
MEMORIA DE CÁLCULO

Proyecto Estructural **Diseño mejoramiento y ampliación sistema APR** **La Laguna**

Atravesio 1

08 de septiembre de 2020

Juan Carlos González Blacud
Ingeniero Civil, MSc.
I.C.I. 23299-8

REV A

TABLA DE CONTENIDO

<u>1.- INTRODUCCIÓN</u>	<u>3</u>
<u>2.- BASES DE CÁLCULO</u>	<u>4</u>
2.1 NORMAS NACIONALES	4
2.2 NORMAS INTERNACIONALES	4
<u>3.- MATERIALES</u>	<u>4</u>
<u>4.- COMBINACIONES DE CARGA</u>	<u>4</u>
<u>5.- SOLICITACIONES</u>	<u>5</u>
5.1 PESO PROPIO.....	5
5.2 SOBRECARGA DE USO	5
5.3 CARGA DE VIENTO.....	5
5.4 SOLICITACIONES SÍSMICAS	5
<u>6.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS</u>	<u>6</u>
6.1 DISEÑO DE ELEMENTOS DE ACERO.....	6
6.2 DISEÑO DE FUNDACIONES	6

1.- INTRODUCCIÓN

La presente memoria de cálculo forma parte del proyecto “Diseño mejoramiento y ampliación sistema APR La Laguna – Atravesio 1”, destinado a ser utilizado como un atravesio para ampliar el sistema APR de la zona, en la ciudad de Teno, Región del Maule.

Esta estructura está constituida por un sistema enrejado, con elementos de acero. En los extremos se utilizó fundaciones de hormigón armado.

En la Figura 1 se presenta una representación de la modelación de la estructura en el software SAP2000.

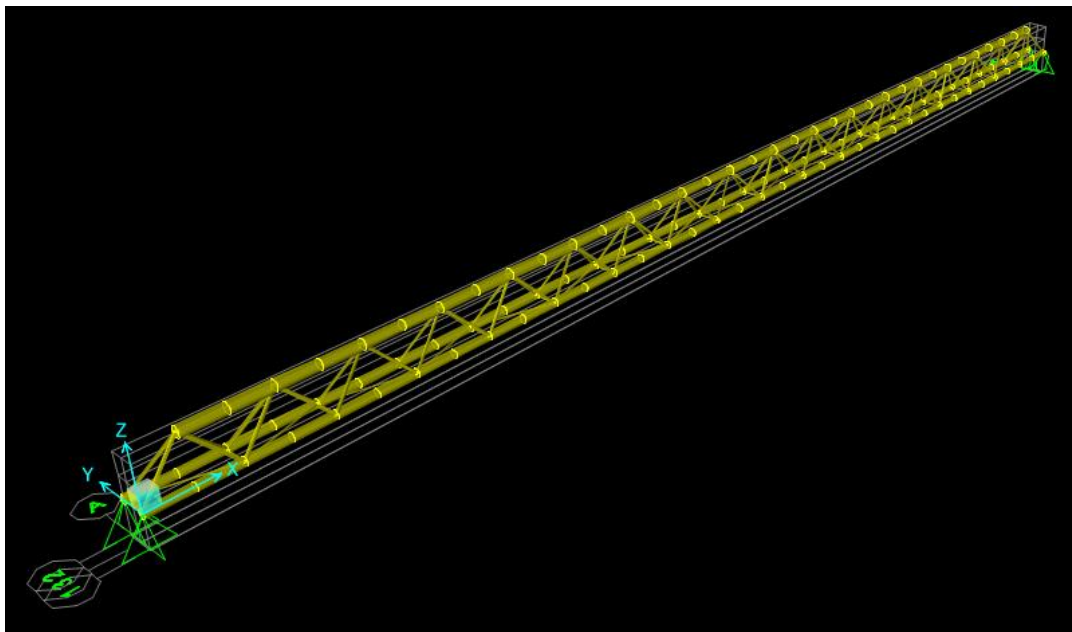


Figura 1 - Modelo atravesio 1 - SAP2000

Las secciones utilizadas en esta estructura se presentan la Figura 2.

