo resistente elástico de la sección.
Q = Momento estático de media sección.
Z = Módulo plástico de la sección.

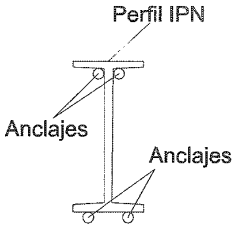


J = Módulo de torsión.
C_w = Módulo de alabeo.
X_1, X_2 = Factores de pandeo.
L_p = Longitud lateralmente no arriostrada límite para desarrollar la capacidad de plastificación total por flexión.
L_r = Longitud lateralmente no arriostrada límite para pandeo lateral torsional inelástico.

Designación	Dimensiones						Relaciones		A_g	Peso	X - X					Y - Y						Agujeros en el Ala		Distancia agujero al borde	Esp.	J	Cw	X_1	X_2 $(10)^{-5}$	Acero F-24 Carga Alma		Acero F-24 Carga Ala Sup.	
	d	bf	tf	tw	tw=t1	r2	bf/2tf	hw/tw			Ix	Sx	rx	Qx	Zx	Iy	Sy	ry	Qy	1.5.Sy	Zy	w_1	d_1	w_4	s_1					L_p	L_r	L_p	L_r
	mm	mm	mm	mm	mm	mm			cm^2	Kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^3	cm^3	cm^4	cm^3	cm	cm^3	cm^3	cm^3	mm	mm	mm	mm	cm^4	cm^6	MPa	MPa^{-2}	cm	cm	cm	cm
80	80	42	5,9	59	3,9	2,3	3,58	15,1	7,57	5,94	77,8	19,5	3,20	11,4	22,8	6,29	3,00	0,91	3,46	4,50	4,93	22	6,4	10	4,43	0,71	87,5	32915	0,70	47	280	42	230
100	100	50	6,8	75	4,5	2,7	3,68	16,7	10,6	8,34	171	34,2	4,01	19,9	39,8	12,2	4,88	1,07	4,92	7,32	8,04	26	5,4	11	5,05	1,31	268	60082	1,00	55	283	49	248
120	120	58	7,7	92	5,1	3,1	3,77	18,0	14,2	11,1	328	54,7	4,81	31,8	63,6	21,5	7,41	1,23	5,12	11,12	12,24	32	6,4	13	5,67	2,23	685	28382	1,29	53	309	57	269
140	140	66	8,6	109	5,7	3,4	3,84	19,1	16,2	14,3	573	81,9	5,81	47,7	95,4	35,2	10,7	1,40	8,85	16,05	17,70	34	11	16	6,29	3,56	1540	27117	1,56	72	338	65	293
160	160	74	9,5	125	6,3	3,8	3,89	19,8	22,8	17,9	935	117	6,40	68,9	136	54,7	14,8	1,55	12,36	22,20	24,55	40	11	17	6,91	5,48	3198	26190	1,80	80	365	72	313
180	180	82	10,4	142	6,9	4,1	3,94	20,6	27,9	21,9	1450	161	7,20	93,4	187	81,3	19,8	1,71	16,50	29,70	33,00	44	13	19	7,53	7,89	5924	25442	2,04	88	393	79	335
200	200	90	11,3	159	7,5	4,5	3,98	21,2	33,4	26,2	2140	214	8,00	125	250	117	26,0	1,87	21,56	39,00	43,16	48	15	21	8,15	11,2	10520	24894	2,22	96	422	86	359

