
EVALUACIÓN DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA NORMAL
SUPERIOR ABRAHAM LINCOLN

ESTUDIO DE DESAGÜES PLUVIALES
ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES

Ing. Civil Juan Carlos Maffia
Ing. Civil e Hidráulico Marcelo Donato Maffia

Febrero de 2019

INDICE

1. Generalidades.
2. Estudios realizados in situ.
3. Estructura.
4. Sistema de desagües pluviales.
5. Reconstrucción de pisos en patios.
6. Planos, cómputo de materiales y planillas de doblado.
7. Anexo – Resultados estudio de suelos, correspondientes a los sondeos donde se practicó SPT con extracción de muestras.

1. GENERALIDADES:

A raíz de los fenómenos que originaron hundimientos, asentamientos y pérdida de capacidad portante del suelo en la Escuela Normal Superior Abraham Lincoln se elabora el presente informe.

De la evaluación de la situación actual y con apoyo en estudios específicos realizados in situ, se evalúan potenciales riesgos y en base a eso se proponen trabajos a realizar en pos de la seguridad, funcionalidad e integridad del edificio existente.

En términos generales se observan asentamientos en los pisos de todos los patios y lugares puntales con presencia de oquedades.

Esto se atribuye principalmente a dos factores: Mal funcionamiento de desagües pluviales, presencia de tierra negra como base de contrapisos y suelos sueltos limo-arenosos removidos.

En todos los patios, en los primeros 50/80 cm, se detectó presencia de tierra negra, siendo esta no apta para la construcción, a menos que se trate con otros materiales. Posee alto contenido de materia orgánica, es sensible a cambios volumétricos bajo distintos estados de humedad y es difícil de compactar.

Particularmente el patio 3, es el que a simple vista se ve más afectado. Y se condice con los resultados de los estudios realizados in-situ.

En este, se produjo un hundimiento atribuible a un fenómeno hidráulico, donde el escurrimiento de agua arrastro sedimentos, a causa del mal funcionamiento de los desagües pluviales y del tipo suelo del lugar (erosionable).

La tierra negra también fue detectada a distintas profundidades (hasta el 1.50 metros) en correspondencia con este lugar (hundimiento). Esto nos da la pauta de que en algún momento esa zona fue hueca y luego rellena, siendo el material utilizado no apropiado. Además, a simple vista se ven vestigios de una obra subterránea.

En la figura 1 se muestran los resultados del estudio por Georadar. Cabe aclarar que las zonas más críticas son las marcadas en color rojo. En orden de mayor a menor estado de complejidad siguen las de color violeta, luego azul y por último celeste.

Las zonas en color rojo de mayor extensión son lugares con presencia de oquedades, vacíos (suelos sueltos) y presencia de barro (saturados y nula capacidad portante).

Esta zona se corresponde con el salón de usos múltiples, principalmente con la pared sur, indicada con un rectángulo en la figura 1. Y se extiende a una profundidad de 80 cm.

Si bien actualmente el estado de la estructura es bueno, con base en los estudios realizados y teniendo en cuenta que el tipo de fundación actual es deficiente, se decide reforzar las paredes Norte y Sur del Salón de Usos Múltiples, tal como se especifica en la presente memoria.

En cuanto al piso del SUM, se detectó un suelo suelto y de baja capacidad portante como base de contrapiso. Sin embargo, al ser baja la tensión que transmite el piso y al no haber encontrado zonas huecas debajo del mismo se decide no intervenir, en esta instancia, en el interior del SUM.

Los resultados del georradar en este caso se condicen con una zona de baja densidad, pero no necesariamente significa que este hueco.

Respecto al piso de los patios, se recomienda demoler y reconstruir cada uno siguiendo las especificaciones citadas en este informe.

Aprovechando esto último, y conociendo el estado actual del sistema de desagües pluviales, se propone la ejecución de toda la instalación pluvial nueva en cada uno de los patios internos.

Será parte de este trabajo detallar cantidad y dimensiones de las cámaras y cañerías a colocar para lograr el correcto funcionamiento de los desagües.



Fig. 1

El rectángulo de trazo grueso negro indica la pared Sur. Este estudio revela que esa zona es la más crítica.

De la auscultación de las fundaciones existentes y de los resultados del estudio geotécnico realizado, es que se decide reforzar ambas paredes (Norte y Sur).

2. ESTUDIOS REALIZADOS IN-SITU:

Los trabajos que se proponen y las conclusiones plasmadas en este documento, están basados en los siguientes estudios previos realizados in-situ.

- Prospección Georradar.
- 9 ensayos estándar de penetración en lugares específicos.
- 9 muestras para determinación de propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo en laboratorio.
- Ejecución de calicatas en lugares específicos para determinar estado del suelo y tipo de fundación existente.
- Nivelación de todos los patios, umbrales, y cordón cuneta en todo el perímetro.

Se muestran fotografías de los estudios anteriormente expuestos.



Fig. 2: Prospección por Georadar



Fig. 3 Ensayo SPT (Ensayo normalizado de penetración)



Fig. 4: Preparación de muestras para analizar en laboratorio



Fig.5: Relevamiento in situ del hundimiento. Auscultación de restos de construcciones.



Fig.6: Ejecución de calicata para exploración del suelo. Relevamiento de fundaciones existentes.

3. ESTRUCTURA

MUROS SALON DE USOS MULTIPLES

Como se ya se mencionó se realizará un refuerzo en las paredes Norte y Sur del salón de usos múltiples.

Principalmente el objetivo del refuerzo se debe a la deficiente fundación del muro, en concordancia con un suelo con baja capacidad portante.

En la figura 7 se muestran los muros a intervenir.

