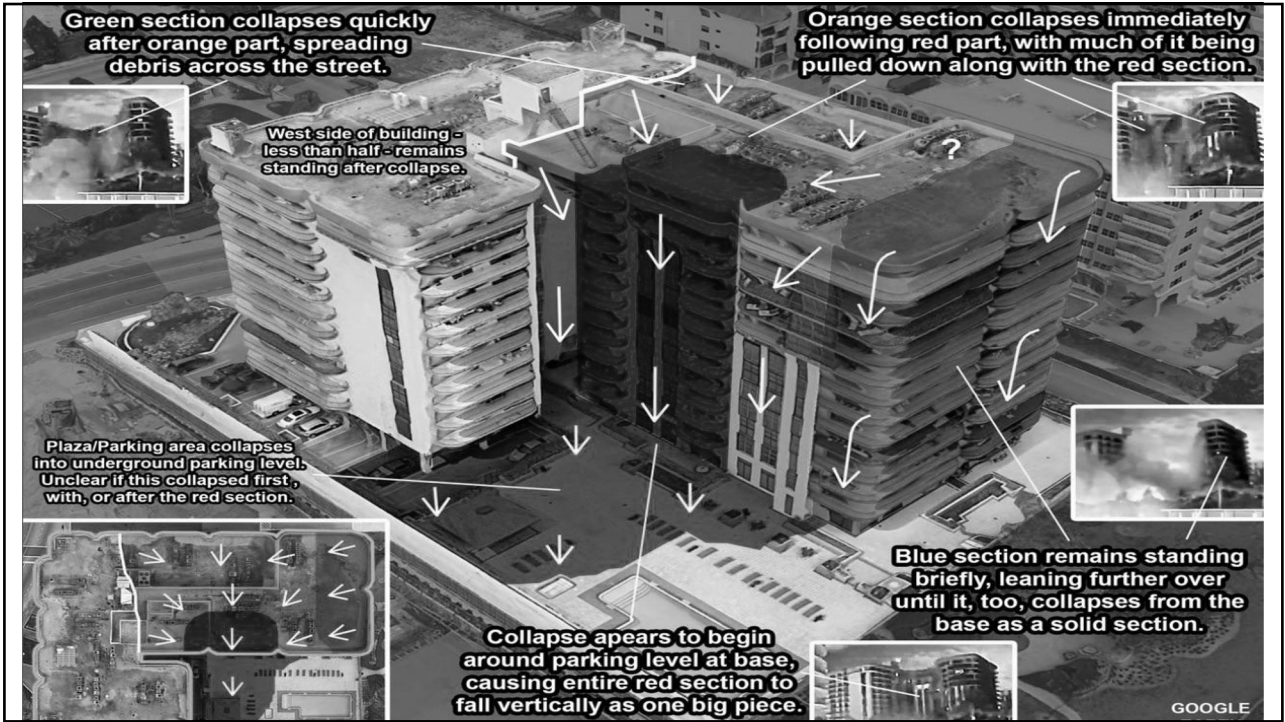


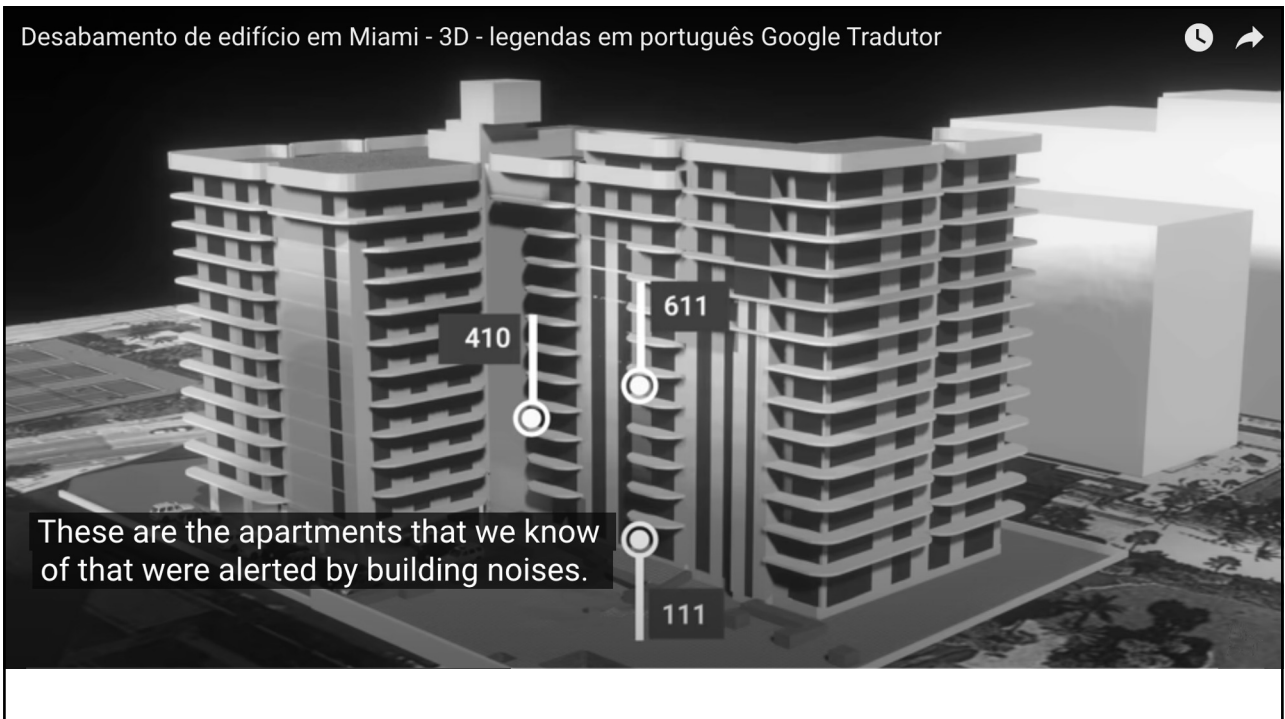
1

Torres Champlain Towers South
8777 Collins Avenue, Miami Surfside
Inaugurado en 1981 por el contratista Nathan Reiber
Champlain Towers North, 1981 & Champlain Towers East, 1994
Todos en forma de L con 12 plantas
Colapso alrededor de 1h30 EDT
junio 30, 2021 40 años

2



3



4

Una residente dijo a *The Post* que minutos antes de que se derrumbara **Champlain Towers South** en **Surfside**, se dio cuenta de que una sección de la cubierta de la piscina y una zona de aparcamiento a nivel de la calle se habían derrumbado. El marido de otra residente ha dicho que su esposa, que no ha sido vista desde el desastre, hizo una observación similar en una llamada telefónica poco antes del colapso.

Sara Nir, una residente, dijo a *The Post* que poco antes de la 1 de la madrugada notó fue ruidos de “**golpes**” que supuso eran causados por las obras de construcción. Alrededor de la 1:14 de la madrugada, oyó un ruido que le pareció el de un muro que se derrumbaba, y salió de su apartamento de la planta baja para quejarse a un guardia de seguridad en el vestíbulo.

<https://www.infobae.com/america/wapo/2021/06/30/la-piscina-del-edificio-derrumbado-en-miami-y-una-nueva-hipotesis-para-explicar-la-tragedia/>

4/20

5

Primera Lección

- ✓ Estar atento y escuchar los gritos de la estructura, pues accidentes graves y colapsos pueden ocurrir a cualquier momento y edad de una estructura.
- ✓ Todas las estructuras avisan que están por colapsar, pero el desafío es saber entender los señales de la estructura !

6



7

NIST encourages members of the public to submit any information, including video, photos or other documentation

- ✓ June 24, 2021, Champlain Towers South, 12-floor condominium in Surferside, Florida, at 1:30 a.m.
- ✓ June 25, NIST began a team of six scientists and engineers to collect firsthand information on the collapse.
- ✓ June 30 decided full technical investigation of the collapse by National Construction Safety Team (NCST) Act
- ✓ NCST's work will not interfere with the ongoing search-and-rescue operation at the scene of the collapse.
- ✓ NCST's role is not to determine any culpability.
- ✓ NCST investigation is to determine the technical diagnose and cause of the collapse and, learning from that, to recommend changes to building codes, standards and practices, and appropriate actions to improve the structural safety of buildings.
- ✓ NCST investigations are thorough and typically take years to complete.

8



Inspecciones

recogieron para análisis en laboratorio cerca de 200 elementos constructivos

9

Segunda Lección

- ✓ Transparencia → crear un Portal de acceso público con todas las informaciones y fotos
- ✓ Valorar la investigación científica junto a policía y bomberos desde el primer día
- ✓ Nombrar un equipo multidisciplinario responsable y con poder

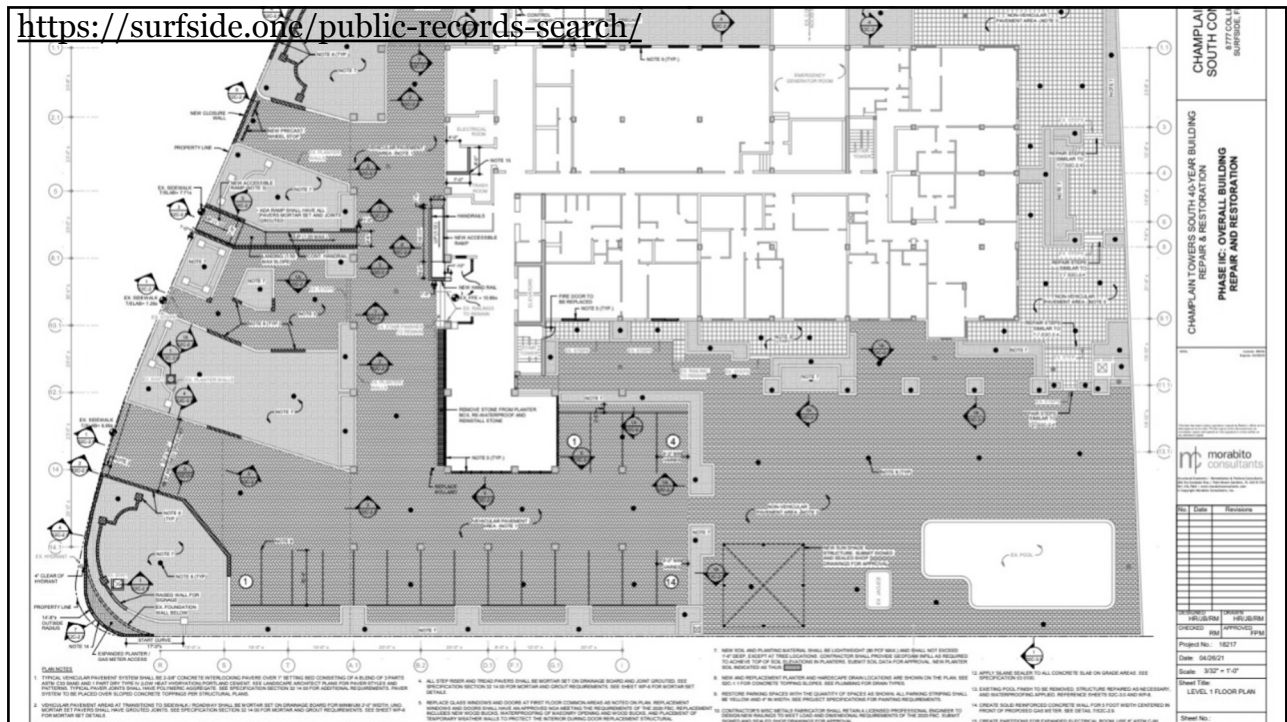
“públicas y privadas”

