

Trabajo Especial de Grado

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO PATRIMONIAL LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Brs:

Rojas Orozco, Gabriela Carolina

Tovar López, Kenny Gabriel

Para optar al Título de

Ingeniero Civil

Caracas, 2014

Trabajo Especial de Grado

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO PATRIMONIAL LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.

TUTOR ACADÉMICO: Prof. María E. Korody

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Brs:

Rojas Orozco, Gabriela Carolina

Tovar López, Kenny Gabriel

Para optar al Título de

Ingeniero Civil

Caracas, 2014

ACTA

El día 17 de diciembre de 2014 se reunió el jurado formado por los profesores:

María Eugenia Korody

José Luis Alonso

Gustavo Coronel

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO PATRIMONIAL LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS”**.

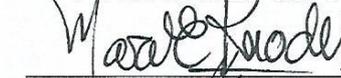
Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**.

Una vez oída la defensa oral que el los bachilleres hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

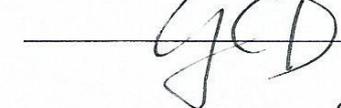
NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Gabriela Carolina Rojas Orozco	20	VEINTE
Kenny Gabriel Tovar López	20	VEINTE

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO







Caracas, 17 de diciembre de 2014

DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi ejemplo de constante trabajo y sacrificio, por ayudarme y aconsejarme en todo momento desde que tengo memoria y brindarme apoyo siempre que lo he necesitado.

A mi hermana, por ser una amiga incondicional, un apoyo constante y un ejemplo a seguir por su esfuerzo y sacrificio.

A mi abuela Rosa por enseñarme desde pequeña lo importante de la educación y ser una segunda madre para mí.

A mi familia por estar en todos aquellos momentos que me han hecho crecer, por sus consejos y por hacerme reír en todo momento.

Gabriela C. Rojas O.

A mis padres Nidia y Gabriel, quienes día a día me demuestran que nada es imposible. Por las enseñanzas que a diario me brindan, su amor incondicional, su apoyo en todo momento, el esfuerzo que hacen por darme lo mejor, por creer en mí.

A mi abuela Sofía, con quien aún cuento para poder compartir y celebrar este momento. Gracias a sus hermosas palabras, su apoyo y colaboración durante todos estos años, su entrega y sobre todo a su amor.

A mis hermanas Karime, Kerby y Kimberly, a quienes admiro con el alma. Por sus palabras, consejos y por su apoyo en todo momento.

A los hermanos que he ganado a lo largo de mi vida: mis amigos. Con quienes he compartido muchos momentos en mi vida, de quienes también aprendo. Liliana, Gabriela, Mauro, Eduardo, Víctor, Marta, Ender, Patricia, Génesis y Daniel. Sin ustedes esto tampoco habría sido posible.

Gracias a todos. Esto es para ustedes, con cariño.

Kenny G. Tovar L.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen por ser nuestra inspiración, acompañarnos en todo momento y darnos fuerzas para vencer todos los obstáculos.

A la Universidad Central de Venezuela, nuestra segunda casa, por todo lo vivido y aprendido en cada uno de sus salones y pasillos. Por permitirnos conocer personas maravillosas y convertirnos en profesionales.

A nuestra tutora María Eugenia Korody por su confianza, ayuda, guía y por brindarnos el apoyo necesario para el desarrollo de este Trabajo Especial.

Al personal de la Casona Ibarra por brindarnos su ayuda incondicional en la recaudación de la información planimétrica de los edificios.

Al personal del IMME por su colaboración para el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado.

A los profesores Jurgen Torres y Mario Dubois del Departamento de Ingeniería Hidráulica por ayudarnos con la obtención de información acerca del Laboratorio de Hidráulica.

Al personal del Instituto de Mecánica de Fluidos por su ayuda y disposición a lo largo de la elaboración de este Trabajo Especial.

Al profesor Norberto Fernández por ofrecernos su ayuda, conocimientos y responder a nuestras inquietudes con la mejor disposición.

Al Instituto de Hidráulica de la Universidad de Iowa por responder nuestras inquietudes de manera inmediata con respecto a los equipos del Laboratorio.

A nuestros amigos, quienes nos han ayudado, apoyado y animado cuando lo hemos necesitado.

Rojas O., Gabriela C.

Tovar L., Kenny G.

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO PATRIMONIAL
LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA CIUDAD
UNIVERSITARIA DE CARACAS.**

Tutor Académico: Prof. María E. Korody.

**Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.
Escuela de Ingeniería Civil. 2.014, n° pág. 133**

Palabras Clave: evaluación estructural, patología, patrimonio, estructura, modelado estructural, Laboratorio de Hidráulica, Ciudad Universitaria de Caracas, Universidad Central de Venezuela.

El objetivo de este Trabajo Especial de Grado es evaluar el estado actual del edificio que sirve de sede al Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Central de Venezuela, ubicado en la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC). Dicho trabajo se encuentra bajo una línea de investigación que se encarga de evaluar estructuralmente las edificaciones presentes en la CUC y es llevada a cabo por el Departamento de Ingeniería Estructural de la Facultad de Ingeniería en conjunto con el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED).