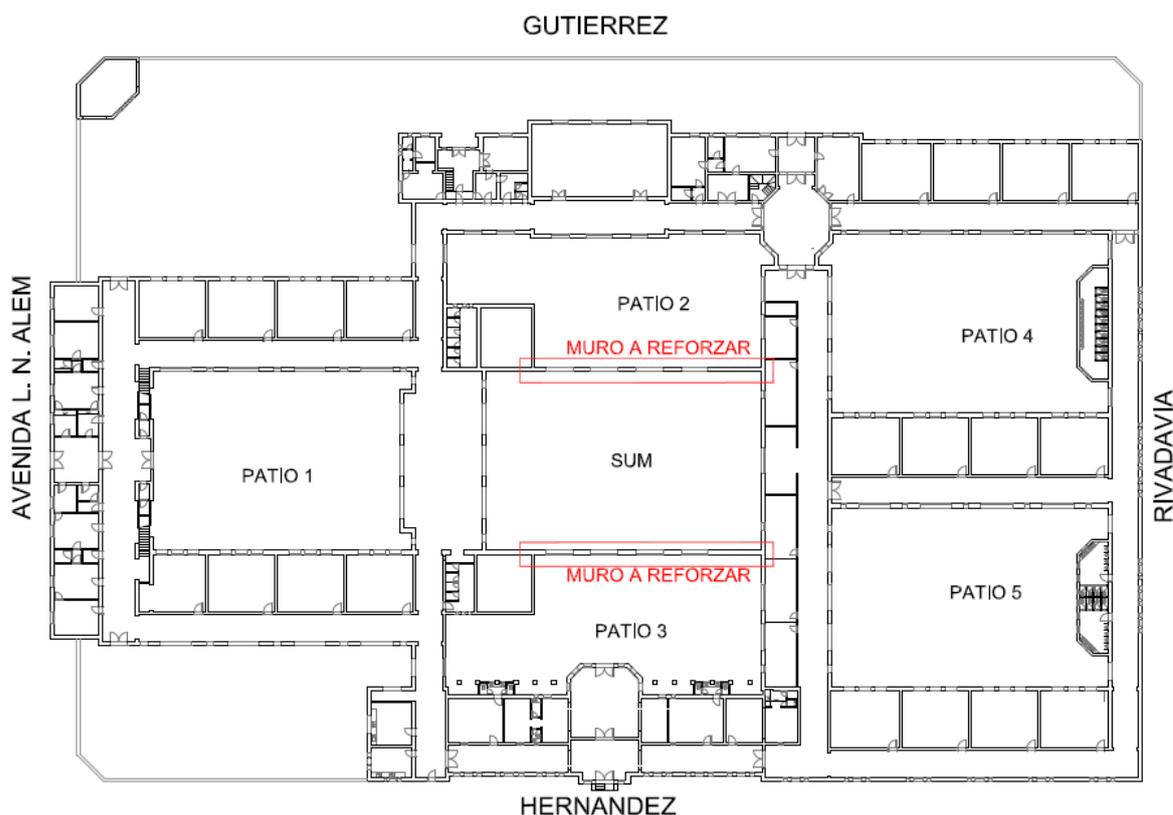


Fig. 7: Planta (Fuera de escala)

Si bien la fundación existente es insuficiente y susceptible a ser socavada, el comportamiento de la pared hasta el momento fue satisfactorio.

Por tal motivo no se recurre a un recalce convencional, (que implica descalzar por zonas e ir calzando con una viga) sino a un refuerzo exterior que sea eficiente sin irrumpir la seguridad actual de la construcción.

La obra nueva consta de columnas de 15 centímetros de hormigón armado dispuestas cada 5 metros. Estas, están unidas en la parte superior por una viga.

Esta última se vincula a la mampostería existente a través de conectores, que serán hierros del $\varnothing 12$ anclados con resina epoxi (anclaje químico). A través de un mecanismo de corte puro, en los conectores, se apoya la pared en la nueva estructura proyectada

A su vez la viga hace de vereda protegiendo las fundaciones de la nueva y vieja estructura para evitar el ingreso de agua de lluvia.

Para ello esta deberá tener una pendiente del 2% hacia el patio y estará a un nivel superior que el piso de este.

La fundación de esta nueva estructura será directa, a través de una zapata a -1.30 m de profundidad. A ese nivel encontramos un suelo limo-arenoso granular, no plástico apto para apoyarse, aunque con baja capacidad portante $\sigma_{adm} = 0.80 \text{ kg/cm}^2$, lo que conduce a bases de mayores dimensiones.

Actualmente la pared tiene un parapeto para tapar la canaleta del techo parabólico del SUM.

Esto último trae aparejado 2 inconvenientes. Resulta difícil el acceso para mantenimiento (limpieza de la canaleta) y al rebalsar se filtra agua hacia el interior del SUM (Fig. 8).



Fig. 8

Dicho esto, si bien la altura actual de la pared es de 7 metros, con la demolición del parapeto quedará en $h = 5.50$ metros.

De acuerdo a los cateos realizados, la fundación existente consiste en una zapata corrida de hormigón de cascotes de 15 cm de espesor con un ancho de 40 a 50 cm.

La profundidad a la que se ubica es del orden de 1 metro. Teniendo en cuenta que se encontró suelo orgánico, suelto y presencia de oquedades hasta una profundidad del orden de los 80 cm en esa zona, se decide reforzar la fundación sin tener en cuenta la contribución resistente que aporta la existente, quedando el análisis del lado de la seguridad.

En las figuras 9 y 10 se muestra la nueva estructura proyectada para la pared Sur. La pared Norte es análoga.

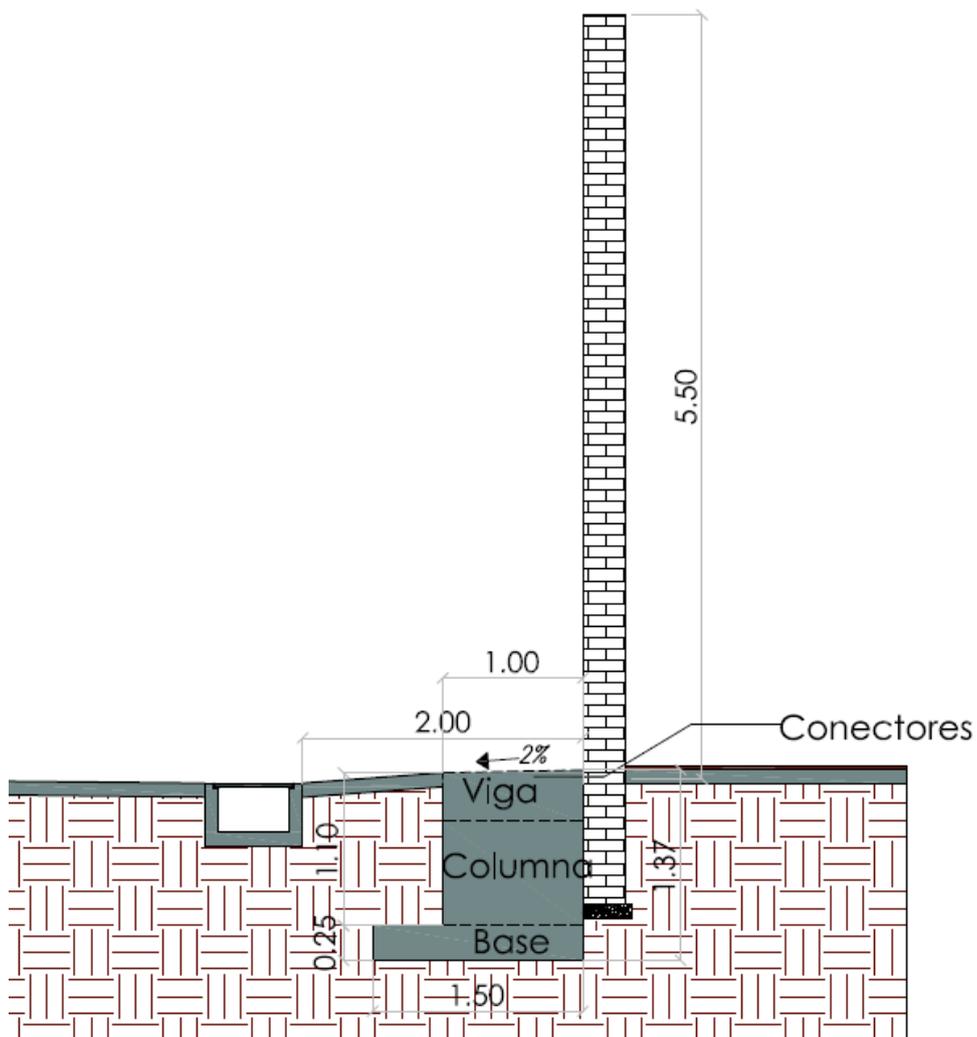


Fig. 9

VISTA REFUERZO MURO SUR - S.U.M.