10

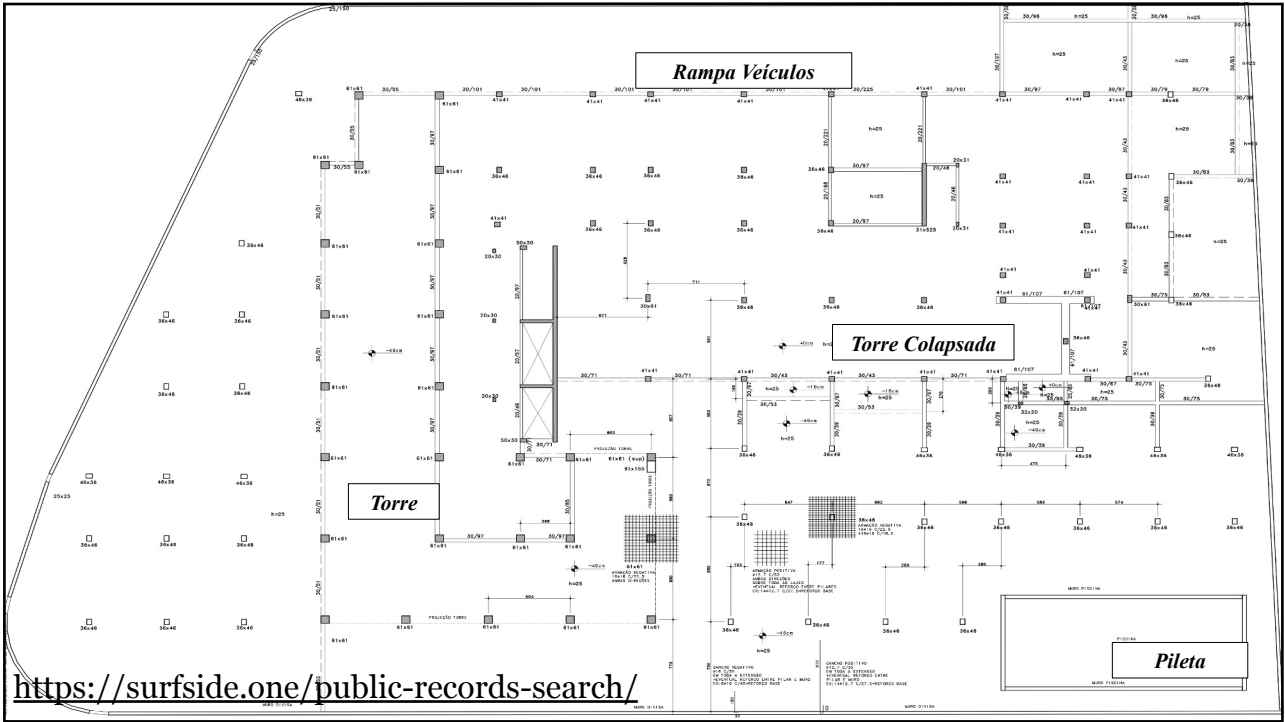
Sobre secuencia del colapso hay consenso:
 losa de recreación → parte de la torre cerca →
 torre lejos → torre más afastada

Diseño Estructural Probable

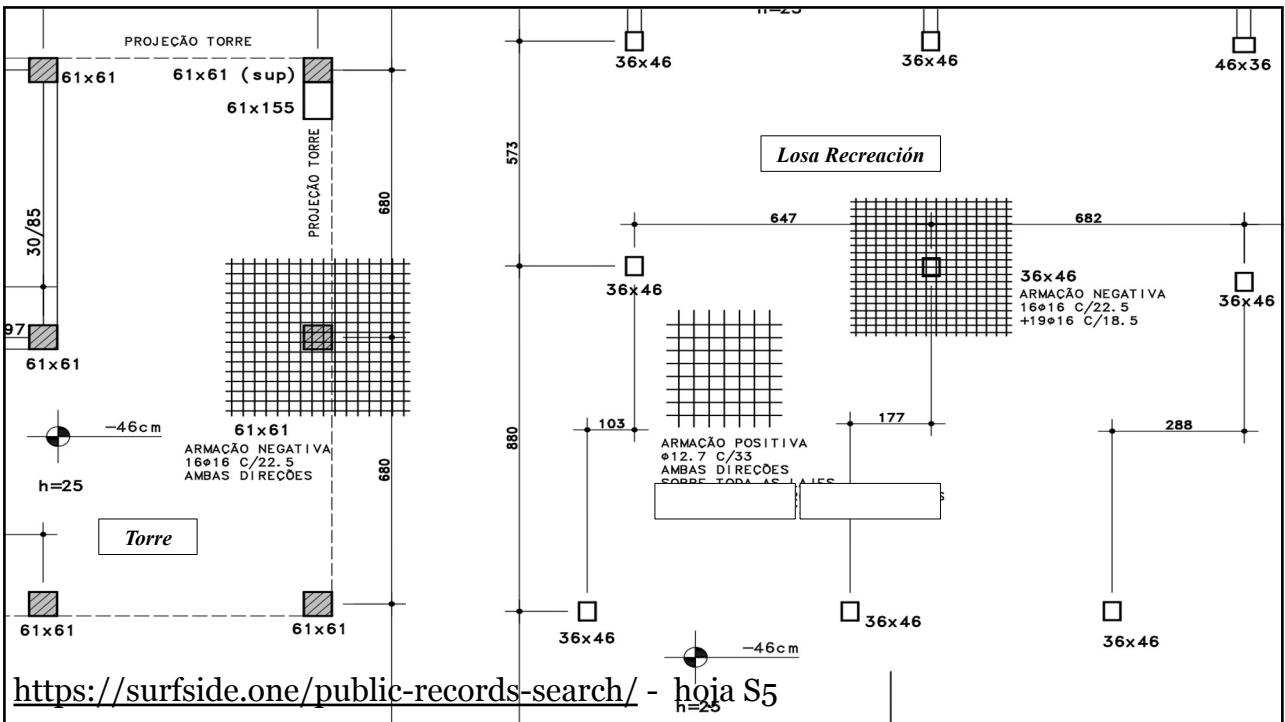
11



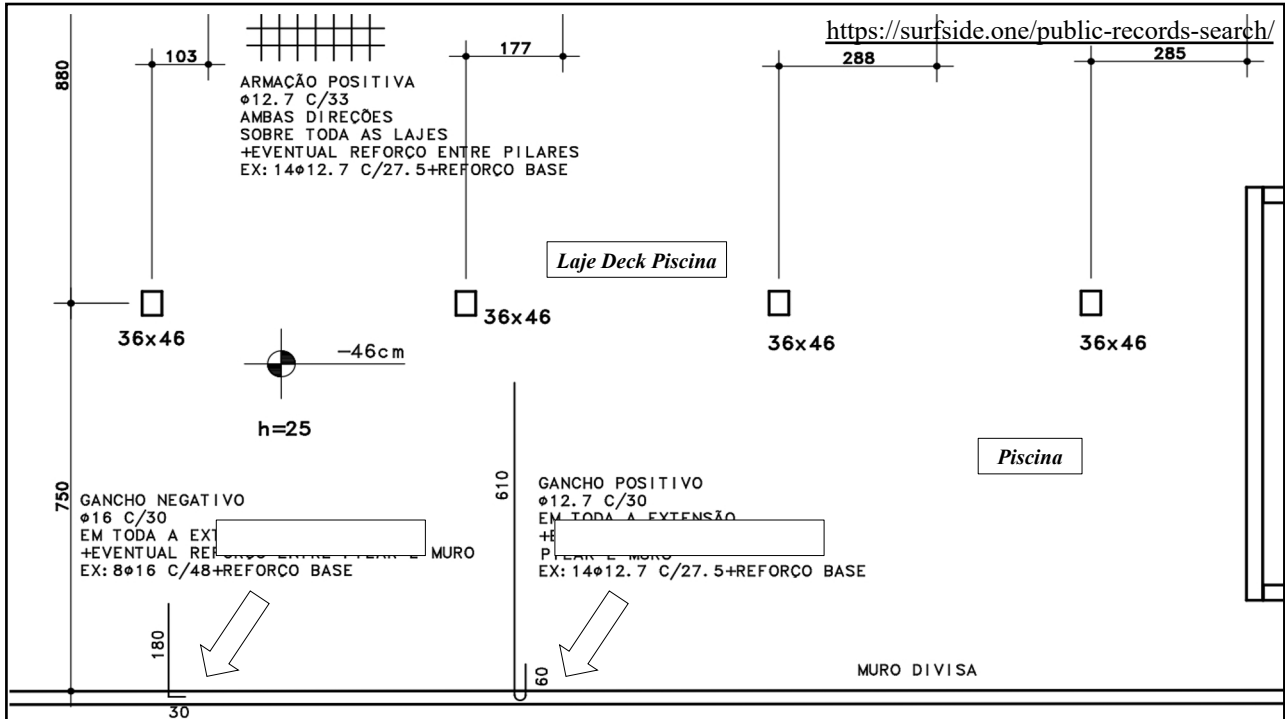
12



13



14



15

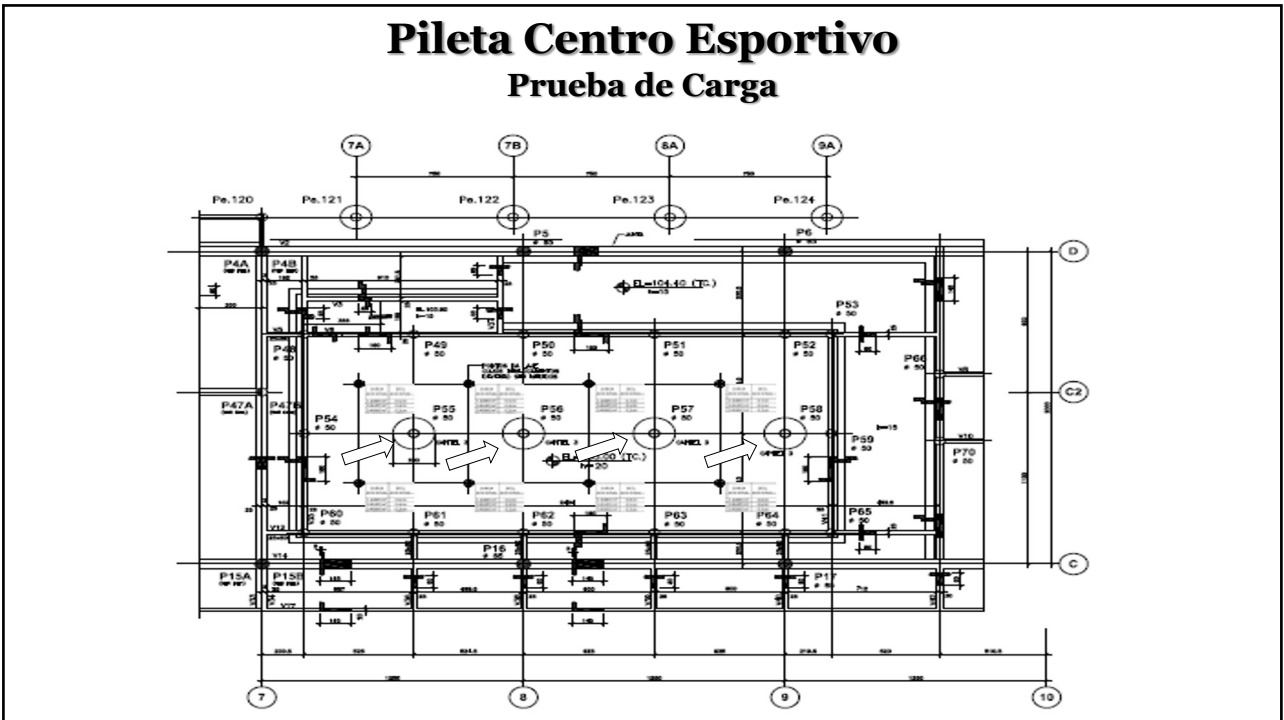
Sobre início del colapso hay consenso:
 Punzonamiento de la losa de recreación