Para cumplir con este objetivo se desarrolló una metodología dividida en cuatro etapas, siendo la primera una recopilación de la información planimétrica del Laboratorio de Hidráulica y el Instituto de Mecánica de Fluidos. En la segunda etapa se realizó un levantamiento e inspección de las estructuras, verificando así las características geométricas de los elementos. Una tercera etapa de recálculo de las estructuras por medio de un programa de cálculo estructural siguiendo los requerimientos de las Normas venezolanas vigentes para finalmente realizar un análisis de las estructuras comparando los resultados con los recopilados en la segunda etapa.

Al culminar el recálculo se verificó que los valores de Derivas cumplen para el Laboratorio de Hidráulica mientras que el Instituto de Mecánica de Fluidos en su tercer piso excede el valor máximo permitido por Norma. La resistencia real de las columnas en ambos edificios es, en la mayoría de los casos, inferior a la necesaria; teniendo en el Laboratorio de Hidráulica un total de 19 columnas por debajo de la unidad (1,000), mientras que en el Instituto de Mecánica de Fluidos todas superaron este valor. Se determinó que existe un 19% de vigas en el Laboratorio de Hidráulica que no tienen el acero longitudinal necesario y un 20% de vigas que requieren una cantidad de acero que no es posible colocar dentro de la sección; en el Instituto de Mecánica de Fluidos existe un 23% de vigas y un 43% de nervios que no tienen el acero longitudinal necesario, así como también un 10% de vigas y un 8% de nervios que requieren una cantidad de acero que no es posible colocar dentro de la sección. Se concluyó que los edificios, de acuerdo a los resultados obtenidos con el recálculo de las estructuras, no son capaces de resistir las sollicitaciones que establecen las Normas venezolanas vigentes.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
PROBLEMA	4
I.1. Planteamiento del Problema	4
I.2. Objetivos	6
I.2.1. Objetivo General:	6
I.2.2. Objetivos Específicos:	6
I.3. Aportes.....	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
II.1. La UNESCO y el Comité de Patrimonio Mundial.....	8
II.2. Historia de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC).....	11
II.3. Historia del Edificio del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UCV.....	13
II.4. Planes de mantenimiento y conservación para la Ciudad Universitaria de Caracas.....	15
II.5. Características de las diferentes Normas venezolanas que regulan la construcción en concreto armado.....	17
II.6. Ensayos no destructivos	20
II.6.1. Equipo Ferroskan	20
II.7. Daños en la estructura	21
Grietas:.....	22
Carbonatación	22
Ataque de agentes biológicos:.....	22
Suciedad en fachada:.....	22
Humedad atmosférica:.....	23
II.8. Programas de computación aplicados al análisis estructural ..	23
CAPÍTULO III	24
MÉTODO	24
III.1. Fases de la investigación	24
III.1.1. Fase 1- Recopilación bibliográfica.....	24
III.1.2. Fase 2- Levantamiento e inspección de la estructura a analizar	25
III.1.3. Fase 3- Modelaje de la estructura	26
III.1.4. Fase 4- Análisis de la estructura modelada	27
CAPÍTULO IV.....	28

INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA.....	28
IV.1. Características de los elementos estructurales	28
IV.1.1. Columnas	32
IV.1.2. Vigas	35
IV.1.3. Losas.....	44
IV.1.4. Muros estructurales.....	48
IV.2. Ensayos no destructivos a las vigas y columnas del edificio...	50
IV.2.1. Verificación de las dimensiones de los elementos	51
IV.2.2. Ensayos con el Ferroskan.....	53
IV.3. Estado actual de la estructura.....	59
IV.4. Levantamiento de los usos de cada área del edificio	62
CAPÍTULO V	66
RECÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	66
V.1. Protocolo de recálculo.....	66
V.1.1. Normas.....	66
V.1.2. Calidad de los materiales	67
V.1.3. Métodos de Análisis estructural.....	67
V.1.4. Sistema estructural.....	68
V.1.5. Cargas Consideradas.....	68
V.1.6. Espectro de diseño.....	72
V.1.7. Combinaciones de cargas	75
V.1.8. Modelos analizados.....	76
V.2. Resultados y análisis.....	79
V.2.1. Peso de la estructura	79
V.2.2. Corte Basal.....	80
V.2.3. Centro de masa.....	82
V.2.4. Derivas	82
V.2.5. Análisis Modal	84
V.2.6. Factor de resistencia de las columnas	86
V.2.7. Acero longitudinal en las vigas	91
V.2.8. Acero transversal	118
V.2.9. Verificación de los Muros Estructurales	122
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
REFERENCIAS.....	130
ANEXOS	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.5.1: Comparación de las normas venezolanas.....	18
Tabla IV.1.1.1: Dimensiones de columnas	32
Tabla IV.1.1.2: Distribución del acero para las columnas rectangulares y cuadradas.....	32
Tabla IV.1.1.3: Tipo de columnas presentes en El Laboratorio de Hidráulica ..	33
Tabla IV.1.1.4: Tipo de columnas presentes en El Instituto de Mecánica de Fluidos.....	34
Tabla IV.1.2.1: Tipos de vigas presentes en los edificios.....	36
Tabla IV.1.2.2: Tipos de nervios presentes en el edificio Instituto de Mecánica de Fluidos.....	37
Tabla IV.1.2.3: Acero de refuerzo en cada tipo de viga presente en el Laboratorio de Hidráulica.	38
Tabla IV.1.2.4: Acero de refuerzo en cada tipo de viga presente en el IMF.....	39
Tabla IV.1.2.5: Acero de refuerzo en cada tipo de nervio presente en el IMF ..	39
Tabla IV.1.2.6: Tipos de vigas presentes en el Laboratorio de Hidráulica (dir y)	40
Tabla IV.1.2.7: Tipos de vigas presentes en el Laboratorio de Hidráulica (dir x)	41
Tabla IV.1.2.8: Tipos de vigas presentes en el Instituto de Mecánica de Fluidos	42
Tabla IV.1.2.9: Tipos de nervios presentes en el Instituto de Mecánica de Fluidos.....	43