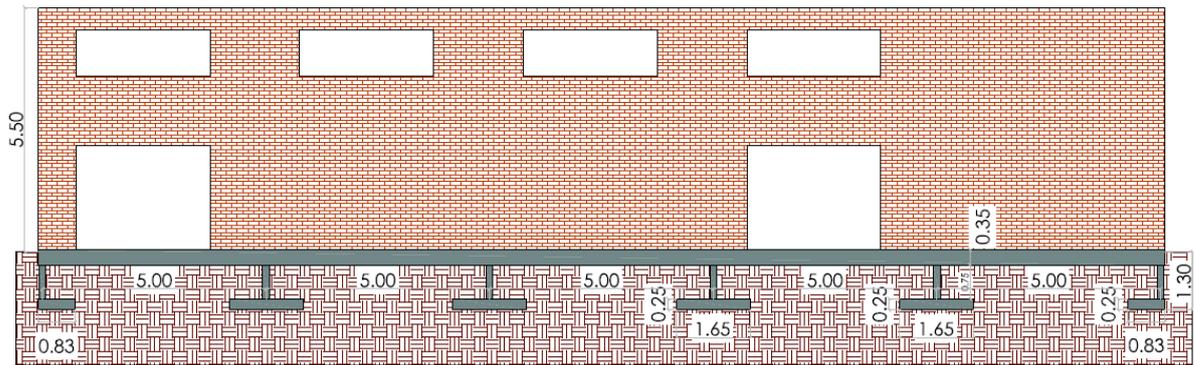


Fig. 10

ANALISIS DE CARGAS

Siguiendo los lineamientos del reglamento vigente CIRSOC 101, se calculan las cargas actuantes.

Peso de la mampostería:

$\gamma = 1700 \text{ kg/m}^3$ (Peso específico de mampostería de ladrillos cerámicos macizos, revocada).

$e = 30 \text{ cm}$

$h = 5.50 \text{ metros (altura)}$

$q = 1.7 \text{ t/m}^3 \times 0.3 \text{ m} \times 5.50 \text{ m} = 2.80 \text{ t/m}$

$2800 \text{ kg/m} \times 5 \text{ m} = 14.000 \text{ kg}$

Peso de la estructura de hormigón:

$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$ (Peso específico del hormigón).

Peso de la viga inferior = 4200 kg

Peso del contrafuerte = 270 kg

Peso de la base = 1485 kg

Total H° = 5955 kg

Carga total por columna = $14.000 + 5.955 = 19.955 \text{ kg}$

DIMENSIONAMIENTO

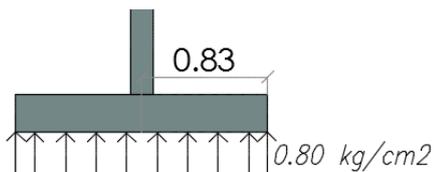
FUNDACIONES:

$$\sigma_{adm} = 0.80 \text{ kg/cm}^2$$

Base propuesta = 150 cm x 165 cm

$$\sigma = 19.955 \text{ kg} / (150 \text{ cm} \times 165 \text{ cm}) = 0.80 \text{ kg/cm}^2 = \sigma_{adm}$$

ARMADURA DE FLEXIÓN EN BASES



$$M = 2.75 \text{ ton.m/m}$$

DIMENSIONADO DE SECCIONES (s/CIRSOC 201)						
Materiales:	Hormigón tipo H21:		$\sigma'_{bk} \geq 210 \text{ Kg/cm}^2$		$\beta_r = 175 \text{ Kg/cm}^2$	
	"A" Acero en barras tipo ADN-420:		$\beta_s \geq 4200 \text{ Kg/cm}^2$			
	"B" Acero en mallas tipo AM-500:		$\beta_s \geq 5000 \text{ Kg/cm}^2$			
	Recubrimiento libre:	2,0 cm		$\gamma = 1,75$	Coef. Seg.	
Secciones tipo losa						
Sección	Tipo Acero	d [cm]	b [cm]	Mcalc. [tm/m]	Ncalc. [t]	hcalc. [cm]
1	A	25,0	100,0	2,75		22,5
Sección	Rec. mec. [cm]	Ms [tm/m]	ms	ω_m	A nec. [cm²/m]	A mín. [cm²/m]
1	2,5	2,75	0,031	0,056	5,24	2,81
Sección	Acalc. [cm²/m]	Armaduras dispuestas				
		\emptyset	sep. [cm]	\emptyset	sep. [cm]	A adop. [cm²/m]
1	5,24	10	15			5,23

Se adopta la misma armadura en ambas direcciones. Malla $\emptyset 10$ c/15/15.

COLUMNAS:

Se considera la excentricidad de la carga provocada por el muro.

$$e = 0.5 \text{ m}$$

$$P = 14000 \text{ Kg (Muro)}$$

$$M = 7 \text{ ton.m}$$

$$N = 20 \text{ ton}$$



Columnas de Hormigón Armado

DATOS GENERALES:

Norma de Diseño : ACI 318-05

Estados de carga considerados en el diseño:

C1 : 1.5CM

Riesgo sísmico : Riesgo Bajo

Materiales

Hormigón, f_c : 0.21 [Ton/cm²]

Tipo de concreto : Normal

Módulo de elasticidad : 215.38 [Ton/cm²]

Peso unitario : 2.40 [Ton/m³]

Recubrimiento epóxico : No

Acero, f_y : 4.20 [Ton/cm²]

Acero, f_{yt} : 4.20 [Ton/cm²]

Tipo de empalmes : Tangencial

Cuantía mínima adoptada : 0.010

Cuantía máxima adoptada : 0.080

Estatus general : Bien

DATOS COLUMNA : 1

Geometría

Tipo de sección : Rectangular

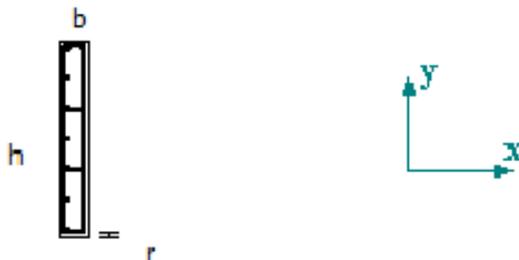
Posición de la columna : Centro

Distancia entre niveles : 1.30 [m]

Ancho b (// a eje x) : 15.00 [cm]

Alto h (// a eje y) : 100.00 [cm]

Armadura



Longitudinal : 14-12mm
Recubrimiento libre : 2.50 [cm]
As provista : 15.82 [cm²]
Cuantía provista : 0.011
Número de barras // a la cara x : 2
Con una separación entre barras : 6.00 [cm]
Número de barras // a la cara y : 7
Con una separación entre barras : 14.17 [cm]

Transversal : 8 8mm c/ 15.00cm
Número de ramas // a eje x : 4
Número de ramas // a eje y : 2
Separación inicial (Sini) : 0.00 [cm]

Parámetros de diseño

Esbeltez	Eje yy	Eje xx
Lu[cm]	130.00	130.00
K	1.00	1.00
Klu/r	30.02	4.50
Cm	0.00	0.00
Pc[Ton]	884.41	39307.06
Sway	Si	Si