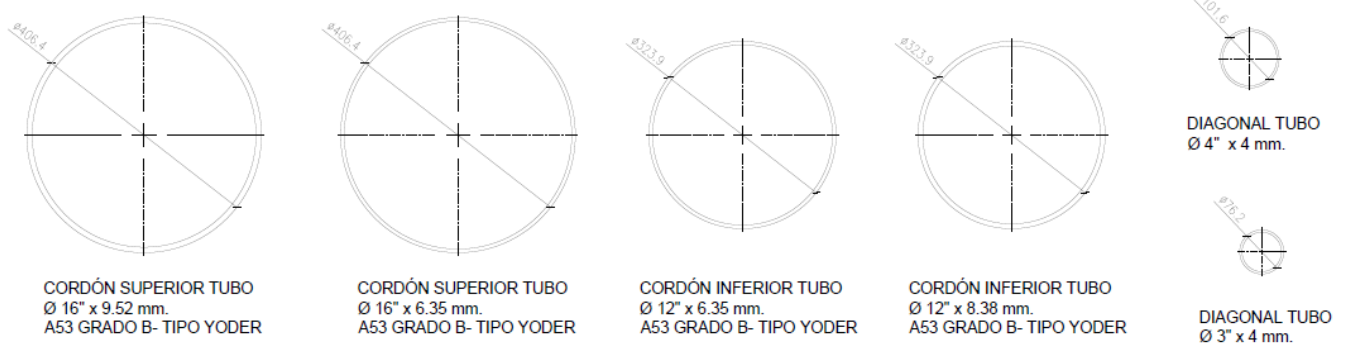


Figura 2 - Secciones usadas en Atravesio 1

2.- BASES DE CÁLCULO

Para el análisis y diseño de la estructura se utilizaron los siguientes códigos normativos:

2.1 Normas Nacionales

- NCh 170 Of 2016 – Hormigón – Requisitos generales
- NCh 427 Of 2017 – Estructuras de acero: Requisitos para el cálculo de estructuras de acero para edificios
- NCh 430 Of 2008 (Mod Decreto 60) – Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 431 Of 2010 – Diseño estructural – Cargas de nieve
- NCh 432 Of 2010 – Diseño estructural – Cargas de viento
- NCh 433 Of 1996 Modificada 2012 – Diseño sísmico de edificios
- NCh 1198 Of 2006 – Madera – Construcción en madera – Cálculo
- NCh 1537 Of 2003 – Cargas permanentes y sobrecargas de uso
- NCh 2369 Of 2003 – Diseño sísmico de instalaciones industriales
- NCh 3171 Of 2017 – Disposiciones generales y combinaciones de carga

2.2 Normas Internacionales

- AISC 360-10 – Specification for Structural Steel Buildings
- ACI 318-08 – Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary
- AISC 341-10 – Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

3.- MATERIALES

A continuación, se detallan los materiales utilizados en la estructura.

Material	Uso	Tipo	Resistencia
Hormigón estructural	Muros, columnas, vigas	G25 con 10% de fracción defectuosa	$f'_c = 250$ [Kgf/cm ²]
Acero	Acero de refuerzo	A630-420H	$f_y = 4200$ [Kgf/cm ²]
Acero	Acero estructural	A36	$f_y = 2530$ [Kgf/cm ²]
Acero	Acero estructural	A53 GrB	$f_y = 2400$ [Kgf/cm ²]

4.- COMBINACIONES DE CARGA

Para la verificación de los elementos de la estructura de acero y de la servicialidad de la estructura, se utilizaron las combinaciones de carga en servicio ASD:

- D
- D + L
- D + (L_r o S o R)
- D + 0.75L + 0.75(L_r o S o R)
- D + W
- D + E
- D + 0.75W + 0.75L + 0.75(L_r o S o R)

- $D + 0.75E + 0.75L + 0.75S$
- $0.6D + W$
- $0.6D + E$

Para la verificación de los elementos de hormigón armado se utilizaron las combinaciones de carga LRFD:

- $1.4D$
- $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
- $1.2D + 1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + L$
- $1.2D + 1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + 0.8W$
- $1.2D + 1.6W + L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
- $1.2D + 1.4E + L + 0.2S$
- $0.9D + 1.6W$
- $0.9D + 1.4E$

5.- SOLICITACIONES

5.1 Peso propio

Las cargas de peso propio se obtuvieron según lo indicado en la norma NCh 1537. En la Tabla 1 se presentan las cargas de peso propio.