*Recuerdo y ejemplo del concepto de
 punzonamiento*

16



17



18



19



20



21



22

Paulo Helene

MANUAL

PARA REPARO,

REFORÇO E

PROTEÇÃO DE

ESTRUTURAS

DE CONCRETO

Punção

Manifestação Típica



Projeto de Divulgação Tecnológica

PINI

POSROC

23

Hipótesis del “Gatillo”

1. Corrosión del acero en columnas;
2. Estructura con losas planas sin vigas;
3. Efectos ambientales de recalce generalizado;
4. Corrosión del acero alrededor de la pileta;
5. Corrosión del acero junto al muro de divisa sur por fisuras;

24

October 8, 2018

Re: *Champlain Towers South Condominium
Structural Field Survey Report
MC Job# 18217*

Page 8

El reporte estructural de Morabito, 2018, demuestra que la corrosión en las columnas era inicial y jamás suficiente para justificar un colapso

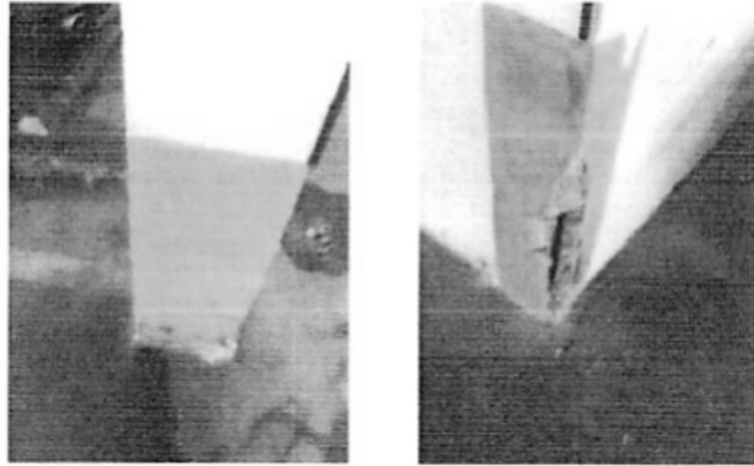


Figure J1: Typical cracking and spalling at parking garage columns

25



26

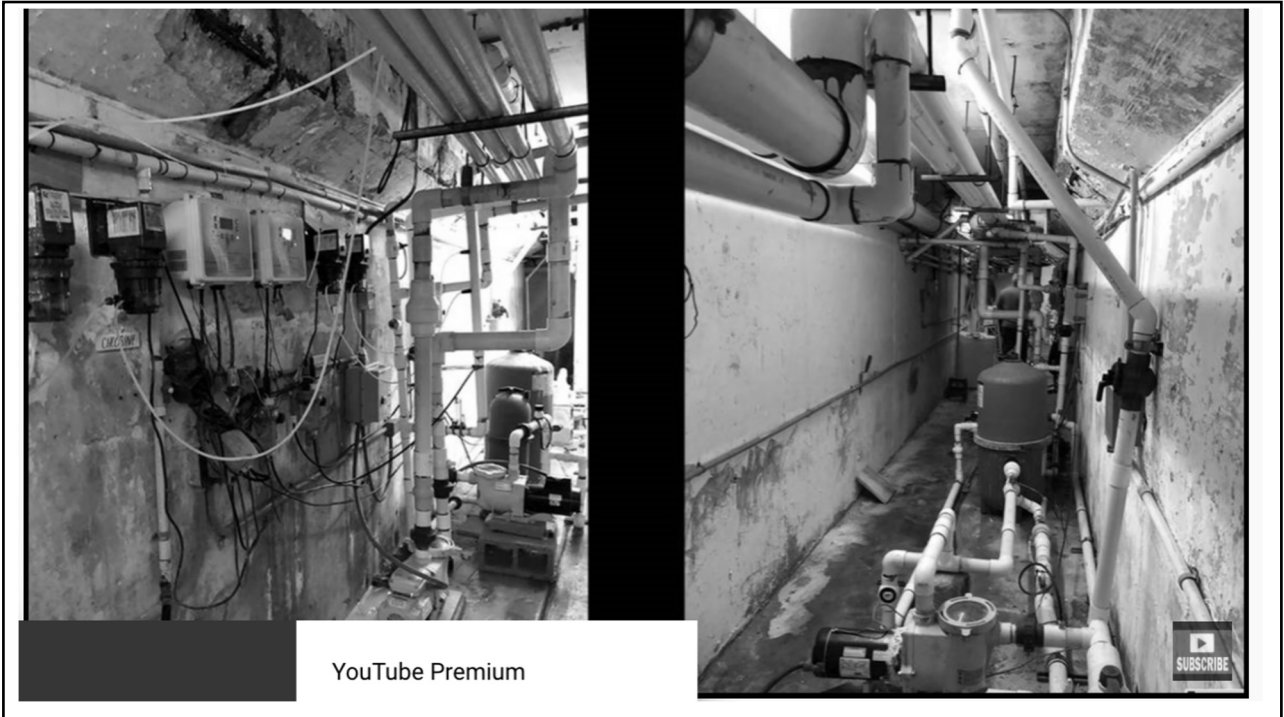


27

Hipótesis del “Gatillo”

1. Corrosión del acero en columnas;No
2. Estructura con losas planas sin vigas;OK??
3. Efectos ambientales de recalce generalizado;No
4. Corrosión del acero alrededor de la pileta:
5. Corrosión del acero junto al muro de divisa sur por fisuras;

28



29

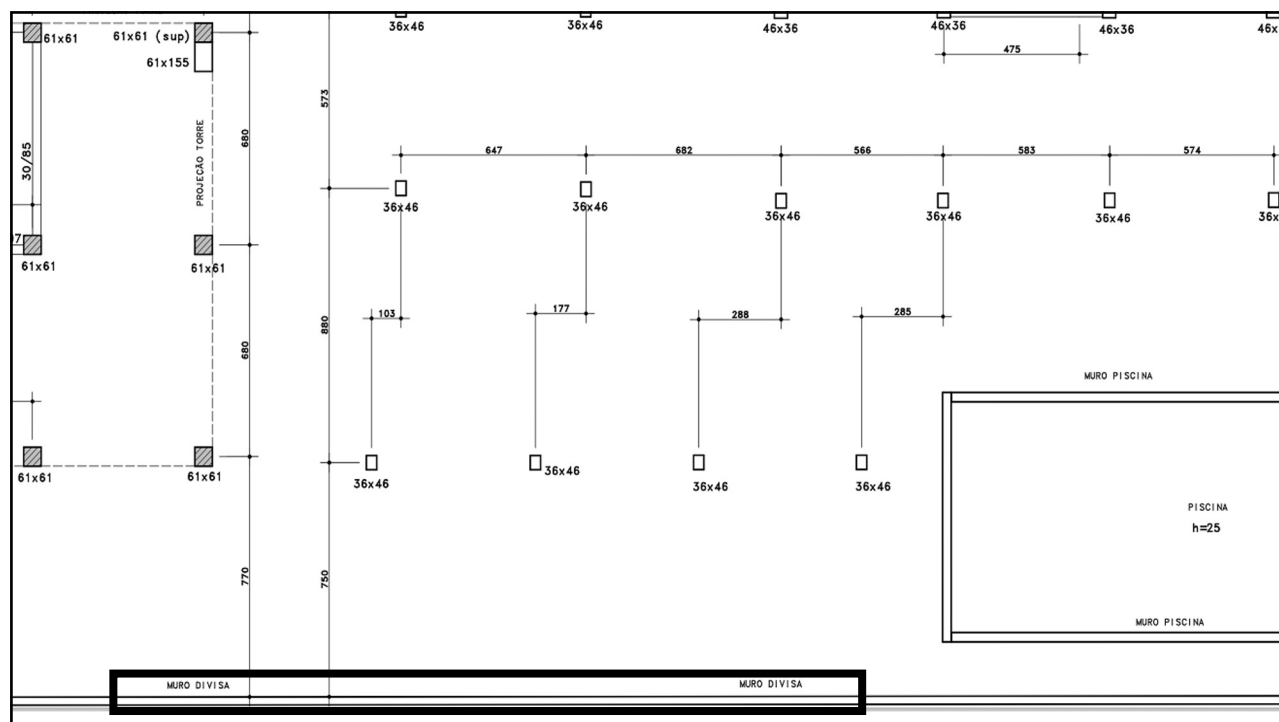


30

Hipótesis del “Gatillo”

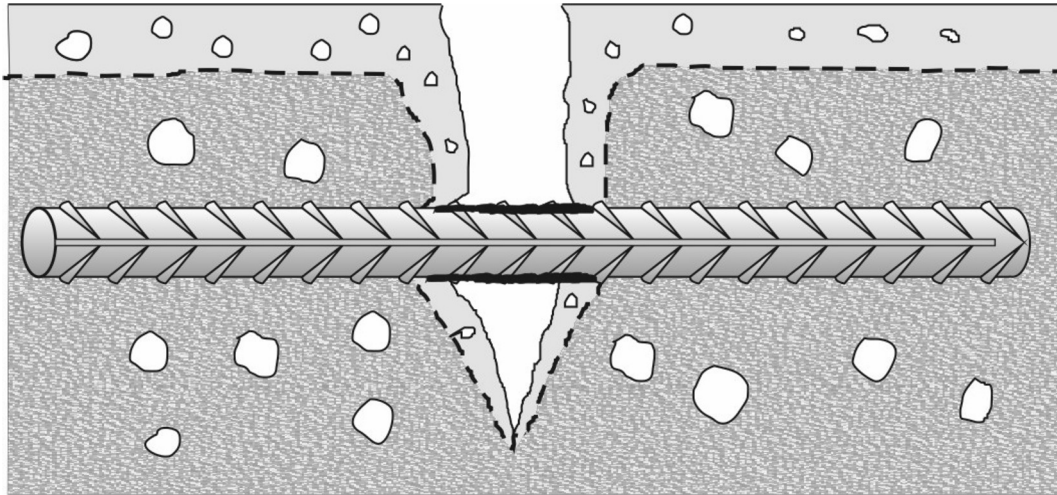
1. Corrosión del acero en columnas; No
2. Estructura con losas planas sin vigas; ayuda
3. Efectos ambientales de recalce generalizado; No
4. Corrosión del acero alrededor de la pileta: No
5. Corrosión del acero junto al muro de divisa sur por fisuras de tracción;

31



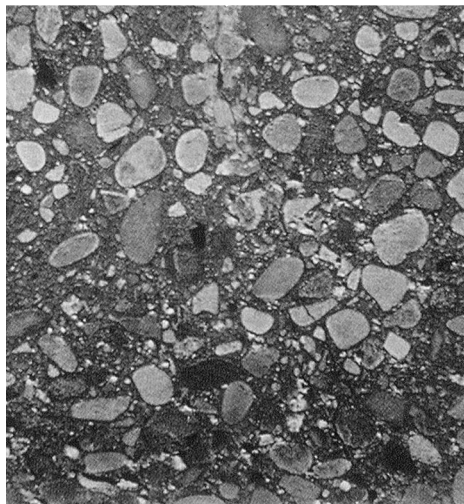
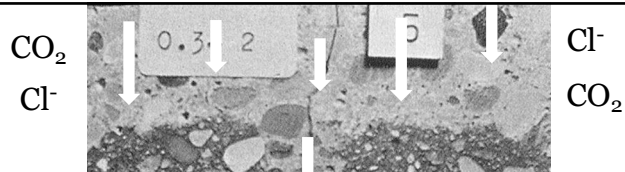
32