Solicitaciones

Estado	Ubicación	Pu [Ton]	Muxx [Ton*m]	Muyy [Ton*m]	Vx [Ton]	Vy [Ton]	Carga transversal	
							xx	yy
C1	Superior	-30.00	-10.50	0.00	0.00	0.00	No	No
	Inferior	-30.00	-10.50	0.00	0.00	0.00	No	No

RESULTADOS COLUMNA : 1

Estatus de la columna : Bien

Compresión biaxial

Estado gobernante : C1
Esfuerzos en barras : fs<0
Longitud de empalme : 40.00 [cm]
Separación libre en empalme : 4.80 [cm]

Estado	Pos.	Pu [Ton]	Mcxx [Ton*m]	Mcy [Ton*m]	δnsxx	δnsyy	Cmxx	Cmyy
C1	Sup.	-30.00	-10.50	0.00	1.00	1.00	1.000	1.000
	Inf.	-30.00	-10.50	0.00	1.00	1.00	1.000	1.000

Estado	Pos.	φ*Mnxx [Ton*m]	φ*Mnyy [Ton*m]	Mc/(φ*Mn)	Pu/(φ*Pn)	Asreq/Asprov	Relación de resistencia
C1	Sup.	-33.61	0.00	0.31	0.17	0.95	0.31 
	Inf.	-33.61	0.00	0.31	0.17	0.95	0.31 

Corte

S adoptado : 15.00 [cm] S calculado : 15.00 [cm]
Sini adoptado : 0.00 [cm] Sini calculado : 7.50 [cm]

Dir	Estado Gob.	Pos.	Vu [Ton]	Vc [Ton]	Vs [Ton]	φ*Vn [Ton]	Vu/(φ*Vn)
2	C1	Sup.	0.00	12.84	27.46	30.23	0.00
		Inf.	0.00	12.84	27.46	30.23	0.00
3	C1	Sup.	0.00	10.97	7.04	13.51	0.00
		Inf.	0.00	10.97	7.04	13.51	0.00

Se disponen 14 Ø12 estribos Ø8 c/15 (4 ramas).

VIGA

CARGA MAMPOSTERIA

Q1 = 2.80 ton/m

CARGA PESO PROPIO

Q2 = 0.84 t/m

Se calcula como una viga continua apoyada en las columnas.

$$M = q \times L^2/12 = 7.60 \text{ ton.m}$$

DIMENSIONADO DE SECCIONES (s/CIRSOC 201)						
Materiales:		Hormigón tipo H21:	$\sigma'_{bk} \geq 210 \text{ Kg/cm}^2$	$\beta_r = 175 \text{ Kg/cm}^2$		
		"A" Acero en barras tipo ADN-420:	$\beta_s \geq 4200 \text{ Kg/cm}^2$			
		"B" Acero en mallas tipo AM-500:	$\beta_s \geq 5000 \text{ Kg/cm}^2$			
		Recubrimiento libre:	2,0 cm	$\gamma =$	1,75	Coef. Seg.
Secciones tipo viga						
Sección	Tipo Acero	d [cm]	b efec. [cm]	Mcalc. [tm]	Ncalc. [t]	hcalc. [cm]
1	A	35,0	100,0	7,600		32,4
2	A	35,0	100,0	-7,600		32,4
Sección	Rec. mec. [cm]	Ms [tm]	ms	ω_m	Anec. [cm ²]	Amín. [cm ²]
1	2,6	7,60	0,041	0,075	10,16	4,05
2	2,6	7,60	0,041	0,075	10,16	4,05
Sección	Acalc. [cm ²]	Armaduras dispuestas				
		\emptyset	cantidad	\emptyset	cantidad	Aadop.[cm ²]
1	10,16	12	9			10,18
2	10,16	8	6	12	6	9,80

Armadura en tramo:

Inferior: 9 Ø12

Superior: 6 Ø8

Armadura en apoyos:

Inferior: 9 Ø12

Superior: 6 Ø8 + 6 Ø12

VERIFICACIÓN A CORTE DE LAS VIGAS:

Tensión básica de corte:	$\tau_0 = Q_{\text{máx}} / (0.85 \times b_0 \times h)$	Con	$b_0 = 100,0 \text{ cm}$
	$Q_{\text{máx}} = 9,10 \text{ t}$		$d = 35,0 \text{ cm}$
	$\tau_0 [\text{Kg/cm}^2] = 3,24$		rec. = $2,0 \text{ cm}$
	armadura mínima		$\tau_{012} [\text{Kg/cm}^2] = 7,5$
La tensión de corte resulta:			$\tau_{02} [\text{Kg/cm}^2] = 18$
	$\tau [\text{Kg/cm}^2] = 1,30$		
El esfuerzo rasante es:			
	$T' = \tau \times b_0 = 12977 \text{ Kg/m}$		
La armadura total de estribos es:			
	$T' / \sigma_s = 5,41 \text{ cm}^2/\text{m}$		con $\sigma_s = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
Se adoptan: 2 ramas	con lo cual a cada rama le corresponde:		$2,70 \text{ cm}^2/\text{m}$
Se disponen estribos	$\emptyset 8 \text{ c/ } 15,0$	$3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$	x rama
		$6,70 \text{ cm}^2/\text{m}$	2 ramas verifica

CONECTORES:

La vinculación entre la estructura nueva y la existente se hace a través de conectores, trabajando a corte puro.

Los conectores se anclan al muro mediante resina epoxi. Para ello se deberá perforar con una mecha de 14 mm un orificio de 12 cm de profundidad. Luego se debe limpiar asegurándose que no quede polvo en la cavidad.

Es importante revisar la estabilidad de las paredes del hueco. Estas deben ser firmes y no debe haber particular sueltas.

Teniendo hechos todos los agujeros se procede a la preparación del producto (generalmente son 2 componentes que deben mezclarse en las proporciones indicadas por el fabricante), se aplica este dentro del orificio y alrededor del hierro y se coloca. El anclaje no deberá entrar en carga hasta el día siguiente.

Si bien hay muchas marcas que comercializan anclajes químicos se recomienda utilizar productos BASF, SIKA (Sikadur 31) O HILTI.

En cualquier caso respetar las especificaciones del fabricante, en lo que refiere a preparación del producto y aplicación.

CALCULO DE LOS CONECTORES:

$\sigma_{adm} = 900 \text{ kg/cm}^2$ (Corte puro)

$q = 2800 \text{ kg/m}$

$As_{nec} = 2800/900 = 3.11 \text{ cm}^2/\text{m}$

$As = \emptyset 12 \text{ c}/33 \text{ cm} = 3.39 \text{ cm}^2/\text{m} > As_{nec}$ OK

Se colocan 3 anclajes por metro lineal.