Tabla 1 - Peso propio de los materiales

Hormigón armado	2.5	[Tonf/m ³]
Peso tubo a plena carga	24	[Kg/m]
Acero	7.85	[Tonf/m ³]

5.2 Sobrecarga de uso

Para el presente proyecto se consideró una sobrecarga de mantención de 30 [Kg/m].

5.3 Carga de viento

La carga de viento fue calculada según las disposiciones de la NCh 432. La velocidad básica del viento es de 35 [m/s]. Se consideró un grado de exposición D y categoría de ocupación II.

5.4 Solicitaciones sísmicas

Dado la falta de información sobre la clasificación sísmica del suelo, se consideró de manera preliminar un coeficiente sísmico de 0.3 y un coeficiente de importancia de 1.

El esfuerzo sísmico basal se calcula mediante el método estático, usando la expresión que se presenta a continuación:

$$Q_0 = CIP$$

- Q_0 = Corte sísmico basal.
- C = Coeficiente sísmico.
- I = Coeficiente de importancia.
- P = Peso total del edificio sobre el nivel basal.

El corte sísmico basal es de 4.2 [Tonf].

6.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS

6.1 Diseño de elementos de acero

Para verificar los elementos de acero se utilizaron planillas propias y el software SAP2000. En la Figura 3 se presenta la razón de uso de los elementos de acero, mediante un mapa de calor. Se verifica que los elementos no superan la razón de uso máxima permitida.

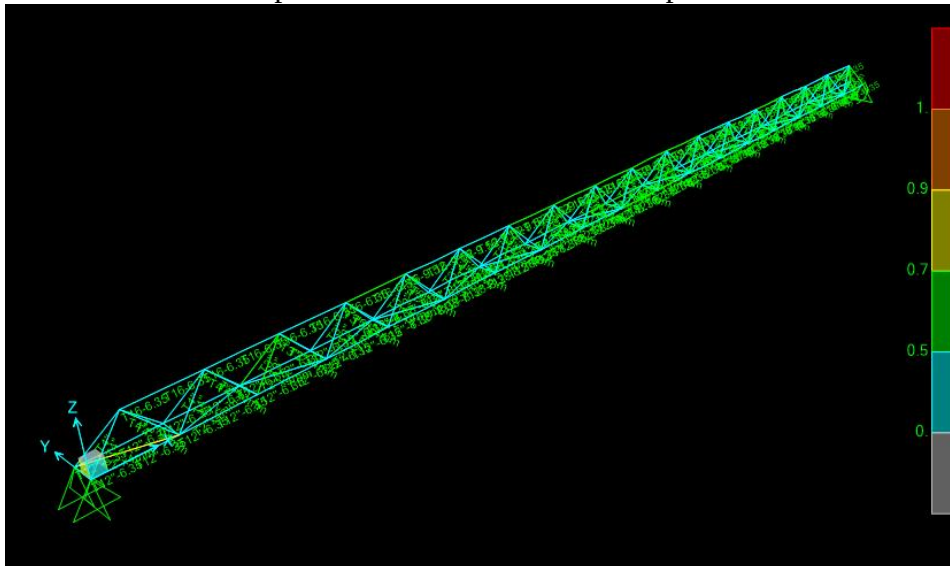


Figura 3 - Razón de uso - Elementos de acero

En la Tabla 2 se presenta la deformación de servicio de las vigas principales. Con esta información se propone una contraflecha de 10 [cm].

Tabla 2 - Deformaciones de servicio

Tipo elemento	Combinación carga	Deformación estructura [cm]
Viga principal	D	12.07
Viga principal	D+L	13.4

6.2 Diseño de Fundaciones

Para el diseño del sistema de fundaciones se consideró zapatas aisladas de 50 [cm] de espesor. A continuación, se presentan los parámetros del suelo de fundación:

- Q_{adm} estático = 2 [Kg/cm²]
- Q_{adm} dinámica = 2.6 [Kg/cm²]
- Coeficiente de balasto = 3 [Kg/cm²]

Se utilizó el software SAFE para la modelación del sistema de fundaciones. En la Figura 4 se presenta un esquema de la modelación de las fundaciones. En la Figura 5 y Figura 6 se presenta el estado de tensiones máximas del suelo. En la Figura 7 se presenta la deformación del sistema de fundación, para la peor combinación de carga. Con lo anterior se verifica que las fundaciones cumplen con los criterios de estabilidad y no superan las tensiones admisibles del suelo.