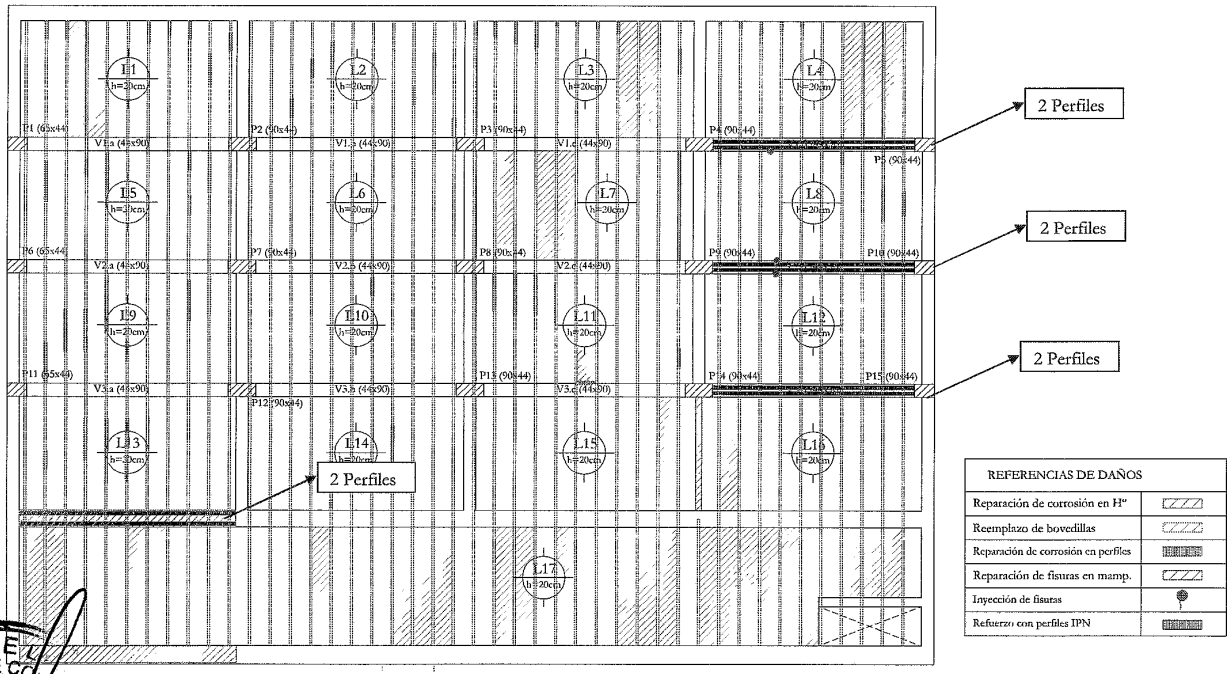
A continuación se presentan los detalles donde se indican los anclajes al pilar para cada perfil:





COMANDO DE LA ARMADA
UNIDAD OPERATIVA DE CONTRATACIONES Nº 3
JEFATURA

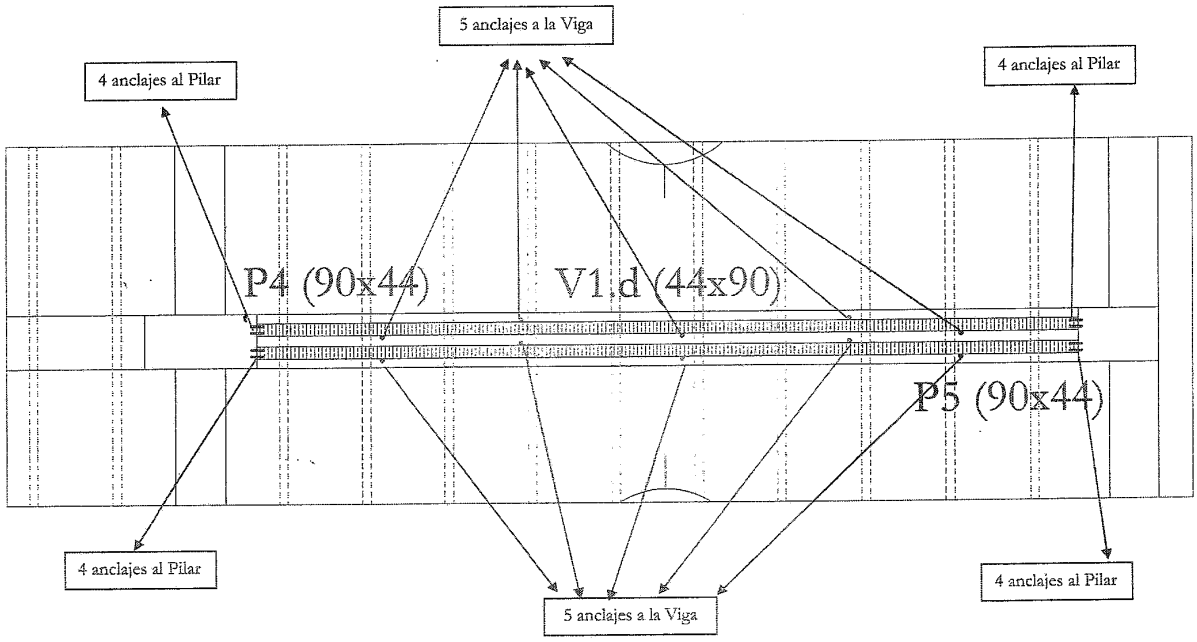
2) En lo que respecta a la ubicación de los mismos, las vigas pórticos a ser reforzadas con los perfiles son las mostradas en lila en la figura de la lámina03 del proyecto la cual reproducimos a continuación:



COMANDO DE UNIDAD OPERATIVA DE CONTRATACIONES Nº 3 JEFATURA

6) Ubicación de los anclajes a lo largo del perfil.

De esta manera son 4 en cada apoyo y 5 a largo del perfil. De esta manera son 13 anclajes por perfil y en total 104 anclajes para los 8 perfiles.



COMANDO DE LA ARMADA
UNIDAD OPERATIVA DE CONTRATACIONES N° 3
JEFATURA

Augusto Cesar Aguiar Cristaldo
CAP F DEM – Jefe UOC N° 3