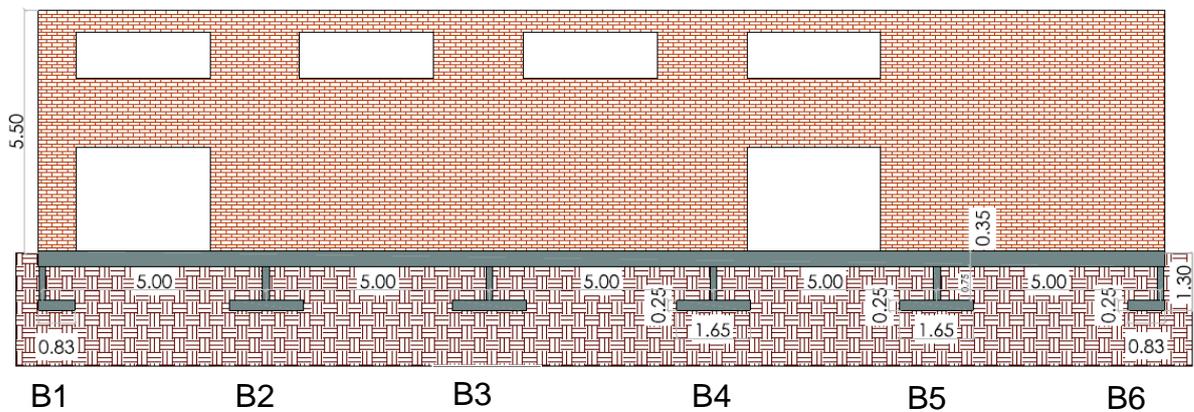
DETALLES CONSTRUCTIVOS A TENER EN CUENTA:

Si bien la estructura proyectada tuvo como premisa no perturbar el muro existente, ya que la misma es exterior y en ningún momento se descalza la fundación existente, se propone una secuencia constructiva alternada.

Esto último quiere decir que no deberán abrirse todos los pozos juntos al momento de construir las bases, sino se hará en dos etapas. Haciendo primero las impares y luego las pares.

De esta manera se evita tener por un tiempo prolongado la excavación a cielo abierto.

VISTA REFUERZO MURO SUR - S.U.M.



SECUENCIA CONSTRUCTIVA:

- Replanteo de la estructura a construir.

-
- Excavación de las bases 1, 3 y 5.
 - Disposición de armaduras de bases y columnas (1, 3 y 5).
 - Hormigonado de bases (1, 3 y 5).
 - Hormigonado de columnas (1, 3 y 5) hasta fondo de viga.
 - Relleno con suelo-cal (al 5%).hasta fondo de viga.
 - Compactación del relleno.
 - Excavación de las bases 2, 4 y 6.
 - Disposición de armaduras de bases y columnas (2, 4 y 6).
 - Hormigonado de bases (2, 4 y 6).
 - Hormigonado de columnas (2, 4 y 6) hasta fondo de viga.
 - Relleno con suelo-cal (al 5%).hasta fondo de viga.
 - Compactación del relleno.
 - Instalación de anclajes químicos para conectores de corte.
 - Disposición de armaduras de viga.
 - Hormigonado de viga.

RESTO DE LOS MUROS

Solucionado el tema de los desagües y habiendo reconstruido todos los pisos de los patios, evitando la acumulación de agua de lluvia contra los muros de la escuela, no resulta necesario, en esta instancia, el recalce y/o refuerzo del resto de los muros.

Cabe mencionar que se han visto asentamientos importantes en algunas galerías. Sin embargo no se ve comprometida la estructura como para intervenirla.



Fig. 11: Hundimiento de pisos en galerías

La causa del hundimiento se atribuye al agua que se infiltra por el hueco que produjo el asentamiento de los pisos de los patios, sumado a pérdidas de agua a través de los sistemas de desagüe actuales.

Todo esto último, provoca una corriente o migración hacia la napa freática con arrastre de finos facilitada por la presencia de suelos sueltos, rellenos y tierra negra compresible. A causa de este fenómeno se producen oquedades, hundimientos y pérdida de capacidad portante del suelo.



Fig. 12

No se observaron deformaciones, grietas ni fisuras en el resto de la estructura que atenten contra la serviciabilidad de la misma.

4. DESAGÜES:

SISTEMA ACTUAL DE DESAGUES

De la evaluación del sistema actual de desagües surge la necesidad inmediata de la reconstrucción de los mismos en todos los patios internos, donde se ha observado:

- Cambios de pendientes en el piso, producto de asentamientos diferenciales. Esto se observó en todos los patios, generando acumulación de agua en lugares indeseables. Como consecuencia de ello surge la necesidad de la reconstrucción de pisos.
- Cámaras fuera de funcionamiento.
- Cañerías tapadas, parcial o totalmente.

Se muestran fotos a modo ilustrativo.



Fig. 13. a. Cámara y cañería tapada

Fig. 13.b. Desniveles en pisos (patio 2)

Respecto a los techos se observó un funcionamiento satisfactorio, salvo en lugares específicos por falta de mantenimiento.

En particular, las figuras 14 y 15 corresponden a la cubierta de la galería 7 (galería ubicada hacia el norte del patio 2).



Fig. 15

Fig.

14

NUEVO SISTEMA DE DESAGUES

Se proyecta un nuevo sistema de desagües en todos los patios internos, que consiste en una canaleta perimetral con rejilla, que conduce el agua hacia una cámara y desde allí a la calle través de tuberías de PVC.

Para el cálculo de este se utiliza el método racional, para determinar el caudal, y la fórmula de Chézy – Manning para dimensionar cañerías y canaletas.

METODO RACIONAL: $Q = C \times A \times I$

DONDE:

Q = Caudal

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la lluvia de diseño

A = Superficie de la cuenca, o área de influencia (de aporte) de la zona en estudio.

En este caso se utilizó una intensidad de lluvia de diseño de 100 mm/h, y un coeficiente de escorrentía igual a 1, ya que no hay posibilidad de infiltración, y lo que puede evaporarse se desprecia a los efectos del cálculo (todo lo que llueve debe desagotarse).

Cabe aclarar que las tablas hechas por OSN son para una intensidad de lluvia de diseño de 60 mm/h. Debido al cambio en los regímenes pluviométricos se adopta una intensidad mayor.

FORMULA DE CHÉZY – MANNING

$$U = \frac{1}{n} \times i^{\frac{1}{2}} \times Rh^{\frac{2}{3}}$$

DONDE:

U = Velocidad de escurrimiento (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad

i = Pendiente expresada en m/m

Rh = Radio hidráulico, que es cociente entre la sección del conducto y el perímetro mojado.

Luego, a partir de la dinámica de fluidos se sabe que:

$Q = U \times A$

DONDE:

Q = Caudal (m³/s)

U = Velocidad de escurrimiento (m/s)

A = Sección de conducto (m²)

El caudal determinado por el método racional deberá ser menor que el caudal máximo que puede erogar el conducto (canaleta, tuberías).

SUPERFICIES DE INFLUENCIA PARA DETERMINAR EL CAUDAL

Se trazaron las superficies de influencia o aporte de agua para cada patio. Se muestran en la figura 16.