Fisuración bajo Carbonatación y/o Cloruro

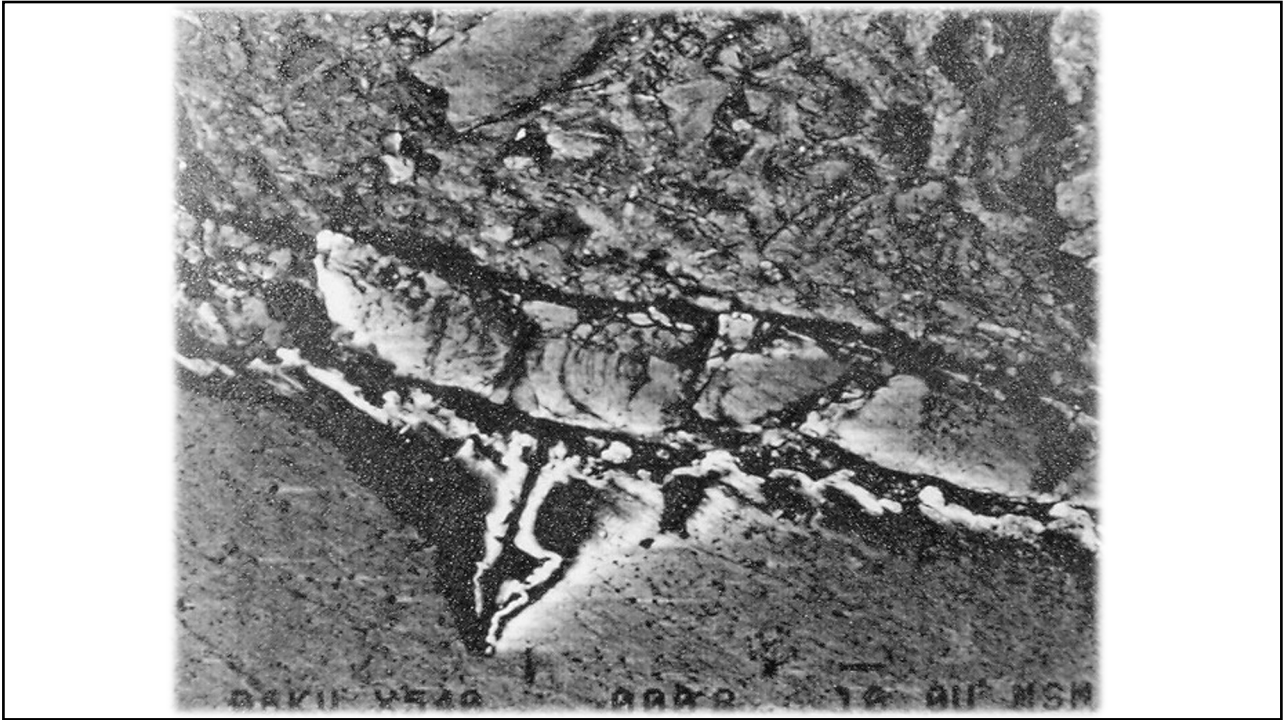


w_k anodo pequeño vs catodo enorme

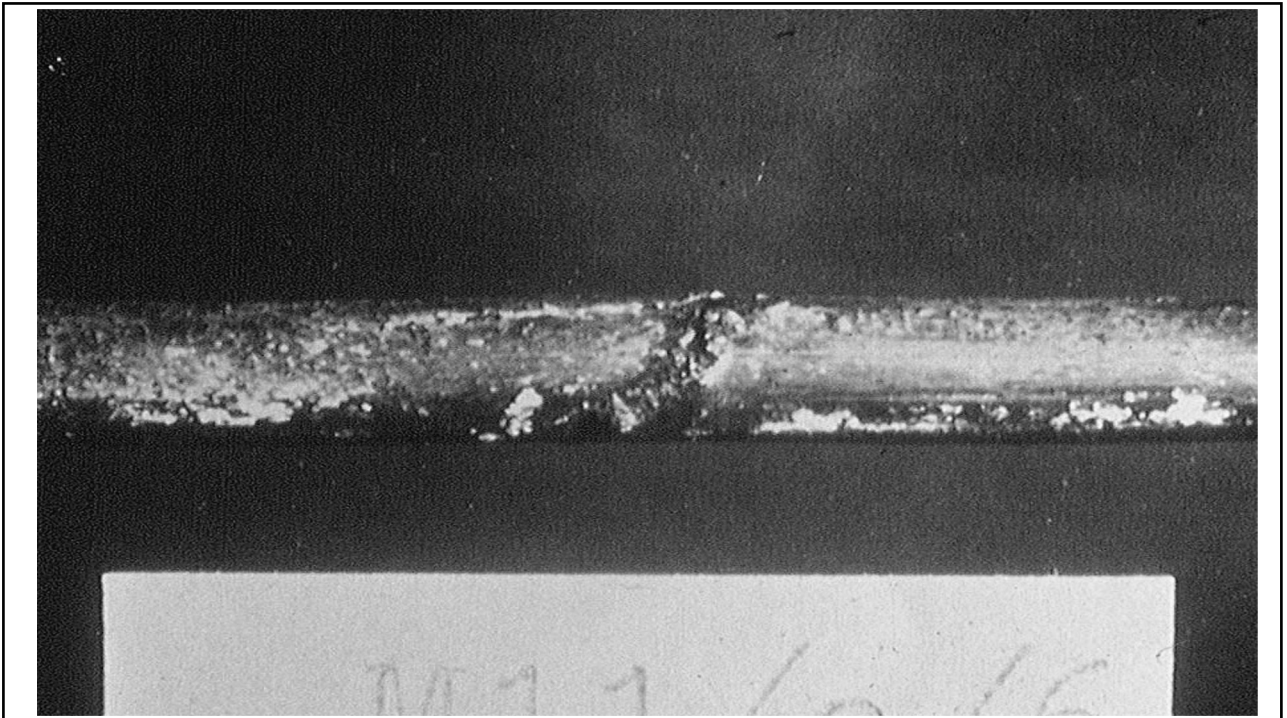
33



34



35



36



37



38



39



40



41



42



43



44



45

Tercera Lección

- ✓ Es fundamental proceder a una inspección correcta y detallada, realizada por expertos que sepan identificar los puntos críticos de la estructura que está bajo inspección

“todo lo que dice Red DURAR y ALCONPAT en cuanto a anameneses, ensayos, conocer planos estructurales, medir cloruros, hacer prospecciones...”

46

Hipótesis del “Gatillo”

1. Corrosión del acero en columnas; No
2. Estructura con losas planas sin vigas; ayuda
3. Efectos ambientales de recalce generalizado; No
4. Corrosión del acero alrededor de la pileta: No
5. Corrosión del acero junto al muro de divisa sur por fisuras; Sí
6. Corrosión del acero por punzonamiento en fisuras en la cara superior de la losa; Sí

47



48



49



50



Columnas colapsadas

<https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates->

51



Columnas colapsadas

<https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates->

52



Losas colapsadas

<https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates->

53



Losas colapsadas

<https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates->

54



Columnas colapsadas

<https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates->

55



October 8, 2018

Champlain Towers South
8777 Collins Avenue
Surfside, FL 33154

Attention: Ms. Maggie Manrara
Treasurer

**Re: Champlain Towers South Condominium
Structural Field Survey Report
MC Job# 18217**

Dear Ms. Manrara:

Morabito Consultants, Inc. (MC) is pleased to submit this structural engineering report of the Field Survey completed at the existing Champlain Towers South Condominium Complex (CTS) in Surfside, FL. The scope of this project includes a review of the existing 12 story plus penthouse 136-unit residential building, below-grade parking garage and at-grade exterior entrance drive, pool and recreation area. MC reviewed a representative sample of ~68 condominium units (half of the total units found in the building) along with the roof, exterior façade (observed from the balconies surveyed), parking garage,

56

https://www.townofsursidefl.gov/docs/default-source/default-document-library/town-clerk-documents/champlain-towers-south-public-records/8777-collins-ave---structural-field-survey-report.pdf?sfvrsn=882a1194_2

" The Pool Deck and Entrance Drive areas were reviewed

...

Many of the existing pavers on the pool deck are cracked

...

The joint sealant was observed to be beyond its useful life and are in need to complete replacement

...

The failed waterproofing is causing major structural damage to the concrete structural slab below these areas "