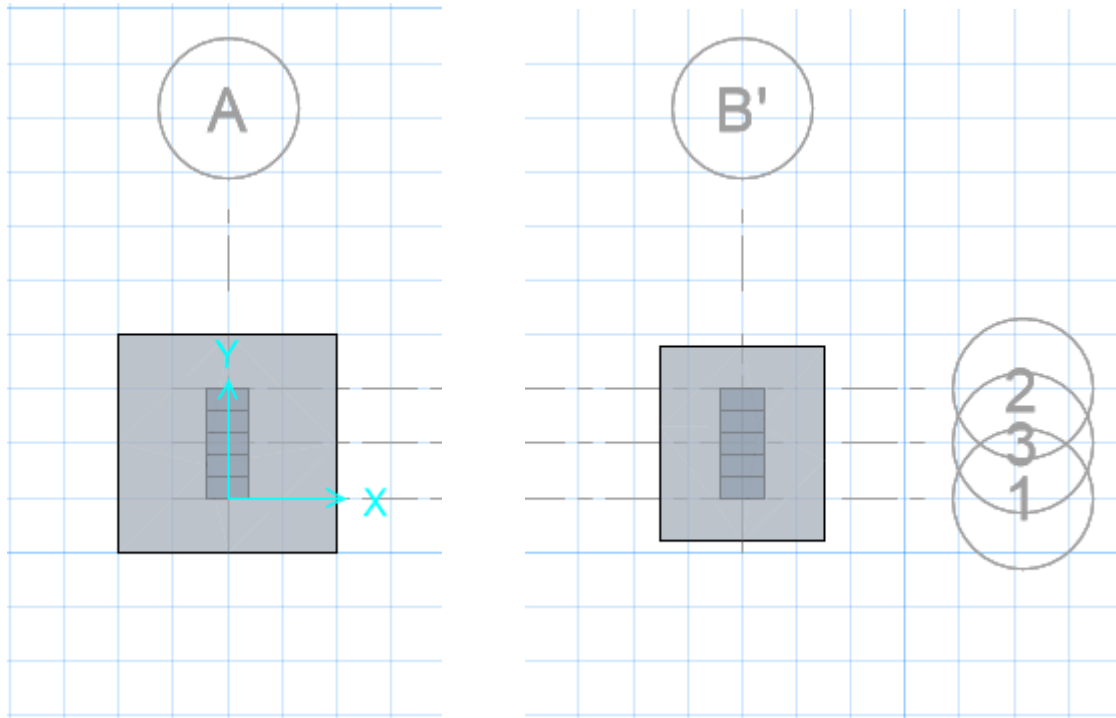


Figura 4 - Modelo de zapatas - Atravesio 2

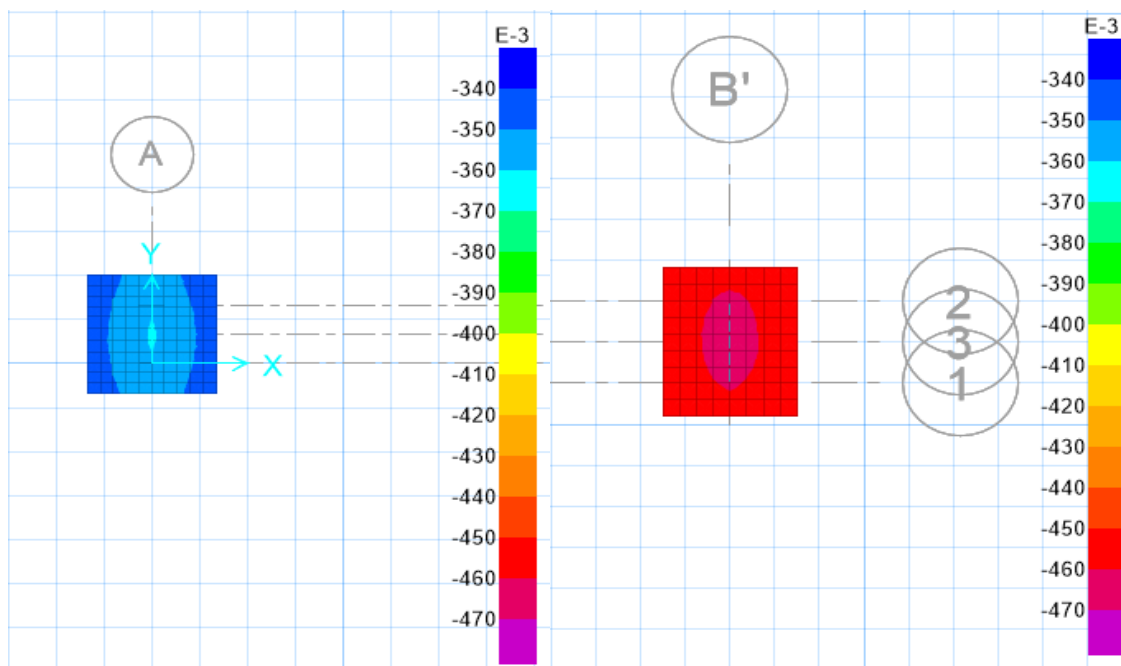


Figura 5 - Tensiones máximas en el