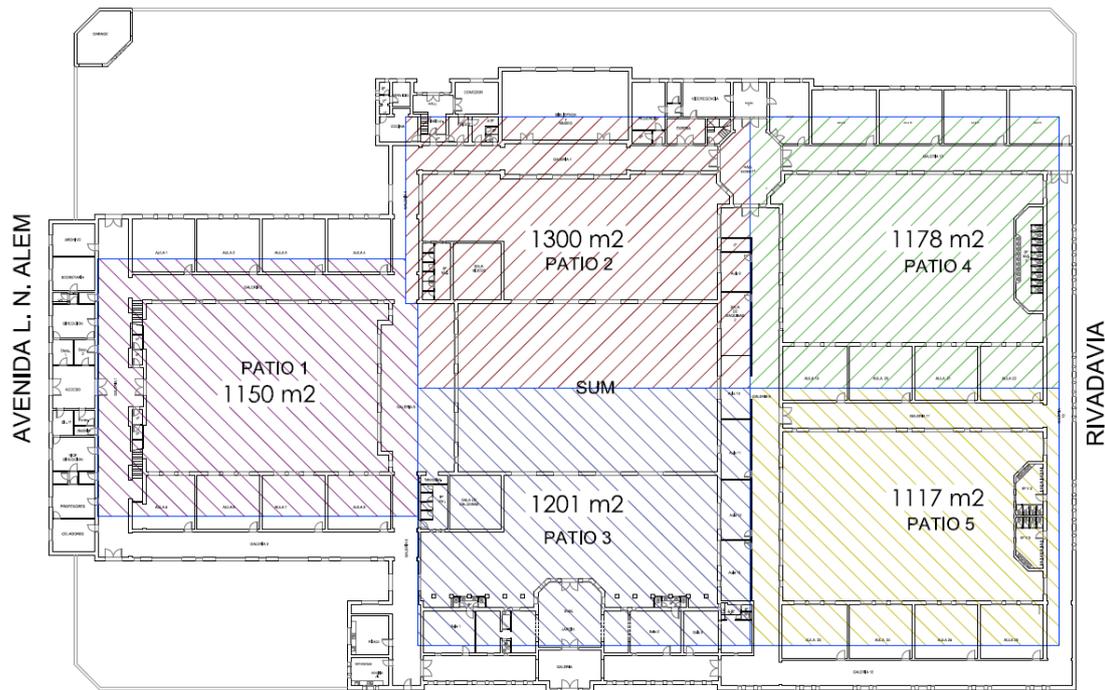


Fig. 16

Como se aprecia en la figura, las superficies de aporte en cada patio son similares. Se adopta la mayor (1300 m²) para el cálculo del caudal y se supone que es el mismo en todos los demás patios quedando el análisis del lado de la seguridad.

DETERMINACIÓN DEL CAUDAL:

CAUDAL A DESAGÜAR	
DATOS	
C =	1
I (mm/h) =	100
A (Ha) =	1300
$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$	
C: Coeficiente de escorrentia	
I: Intensidad de la lluvia en mm/h	
A: Superficie de influencia en hectareas	
Q (m³/seg) =	0,036

Q1 = 0.036 m³/seg = 36 litros/seg.

Q1 es el caudal a desaguar en cada uno de los patios.

DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO DE LA CANALETA DE PISO

CAPACIDAD DE EROGACIÓN DE CANALETA DE PISO	
DATOS	
i =	0,005
n =	0,013
a (m) =	0,09
b (m) =	0,5
$Vm[m/seg] = \frac{1}{n} Rh^{2/3} i^{1/2}$	
V (m/s) =	0,890
Q (m³/seg) = V X A	
Q (m³/seg) =	0,0400
Q (m³/seg) =	40

Se propone una canaleta de 9 cm de altura y 50 cm de ancho (Fig. 17) y se comprueba que la capacidad de erogación es suficiente.

Cabe aclarar que se adopta esta dimensión como la mínima (es decir en el punto más alto). Con una pendiente de 0.5% (5 cm cada 10 metros) se va incrementado la profundidad de la cámara y por ende la capacidad de erogación.

Se sobredimensiona ya que la suciedad disminuye notablemente dicha capacidad. En el plano, donde se muestra la planta de proyecto se indican los niveles de fondo de canaleta en cada esquina.

Será de hormigón terminada a llana. Logrando de esta manera la lisura que favorece el escurrimiento.

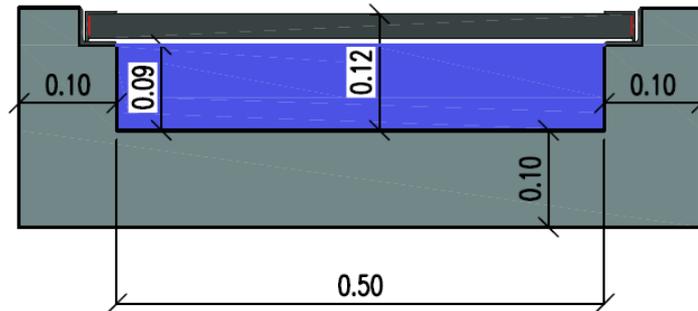
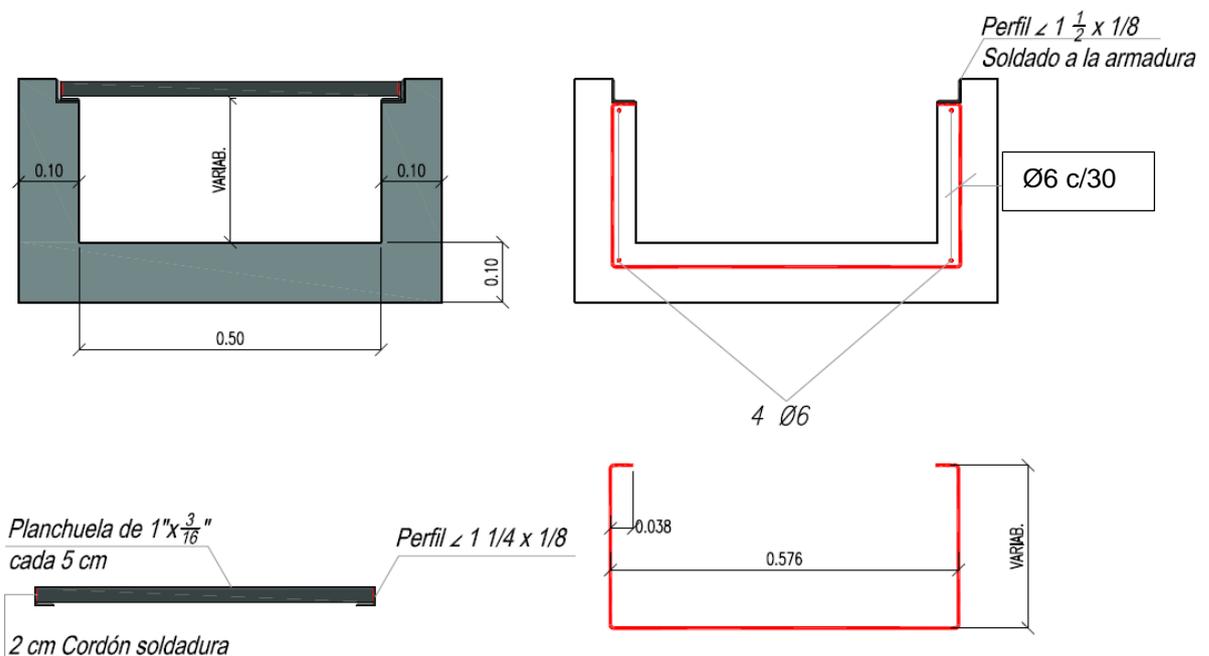