57

❖ Pacometría - posición de los refuerzos

❖ Esclerometria - dureza superficial

❖ Ultrasonido - nidos de hormigonado

❖ Testigos - f_c concretos

❖ Espesor de la cubierta

❖ Espesor de carbonatación

❖ Presencia o perfil de cloruros

❖ Diseño de grietas

❖ **Identificación de áreas problemáticas**



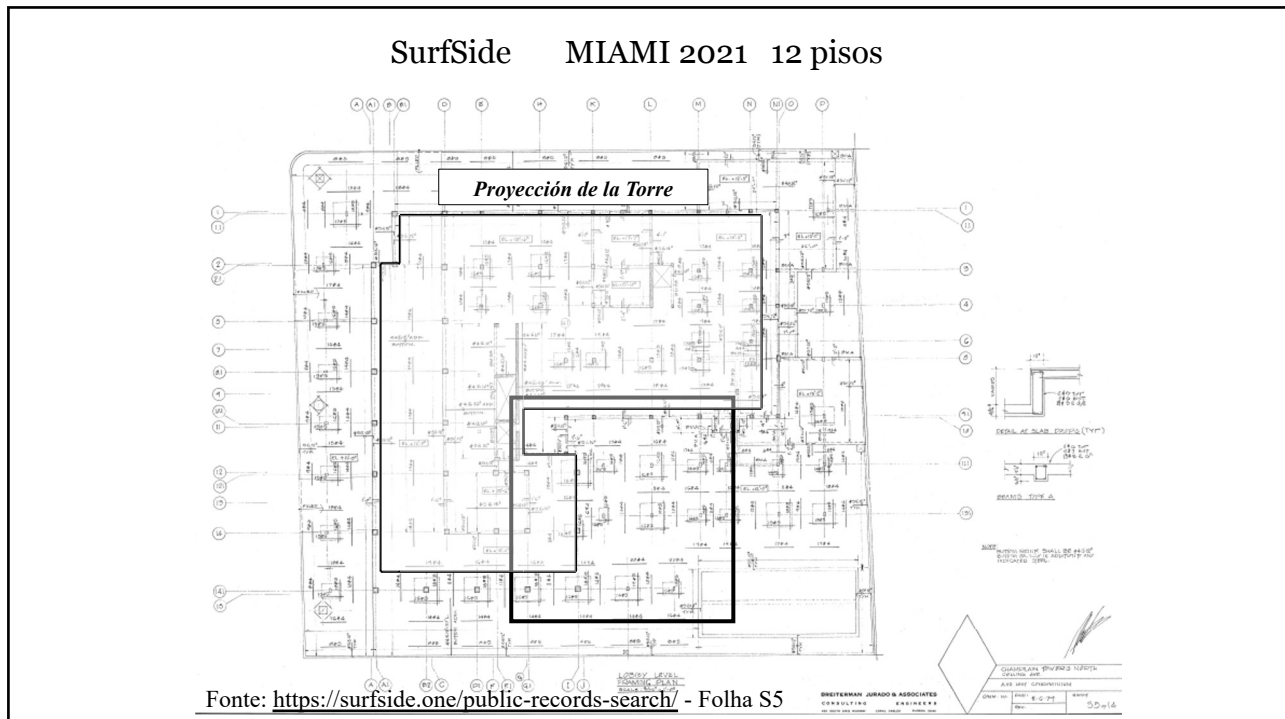
58

Tercera Lección

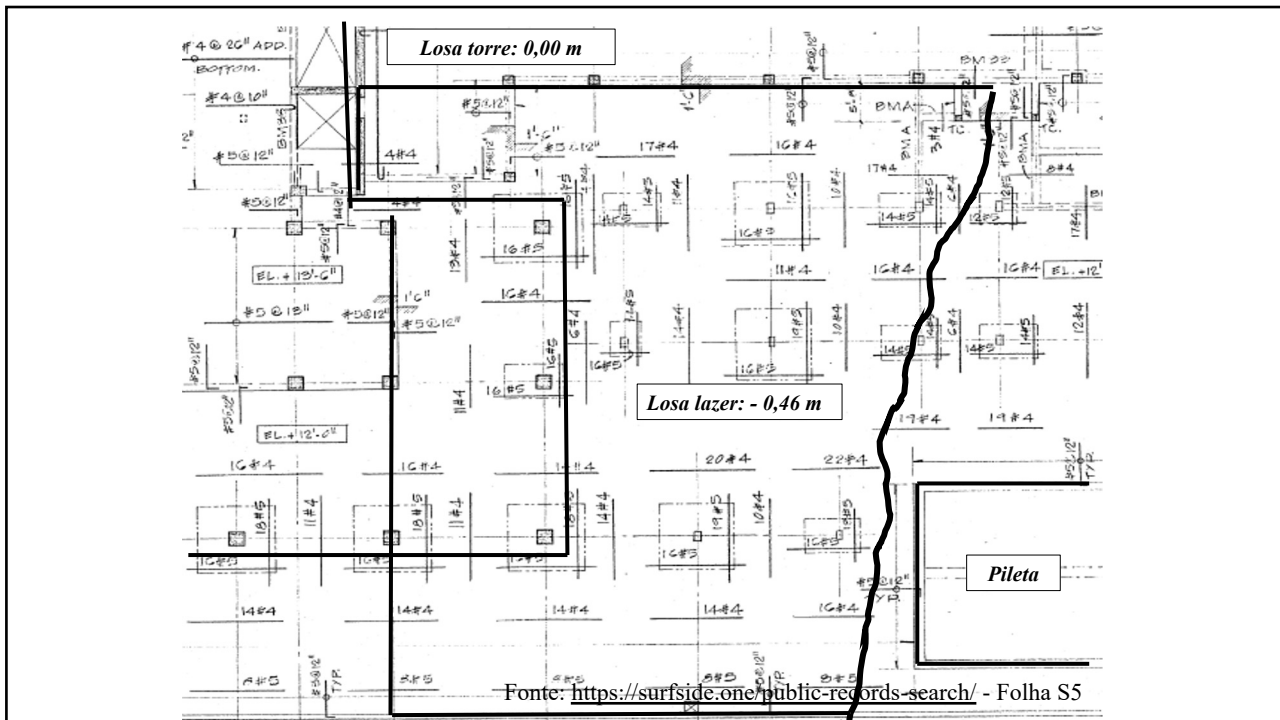
- ✓ Es fundamental proceder a una inspección correcta y detallada, realizada por expertos que sepan identificar los puntos críticos de la estructura que está bajo inspección

“todo lo que dice Red DURAR y ALCONPAT en cuanto a anamenese, ensayos, conocer planos estructurales, medir cloruros, hacer prospecciones...”

59



60



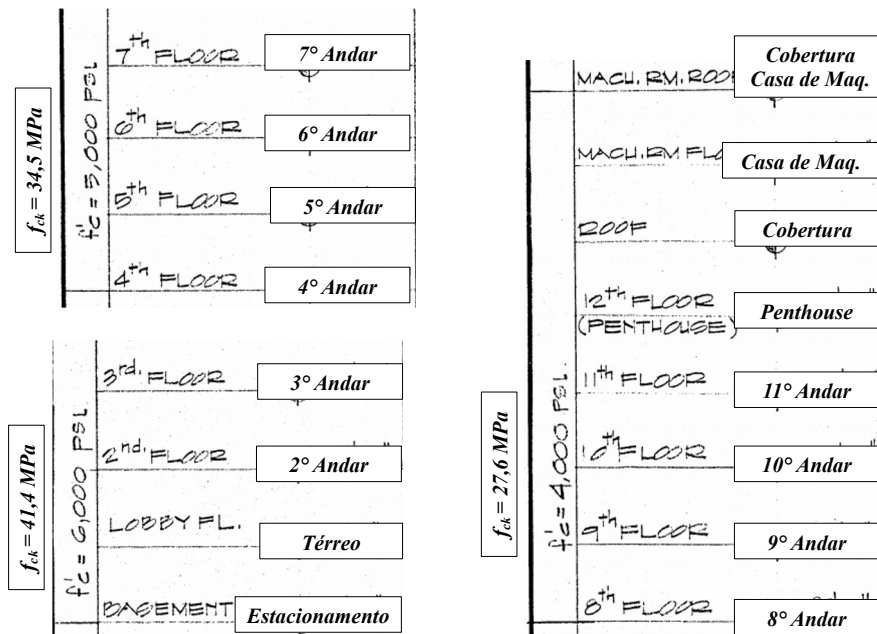
61

- ✓ Concreto pilares da garagem até o terceiro andar: 6000psi (41,4 MPa)
- ✓ Concreto lajes até o 8 andar: 4000psi (27,6 MPa)
- ✓ Armadura pilar 61x61cm : 12Ø32 → $A_s=98,28\text{cm}^2$ → $\rho=2,64\%$
- ✓ Armadura pilar 41x41 cm : 8Ø36 → $A_s=80,48\text{cm}^2$ → $\rho=4,79\%$
- ✓ Armadura pilar 36x46 cm: 10Ø32 → $A_s=81,9\text{cm}^2$ → $\rho=4,95\%$
- ✓ Espessura lajes: 25cm (Terreo), 20cm (Tipo)
- ✓ Armadura inferior lajes: Ø12,7 C/30cm → $\rho=0,17\%$ (Térreo), 0,19% (Tipo)
- ✓ Não foi encontrado em projeto detalhe de armadura de punção

<https://surfside.one/public-records-search/> - Folhas S14 e S6

62

Fck Pilares no decorrer dos pavimentos



Fonte: <https://surfside.one/public-records-search/> - Folha S14

63

apartado 20.12

“Punzonamiento”

pág. 418 a 422

Hormigón Armado

14^o Edición

Basada en la EHE

Publicada em 2000

Pedro Jiménez Montoya

Álvaro García Meseguer

Francisco Morán Cabre



64

Losa Recreación → Punzonamiento

$e_{\text{nominal}} = 25 \text{ cm} \rightarrow \text{canto} \rightarrow d = 22 \text{ cm}$ (Jesus $\rightarrow 21,4 \text{ cm}$)

Carga peso propio = 625 kgf/m^2

Carga Permanente = 450 kgf/m^2 Total : 1.300 kgf/m^2

Carga Acidental = 225 kgf/m^2

Columnas $36 \text{ cm} \times 46 \text{ cm}$ a cada $6,5 \text{ m}$ por $7,0 \text{ m}$

Superficie crítica $\rightarrow 2,5 \text{ m}^2 \rightarrow \text{carga en la columna} = 55.000 \text{ kgf}$

$f_{ck} = 27,6 \text{ MPa}$ (N/mm^2)

Cuantía = $0,01$ coeficiente $\beta = 1,15$

Normal solicitante $\rightarrow F_{sd} = 550^* \gamma_F$ (kN)

Perímetro crítico $\rightarrow \mu_1 = 440 \text{ cm}$

65

Losa Recreación → Punzonamiento

$e_{\text{nominal}} = 25 \text{ cm} \rightarrow \text{canto} \rightarrow d = 22 \text{ cm}$ (Jesus $\rightarrow 21,4 \text{ cm}$)

Carga peso propio = 625 kgf/m^2

Carga Permanente = 450 kgf/m^2 Total : 1.300 kgf/m^2

Carga Acidental = 225 kgf/m^2

Columnas $36 \text{ cm} \times 46 \text{ cm}$ a cada $6,5 \text{ m}$ por $7,0 \text{ m}$

Superficie crítica $\rightarrow 2,5 \text{ m}^2 \rightarrow \text{carga en la columna} = 55.000 \text{ kgf}$

(Jesus $\rightarrow 81.400 \text{ kgf}$)

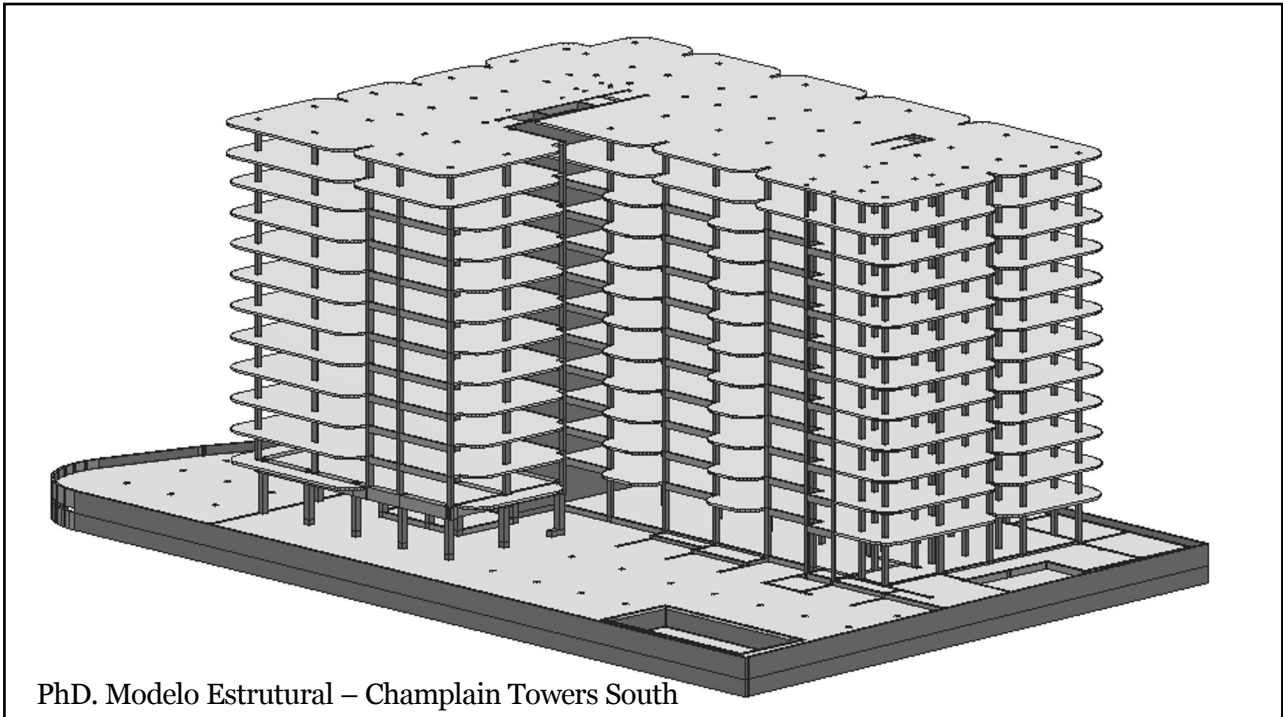
$f_{ck} = 27,6 \text{ MPa}$ (N/mm^2)

Cuantía = $0,01$ coeficiente $\beta = 1,15$

Normal solicitante $\rightarrow F_{sd} = 550^* \gamma_F$ (kN)

Perímetro crítico $\rightarrow \mu_1 = 440 \text{ cm}$

66



67

Losa Recreación → Punzonamiento

$e_{nominal} = 25 \text{ cm} \rightarrow \text{canto} \rightarrow d = 22 \text{ cm}$ (Jesus $\rightarrow 21,4 \text{ cm}$)

Carga peso próprio = 625 kgf/m^2

Carga Permanente = 450 kgf/m^2 Total : 1.300 kgf/m^2

Carga Acidental = 225 kgf/m^2

Columnas $36 \text{ cm} \times 46 \text{ cm}$ a cada $6,5 \text{ m}$ por $7,0 \text{ m}$

Superfície crítica $\rightarrow 2,5 \text{ m}^2 \rightarrow \text{carga en la columna} = 55.000 \text{ kgf}$

$f_{ck} = 27,6 \text{ MPa}$ (N/mm^2)

Cuantía $\rho = 0,0100$ (Jesus $\rightarrow 0,0046$) coeficiente $\beta = 1,15$

Normal solicitante $\rightarrow F_{sd} = 550^* \gamma_F$ (kN)

Perímetro crítico $\rightarrow \mu_1 = 440 \text{ cm}$ (Jesus $\rightarrow 433 \text{ cm}$)

68

Losa Recreación → Punzonamiento

$$\tau_{rd} = 0,12 * (1 + \sqrt{\frac{200}{d}}) * \sqrt[3]{(100 * \rho_l * f_{ck})}$$

$$\tau_{sd} = \frac{\beta * Fsd}{\mu_1 * d}$$

69

Losa Lazer Pileta → Punzonamiento

$$\tau_{sd} = \tau_{rd}$$

$$\tau_{rd} = 0,70 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$

$$\tau_{sd} = 0,65 * \gamma_F$$

(1,4 ?!)

$$\gamma_F = 1,08$$

(1,5 ?!)