suelo - Envolvente estática

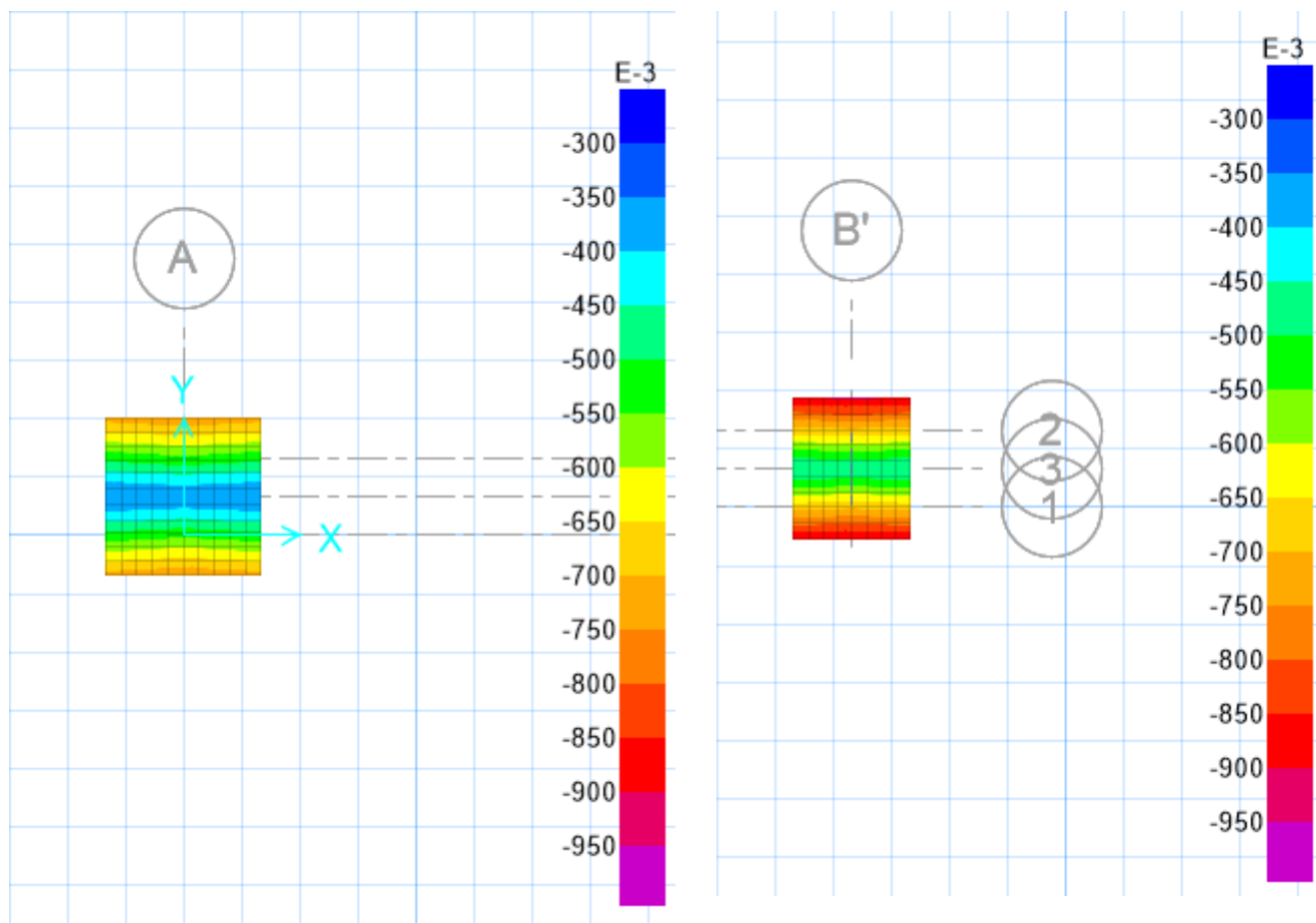


Figura 6 - Tensiones máximas en el suelo - Envolvente dinámica

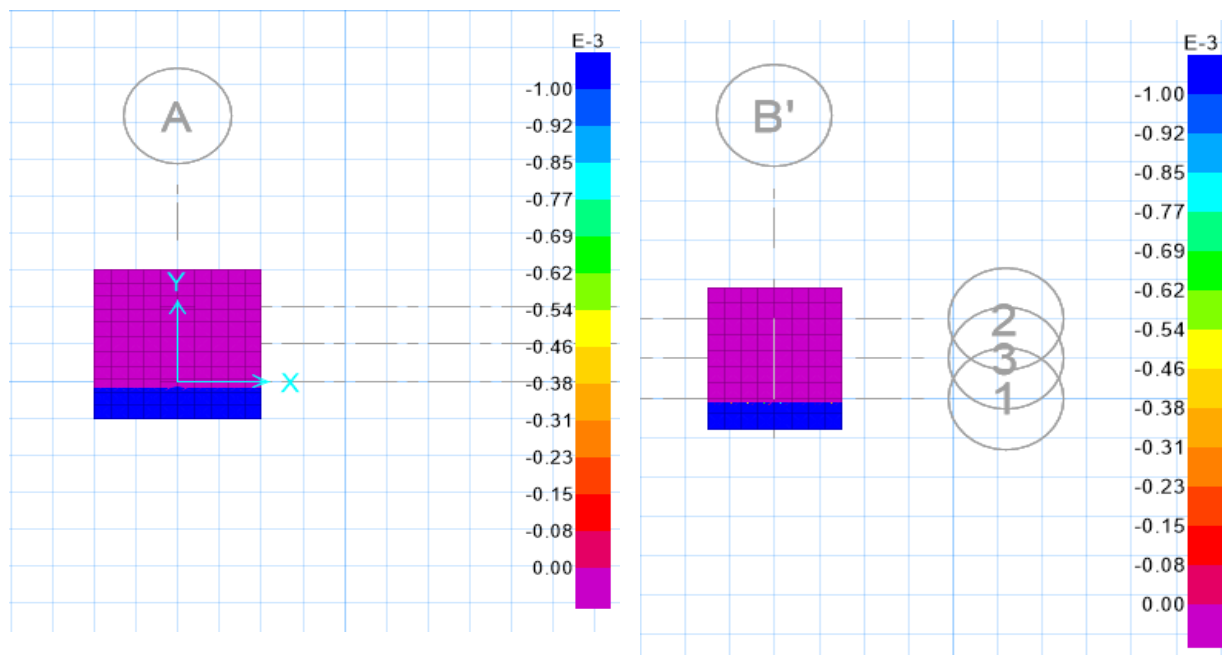
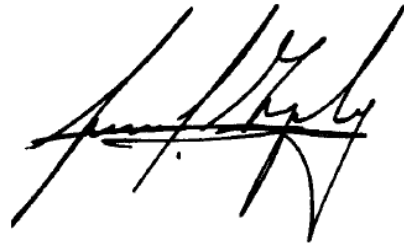


Figura 7 - Verificación de estabilidad - Peor condición



JUAN CARLOS GONZALEZ BLACUD

Ingeniero Civil MSc.