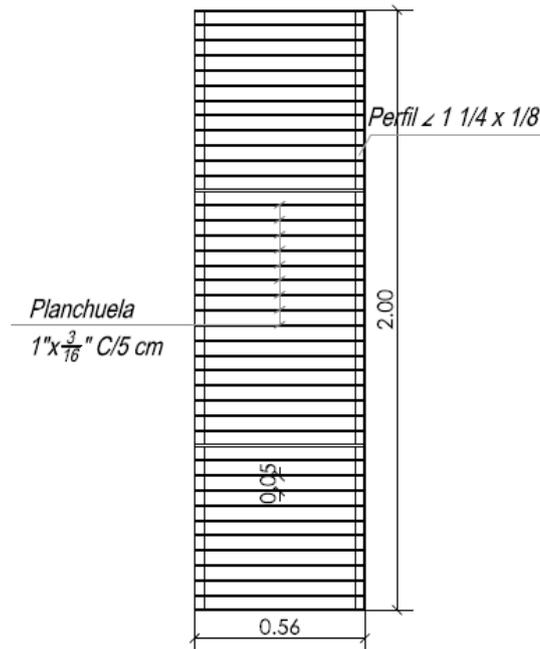
Fig. 17

La canaleta se hace lo suficientemente ancha como para poder limpiarla fácilmente con una pala ancha.

DETALLE CANALETA DE PISO DE HORMIGÓN



MODULOS DE 2 METROS PARA SER RETIRADOS CON
FACILIDAD PARA LIMPIEZA



Para preservar la rejilla, esta deberá ser pintada con dos manos de esmalte sintético con convertidor de óxido.

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LA CAÑERÍA DE SALIDA DE LOS PATIOS

En cada caso se adoptaron diámetros distintos, dependiendo fundamentalmente de las pendientes con las que se cuenta, lo cual surge del trabajo de nivelación que se hizo in-situ y de los niveles de proyecto adoptados.

Para la nivelación se adopta como punto de paso (o de partida) el nivel correspondiente al sumidero (sumidero Norte, en la cuneta, justo en el arranque de curva) ubicado en esquina Rivadavia y Hernández. Se adopta una cota igual a +100.00 y a partir de allí se referenciaron todos los demás puntos.

PATIO 1 Y PATIO 3 – TUBERIA DESDE CÁMARA DE SALIDA HASTA CÁMARA C1

DIÁMETRO 160 - PENDIENTE 1%	
	DATOS
	i = 0,01
	n = 0,011
	∅ = 0,16
$V[m/seg] = \frac{1}{n} Rh^{2/3} i^{1/2}$	
V (m/s) =	1,21
Q (m ³ /seg) = V X A	
Q (m ³ /seg) =	0,0244
Cant. De caños:	2

Del cálculo surge la necesidad de salir en cada patio con 2 caños Ø160 hasta una cámara denominada como C1, que junta los caudales de ambos.

Desde allí, teniendo en cuenta que se duplica el caudal, se pasa de 2 caños de 160 a 4 de 160 y se mantiene la misma pendiente

A la altura de la línea municipal se dispone otra cámara (C2) donde vuelcan estos 4 caños de 160.

Desde allí, se aumenta la pendiente y se disminuye el diámetro del caño de 160 a 110, puesto que el cordón de la calle tiene 15 cm. Como resultado de esto último, surge la necesidad de disponer 4 caños de 110 con una pendiente del 5%. Se muestra a continuación el cálculo.

DESAGUES PATIOS 1 Y 3 - DESDE L.M. AL CORDÓN CUNETA DE CALLE	
DATOS	
i =	0,05
n =	0,011
∅ =	0,11
$Vm[m/seg] = \frac{1}{n} Rh^{2/3} i^{1/2}$	
V (m/s) =	2,11
Q (m ³ /seg) = V X A	
Q (m ³ /seg) =	0,0201
Cant. De caños:	4

PATIO 2

TUBERIA DESDE CÁMARA DE SALIDA HASTA CÁMARA C3

Desde la cámara de salida (Cs), hasta la cámara C3 se disponen 2 caños de Ø160 con una pendiente de 1%.

DIÁMETRO 160 - PENDIENTE 1%	
	DATOS
	i = 0,01
	n = 0,011
	∅ = 0,16
$Vm[m/seg] = \frac{1}{n} Rh^{2/3} i^{1/2}$	
V (m/s) =	1,21
Q (m ³ /seg) = V X A	
Q (m ³ /seg) =	0,0244
Cant. De caños:	2

Desde la cámara C3 hasta la cámara ubicada en correspondencia con la línea municipal (cámara C4) se aumentan la pendiente y se mantiene la misma tubería. Esto se hace por una cuestión de la topografía actual.

A partir de la cámara 4, que se ubica en vereda, se cambia el diámetro a 2 caños Ø110, para salir al cordón de la calle, y se aumenta la pendiente.

DESAGUE PATIO 2 - TUBERIAS DESDE LMA CORDÓN	
	DATOS
	i = 0,05
	n = 0,011
	∅ = 0,11
$Vm[m/seg] = \frac{1}{n} Rh^{2/3} i^{1/2}$	
V (m/s) =	2,11
Q (m ³ /seg) = V X A	
Q (m ³ /seg) =	0,0201
Cant. De caños:	2

PATIOS 4 Y 5

En el caso de los patios 4 y 5 se opta por tuberías de Ø110, ya que se pueden adoptar importantes pendientes, que permiten desaguar el caudal de cálculo.

En ambos casos además de la cámara de salida (Cs), que se ubica dentro de los patios, se dispone una cámara (C5) que se ubica en vereda, en correspondencia con la línea municipal.

Entra la cámara de salida y la cámara C5 se adoptan 2 caños Ø110 con una pendiente del 6%. Desde allí (cámara c5) continúa de la misma manera (2 Ø110 y pendiente del 6%) hasta el cordón de la calle.

PATIOS 4 Y 5	
	DATOS
	i = 0,06
	n = 0,011
	Ø = 0,11
$Vm[m/seg] = \frac{1}{n} Rh^{2/3} i^{1/2}$	
	V (m/s) = 2,31
	Q (m ³ /seg) = V X A
	Q (m ³ /seg) = 0,0220
Cant. De caños:	2

Dado que las distancias que se deben cruzar a través del edificio existente son cortas, es posible atravesar con tunelera o bien demoliendo una franja de piso (calcáreo rojo en galerías y placas de hormigón en aula 8) y reconstruyendo el mismo.

En este último caso, se podrán respetar con mayor exactitud las pendientes de proyecto (por tal motivo es recomendable), y los costos son similares. Además los pisos que se atraviesan son fáciles de conseguir en el mercado, de manera tal que pueden reconstruirse las galerías sin mayores problemas.

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DESAGÜES EN LAS CALLES PERIMETRALES DE LA ESCUELA:

Se han observado problemas de desagües en las calles perimetrales de la escuela, particularmente en Calle Gutiérrez y en la esquina de Hernández y Rivadavia.

Respecto al primer caso, de la nivelación surge la causa del problema. Hay una losa que se ha levantado, producto del crecimiento de la raíz de un árbol. Esto provoca una retención del agua que debe escurrir desde la Avenida Leandro N. Alem hacia la calle Rivadavia, a través de Calle Gutierrez..