70

Losa Lazer Pileta → Punzonamiento

$$\tau_{sd} = \tau_{rd}$$

$$\text{EHE} \rightarrow \tau_{rd} = 0,72 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rd} = 0,70 \text{ MPa}$$

$$\text{Eurocodigo 2} \rightarrow \tau_{rd} = 0,51 \text{ MPa}$$

$$\tau_{sd} = 0,65 * \gamma_F$$

$$(1,4 ?!)$$

$$\gamma_F = 1,08$$

$$(1,5 ?!)$$

71

Quarta Lección

- ✓ Es fundamental proceder a una revisión del diseño estructural por pares antes de empezar a construir, realizada por expertos que sepan identificar los puntos críticos de la estructura

*“normativa brasileña ABNT NBR 6118
prescribe ATP...”*

72

Hipótesis de la propagación a la Torre

Losa del área de recreación engastada/continua desde el muro sur de divisa hasta la torre

- ✓ Recalce de la torre
- ✓ Recalce del muro sur

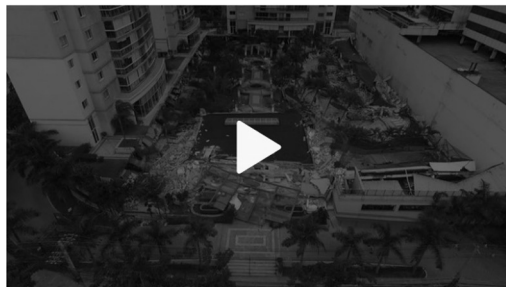
73

19/07/2016 09h49 - Atualizado em 19/07/2016 19h32

Área de lazer em condomínio de luxo desaba e porteiro é achado morto

Drone mostra o estrago no Grand Parc, na Enseada do Suá, em Vitória. Suspeita é de vazamento de gás, segundo Corpo de Bombeiros.

Viviane Machado e Victoria Varejão
Do G1 ES



As torres do condomínio de luxo Grand Parc Residencial Resort, na Enseada do Suá, em Vitória, foram esvaziadas após toda a **área de lazer desabar, na manhã desta terça-feira (19)**. Quatro pessoas ficaram feridas e **um porteiro ficou desaparecido até as 17h. Ele foi encontrado morto**. O desabamento aconteceu por volta de 3h.

<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2016/07/torres-de-condominio-de-luxo-no-es-sao-evacuadas-apos-desabamento.html>

Ejemplo de punzonamiento y robustez

74

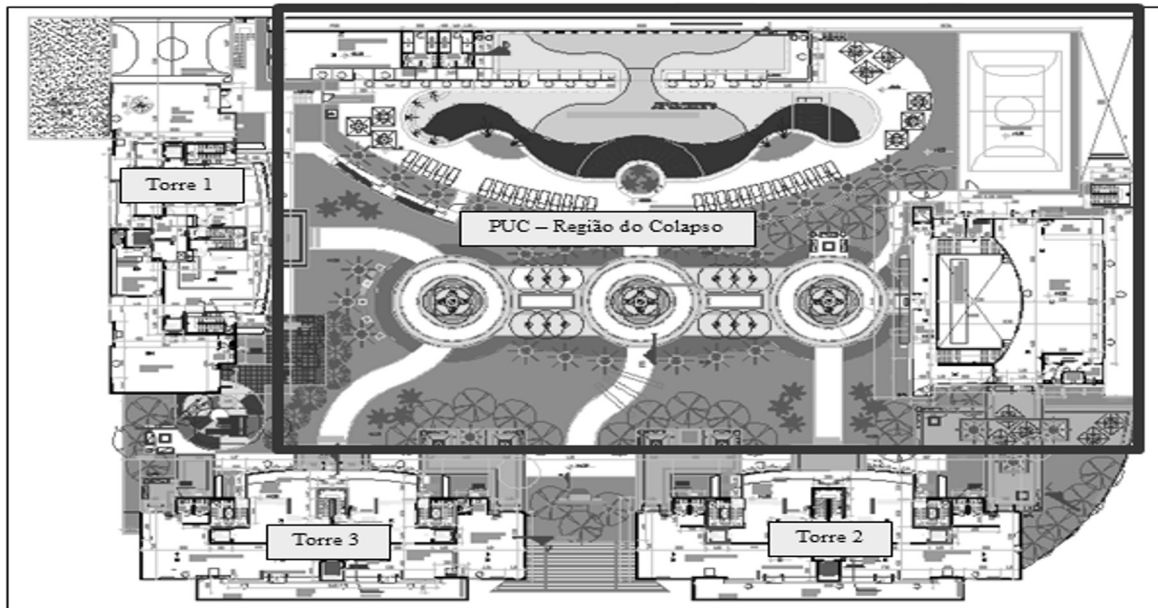


75

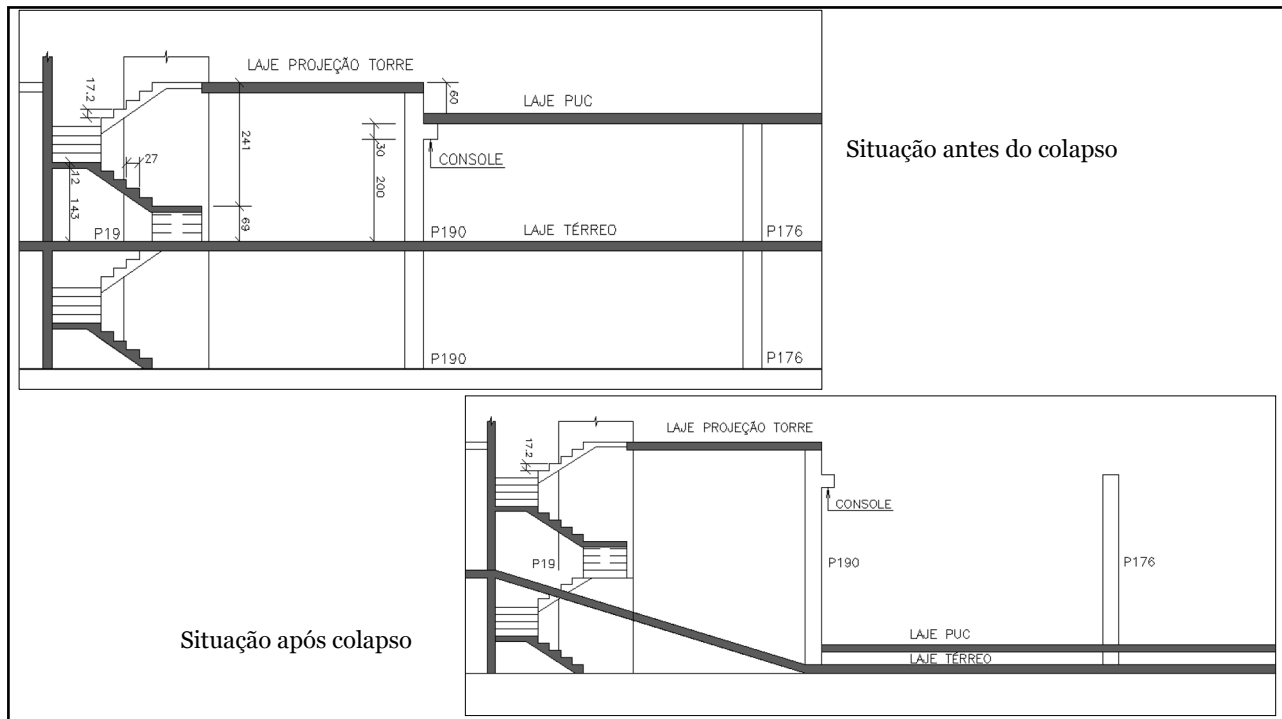


76

- fecha: 19.07.2016 (03 h)
- 6 años de edad



77



78



79



80



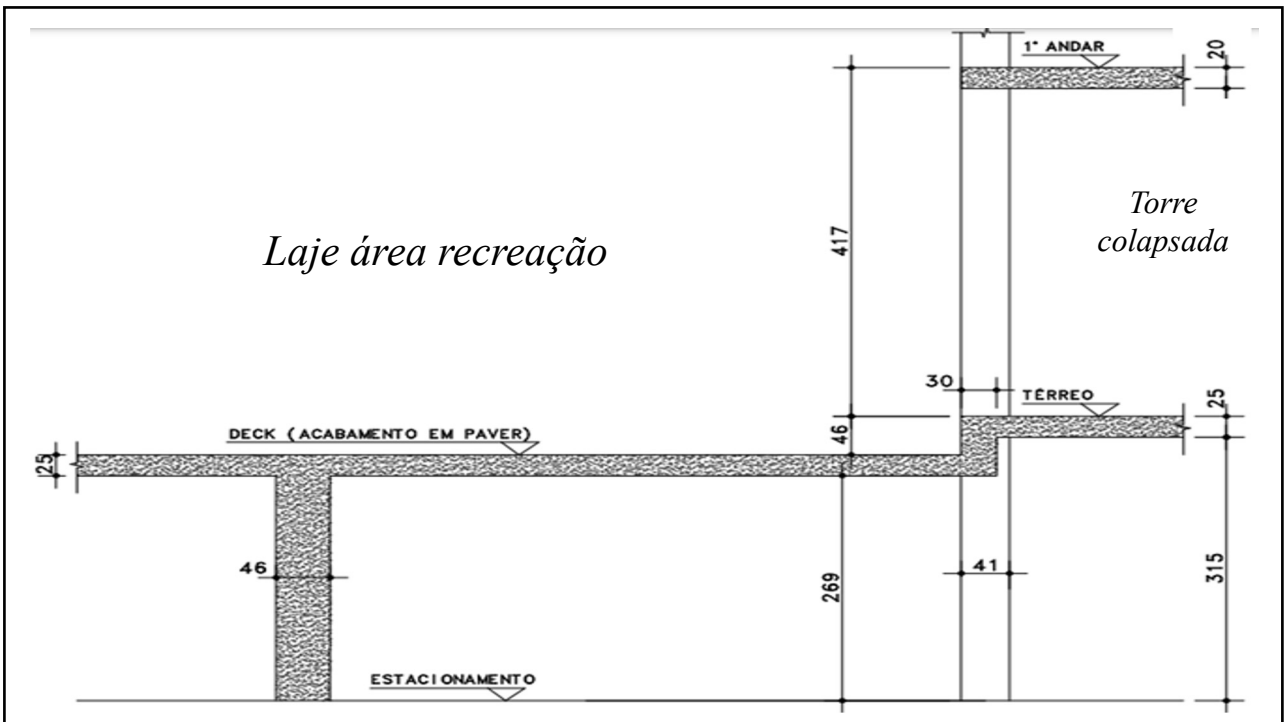
81



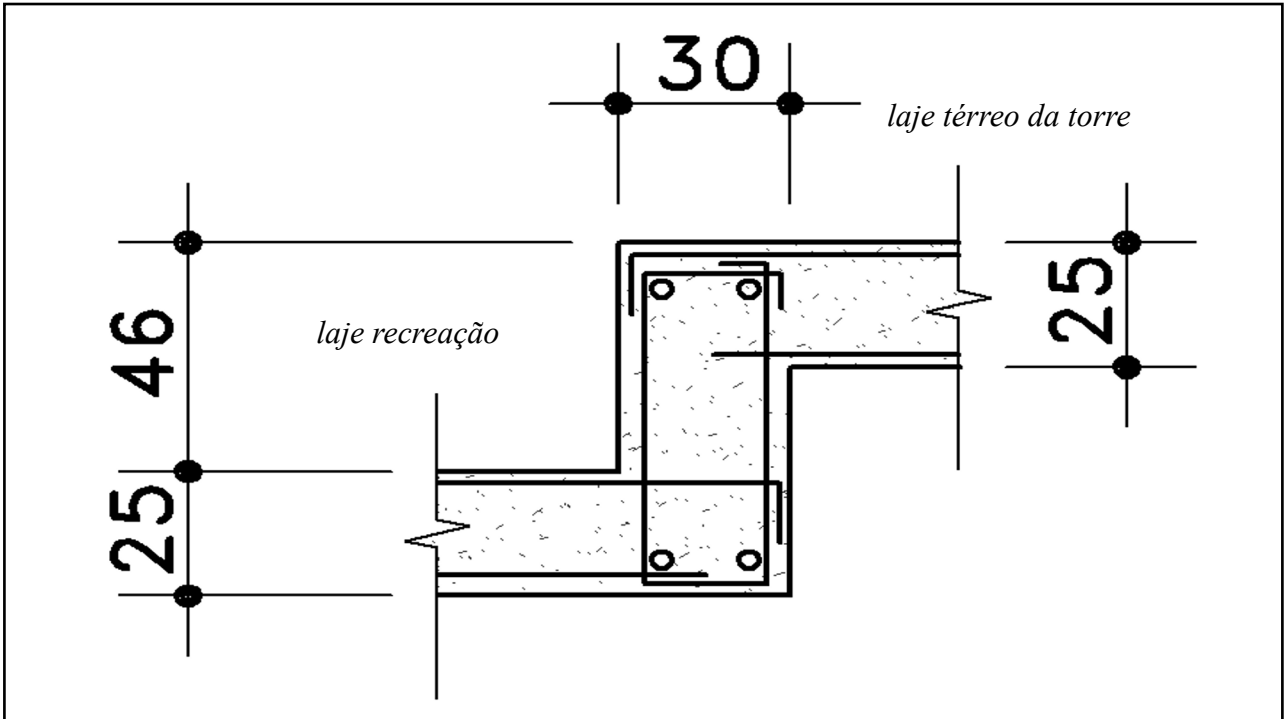
82



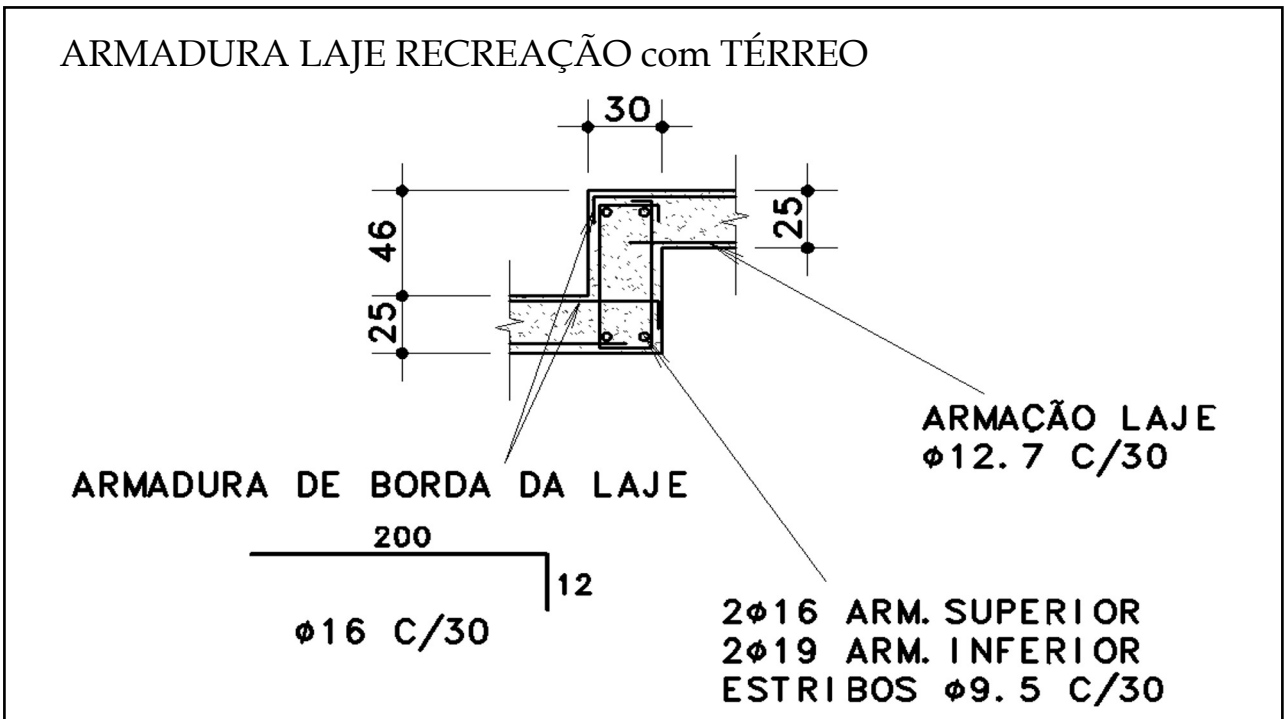
85



86



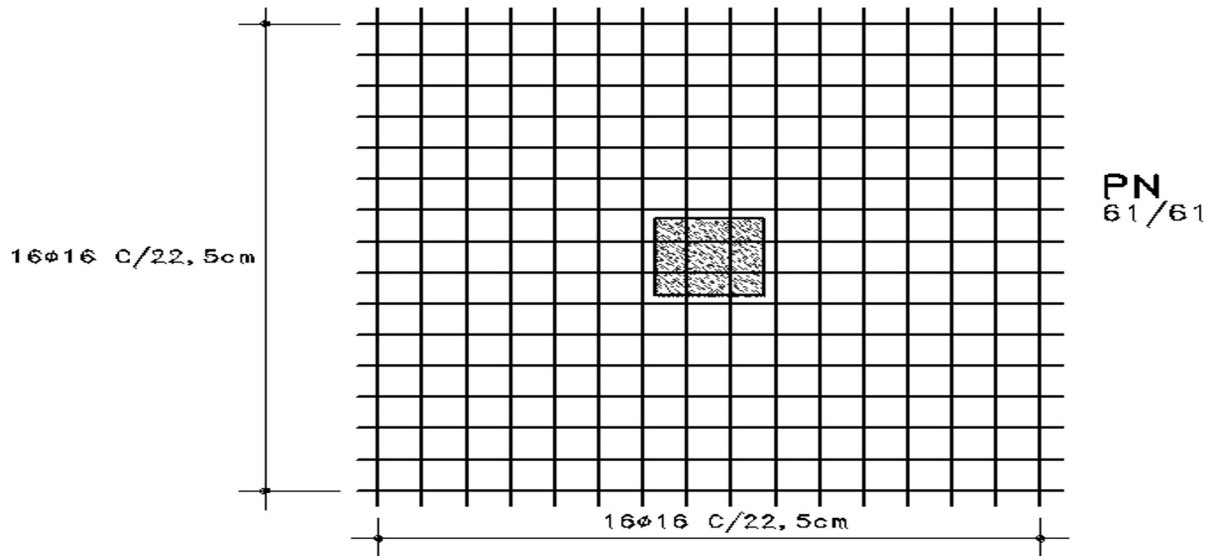
87



88

ARMADURA SUPERIOR PILAR 61x61 cm

Laje recreação sob torre que não colapsou mas laje colapsou

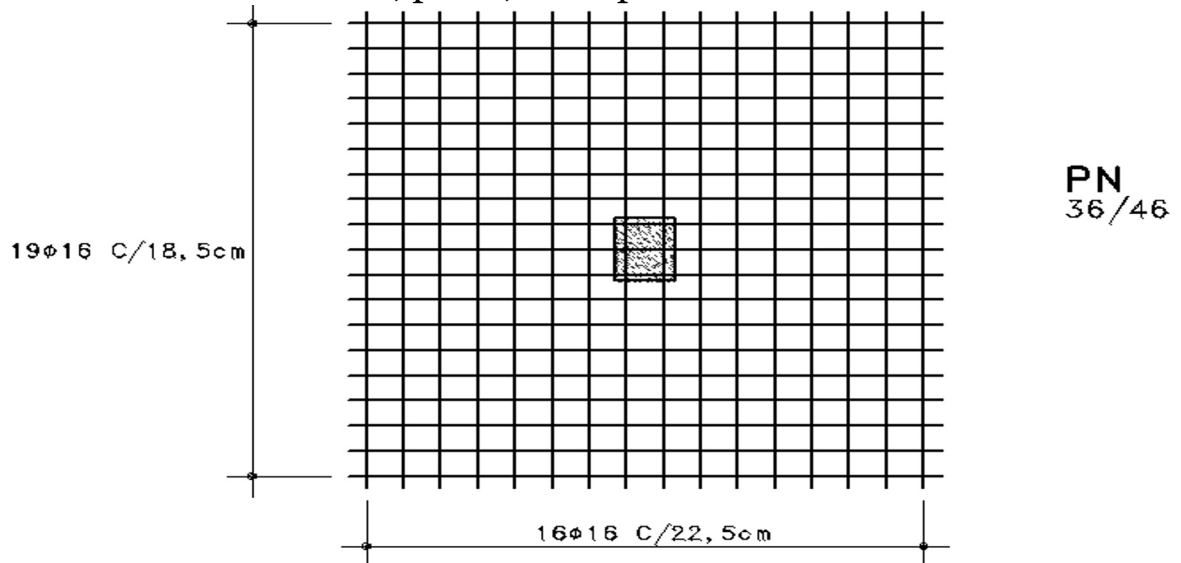


<https://surfside.one/public-records-search/> hoja S5

89

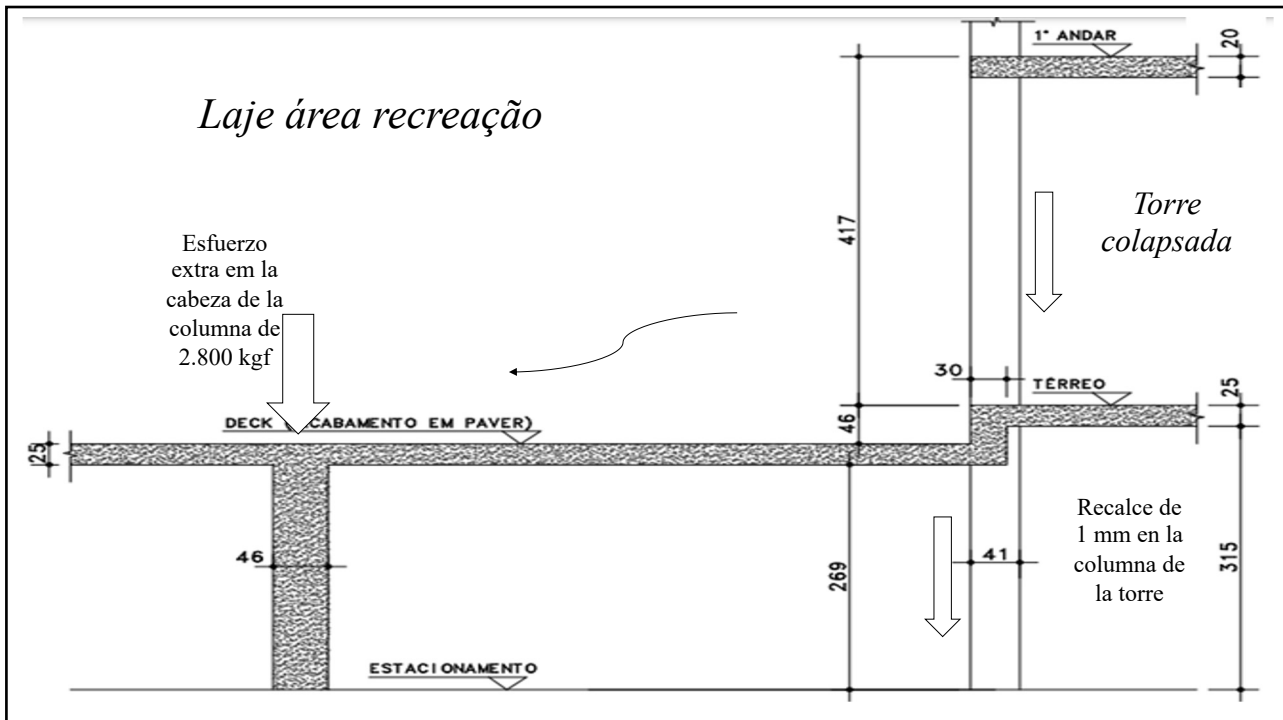
Refuerzo SUPERIOR columnas 36x46 cm

Losa área lazer, plana, sin capitel



Fonte: <https://surfside.one/public-records-search/> hoja S5

90



91

Losa Recreación → Punzonamiento

Superficie crítica → 2,5 m² → carga en la columna = 55.000 kgf

Recalque 1 mm → carga extra em la columna ≈ 2.800 kgf

$$\tau_{rd} = 0,70 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$

$$\tau_{sd} = 0,68 * \gamma_F$$

$$\gamma_F = 1,03$$

92

Losa Recreación → Punzonamiento

Superficie crítica → 2,5 m² → carga en la columna = 55000 kgf

Recalque 2 mm → carga extra em la columna ≈ 5.300 kgf

$$\tau_{rd} = 0,70 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$

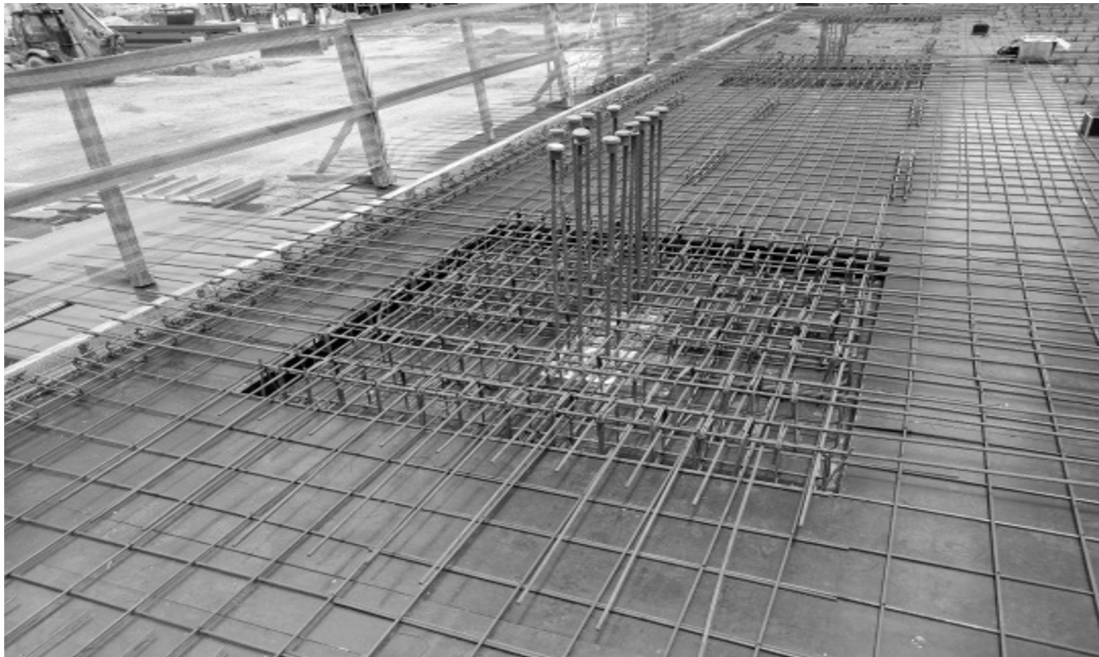
$$\tau_{sd} = 0,71 * \gamma_F$$

$$\gamma_F = 0,99$$

93

**Ejemplos de como
dibujar para resistir
al punzonamiento**

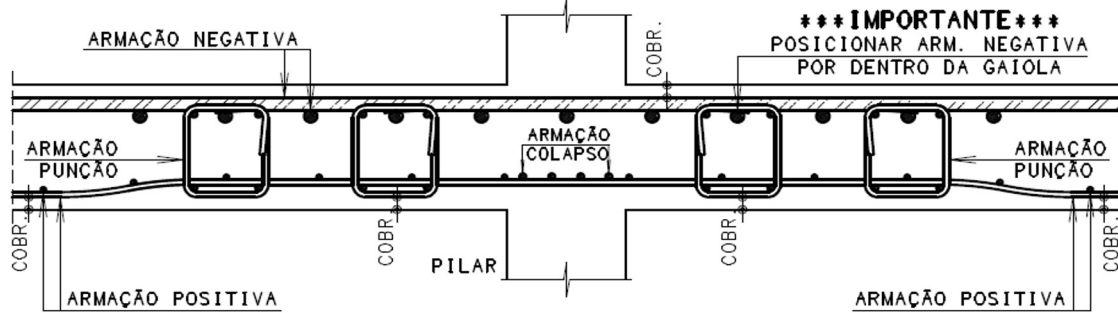
94