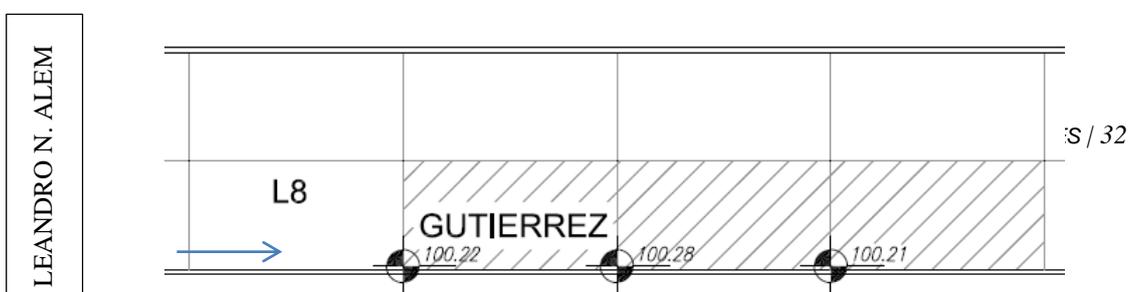


Fig. 18

Para identificar a la losa que presenta el problema, se contabilizaron las losas desde el arranque de curva en calle Gutiérrez y Avenida Leandro N. Alem. A partir de este trabajo se concluye que se deben levantar y reconstruir las losas 9, 10 y 11 respetando los niveles extremos (losas 8 y losa 12).

Para evitar problemas futuros, se deberá tomar alguna medida con la planta que ocasionó el problema.

Cabe aclarar que en general se presentan desniveles pequeños entre losas por asentamientos diferenciales y además la pendiente que hay tanto en calle Gutiérrez como en calle Rivadavia es pequeña. Esto último trae aparejado pequeñas acumulaciones de agua, que no es más que un problema menor, que no amerita intervención.

Se observan también problemas de funcionamiento del sumidero de la calle Rivadavia, esquina Hernández.

Allí la boca de entrada al sumidero no está bien construida lo que ocasiona una falta aprovechamiento de la capacidad hidráulica, como se puede ver en la figura 19. Se recomienda respetar los planos tipo de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires y reconstruir las bocas de ingreso a ambos sumideros (Norte y Sur).



Fig. 19. Se puede notar en la foto que sólo 1 vano del sumidero se aprovecha

También en esta misma esquina se ha notado que una tapa de una cámara, que se ubica en la calle, ha quedado alta y dificulta el escurrimiento.





Fig. 20

La dificultad que impone esta cámara al escurrimiento es menor, lo cual no amerita intervención.

En resumen, en lo que refiere al desagüe en calles perimetrales de la Escuela Normal, hace falta reconstruir las losas indicadas en calle Gutiérrez y las bocas de ingreso a los sumideros de la calle Rivadavia.

5. RECONSTRUCCIÓN DE PISOS EN PATIOS

Como ya se mencionó será necesaria la reconstrucción de los pisos de cada patio. Para ello se propone un paquete estructural que involucra los escombros removidos, producto de la demolición del existente, de manera tal de aprovechar al máximo los materiales.

Posterior a la demolición, se procede a la recuperación del material haciendo de los escombros una granza, para incorporarla a la base del nuevo piso. Se adopta como base entonces, un estabilizado compuesto por suelo, granza y cal (al 5% en peso).

El uso de la cal se debe al alto contenido de humedad que posee actualmente el suelo y a la presencia de materia orgánica. De esta manera se logra bajar el índice de plasticidad (I_p) del suelo, se obtiene capacidad portante, un material apto para el fin que se requiere, estabilizado, fácil de trabajar y compactar.

Una vez realizado el estabilizado, se procede a la compactación y el curado del mismo. Finalmente sobre este se dispone un piso de 10 centímetros de hormigón simple, con una resistencia característica de 210 kg/cm² (H21).

DETALLE RECONSTRUCCIÓN DE PISOS

ESC. 1 : 10



Respecto a las juntas, no se permiten paños mayores a 25 m².

El sellado con material asfáltico se hará una vez que estas se encuentren libres de partículas sueltas, polvo y humedad.

En el patio 1 se mantiene una vereda perimetral existente de ladrillos refractarios, dado que su estado actual es satisfactorio y no posee problemas de acumulación de agua.

Particularmente en dos umbrales, se puede observar que hace falta sellar con material asfáltico para evitar el ingreso del agua. Este trabajo queda incluido dentro del tomado de juntos de nuevo piso del patio 1.

En el patio 3 también se mantiene una vereda de ladrillos refractarios que se encuentra en buen estado y a un nivel superior que el actual.

Todos estos lugares se encuentran marcados en el plano adjunto con un sombreado y acompañados de una referencia.



Fig. 21. Vereda perimetral en patio 1 que se mantiene

En los patios 4 y 5 también se mantienen pisos que se corresponden con los umbrales por los que se accede a la galería 13. Estas zonas están indicadas con un sombreado en el plano adjunto y acompañadas de referencias.

Particularmente en estos últimos lugares, una gran superficie de techo desagua en caída libre manchando las paredes, mojando el interior de la galería y hasta en algunos casos la falta de pendiente hace que el agua ingrese al interior.



Fig. 22

Para estos casos se propone hacer un techo de chapa con caída hacia el patio. El objetivo es que este colecte dicha agua de lluvia y la conduzca hasta el piso y sistema de desagües a construir.

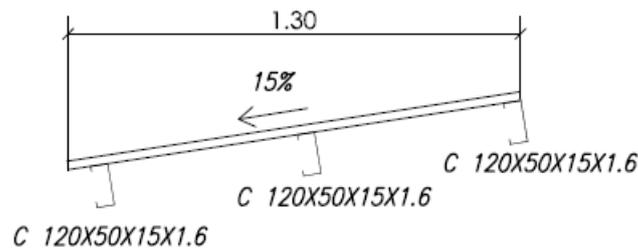
En nuevo techo se ubicará por encima de la pérgola existente, será de chapa galvanizada acanalada sobre perfiles C 120x50x15x1.6 conformados en frío galvanizados (ver esquema).



Fig. 23

Los perfiles apoyan directamente en los muros. Para ello se picará 10 cm de ancho x 15 cm de altura x 10 cm de profundidad se posiciona el perfil y se rellena con mortero (arena y cemento). Se disponen 3 perfiles en cada techo cada 60 centímetros.

En total son 4 techo de 1.30 metros x 3.50 metros todos con caída hacia el patio 4 o 5 según corresponda (2 y 2).



*TECHO DE CHAPA ACANALADA GALVANIZADA SOBRE PERFIL C CADA 60 cm
LOS PERFILES C, TIENEN 3.50 METROS Y APOYAN DIRECTAMENTE EN LOS MUROS*

OBSERVACIONES QUE SURGEN DEL RELEVAMIENTO

Se ha observado en todos los patios la necesidad de rampas para personas con movilidad reducida.

Se propone dentro del ítem “Reconstrucción de pisos en patios” la ejecución de al menos 1 rampa en cada uno de los mismos.

No se indica la ubicación en los planos ya que se cree conveniente que esa decisión se tome en obra en conjunto con los directivos de la escuela.

Se ejecutarán también de hormigón pero en este caso se le hará un tratamiento a la superficie para darle rugosidad. Esto se puede lograr pasando un escoba a lo largo y ancho una vez que se ha hormigonado y previo al fragüe.