PhD. Capitel com armadura de punção ("estribos")

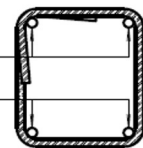
95

CORTE TÍPICO NAS ARMAÇÕES DE PUNÇÃO E COLAPSO PROGRESSIVO (SEM CAPITEL)



DETALHE DE AMARRAÇÃO NOS ESTRIBOS

AS BARRAS LONGITUDINAIS DEVEM ESTAR RIGOROSAMENTE ENCOSTADAS E AMARRADAS NOS QUATRO CANTOS DOS ESTRIBOS



Ricardo França & Associados

96

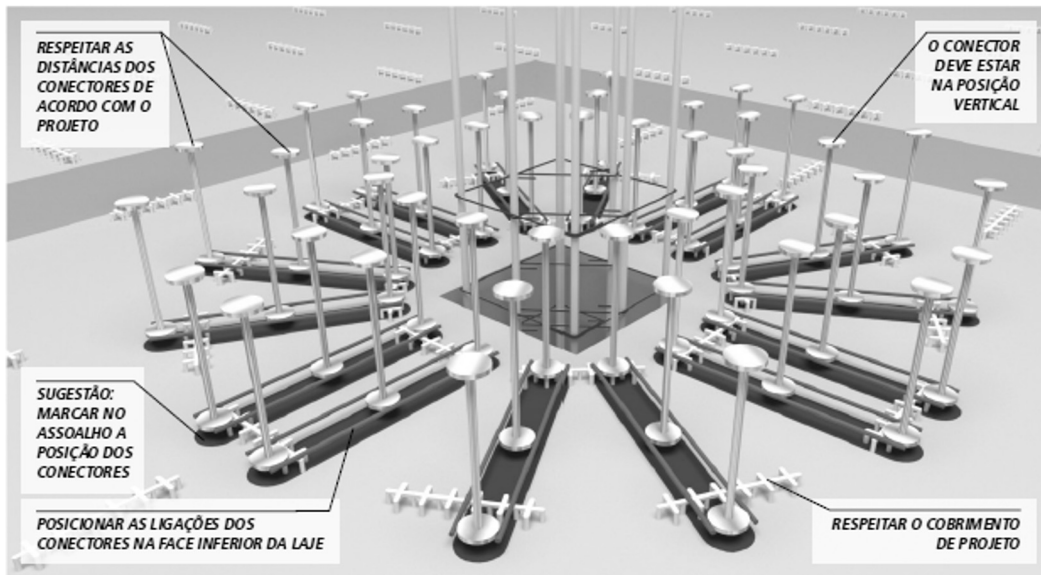
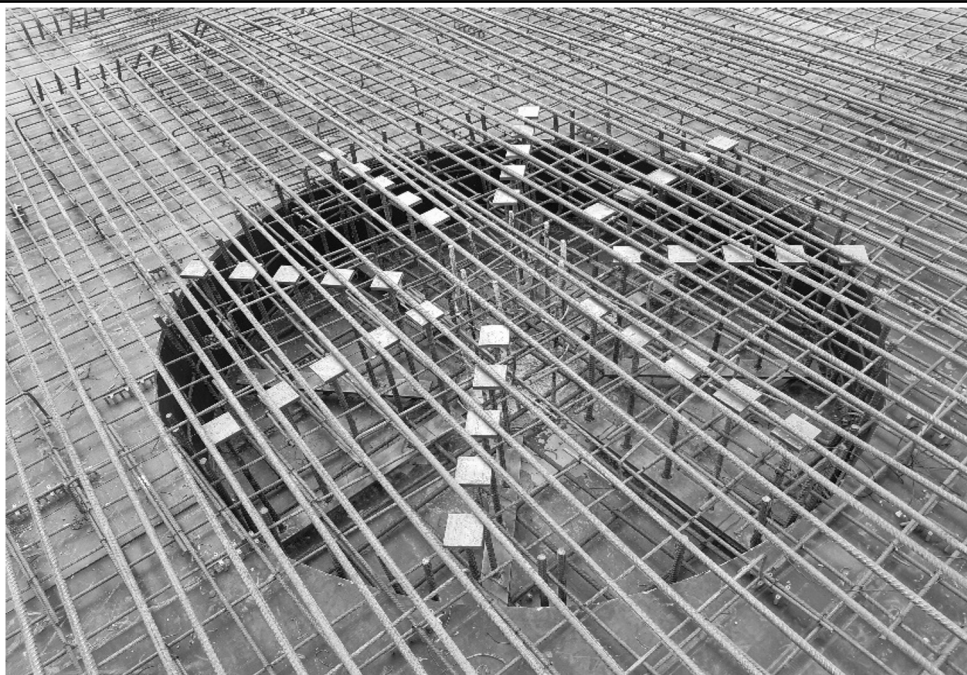


Figura 5.8
ETAPA 1 | Posicionamento dos conectores/studs

Fonte: Manual de Boas Práticas. Montagem das Armaduras de Estruturas de Concreto Armado. Jorge Nakashima (Sartoro) & Larissa Arakawa Martins, 2021

97



PhD. Capitel com armadura de punção ("studs").

98

Quinta Lección

- ✓ Es fundamental proceder a una revisión del diseño estructural por pares antes de empezar a construir, realizada por expertos que sepan examinar cuestiones de robustez y redundancia de la estructura.

“normativa brasileña ABNT NBR 6118 prescribe ATP...”

99

Lecciones

- ❖ Transparencia a la Sociedad y poder a la Ingeniería (Inspección y Diagnóstico)
- ❖ ATP (revisión del diseño estructural, por expertos)
- ❖ ATO (control tecnológico de estructuras, por expertos)
- ❖ ATU (inspección periódica del uso, por expertos)
- ❖ Mantenimiento y reformas/obras (por Constructor competente)
- ❖ ¡Cuidado con el agua! Nunca menospreciar corrosión!
- ❖ Los edificios no son eternos
- ❖ Elegir profesionales bien preparados (Certificación)
- ❖ Equipo multidisciplinario (el último ingeniero universal fue Leonardo da Vinci)

100

**Muchas
Gracias!**