Tabla IV.2.1.1: Comparación de dimensiones de columnas. Laboratorio de Hidráulica	51
Tabla IV.2.1.2: Comparación de dimensiones de columnas. Instituto Mecánica de Fluidos.....	52
Tabla IV.2.2.1: Ubicación de las columnas ensayadas. Comparación de las dimensiones obtenidas.....	56
Tabla IV.2.2.2: Comparación del número de barras en cada dirección para cada columna ensayada.	56
Tabla IV.2.2.3: Comparación de la separación entre barras en cada dirección para cada columna ensayada.	57
Tabla IV.2.2.4: Ubicación de las vigas ensayadas. Comparación de las dimensiones obtenidas.....	57
Tabla IV.2.2.5: Comparación del número de barras en cada dirección para cada viga ensayada.	58
Tabla IV.2.2.6: Comparación de la separación entre barras en cada dirección para cada viga ensayada.	58
Tabla IV.3.1: Tabla de daños.	60
Tabla IV.3.2: Tabla de daños.	60
Tabla IV.3.3: Tabla de daños.	61
Tabla IV.3.4: Tabla de daños.	61
Tabla IV.3.5: Tabla de daños.	61
Tabla IV.3.6: Tabla de daños.	62
Tabla IV.3.7: Tabla de daños.	62
Tabla V.1.2.1: Calidad de los materiales.....	67
Tabla V.1.5.1.1: Carga Permanente.....	69
Tabla V.1.5.2.1: Carga Variable	71

Tabla V.1.6.4.1: Valores para el espectro de diseño	74
Tabla V.2.1.1: Peso de la estructura. Laboratorio de Hidráulica	80
Tabla V.2.1.2: Peso de la estructura. Instituto de Mecánica de Fluidos.....	80
Tabla V.2.2.1: Laboratorio de Hidráulica	81
Tabla V.2.2.2: Instituto de Mecánica de Fluidos.....	81
Tabla V.2.3.1: Centro de masa y centro de rigidez. Laboratorio de Hidráulica.	82
Tabla V.2.3.2: Centro de masa y centro de rigidez. Instituto Mecánica de Fluidos.....	82
Tabla V.2.4.1: Deriva. Laboratorio de Hidráulica.....	83
Tabla V.2.4.2. Deriva. Instituto de Mecánica de Fluidos	84
Tabla V.2.5.1: Modos de vibración. Laboratorio de Hidráulica	85
Tabla V.2.5.2: Modos de vibración. Instituto de Mecánica de Fluidos.....	86
Tabla V.2.6.1: Factor de resistencia de columnas. Laboratorio de Hidráulica..	87
Tabla V.2.6.1.1: Factor de resistencia de las columnas resumida. Laboratorio de Hidráulica	88
Tabla V.2.6.2: Factor de resistencia de columnas. Instituto de Mecánica de Fluidos.....	89
Tabla V.2.6.2.1: Factor de resistencia de las columnas resumida. Instituto de Mecánica de Fluidos	90
Tabla V.2.7.1: Acero longitudinal. Laboratorio de Hidráulica.....	92
Tabla V.2.7.2: Acero longitudinal. Instituto de Mecánica de Fluidos	98
Tabla V.2.7.2.1: Cuadro resumen de la comparación entre el acero colocado y el calculado en las vigas para el Laboratorio de Hidráulica en ambas direcciones	115

Tabla V.2.7.2.2: Cuadro resumen de la comparación entre el acero colocado y el calculado en las vigas y nervios para el Instituto de Mecánica de Fluidos . 117

Tabla V.2.8.1: Verificación de acero transversal de las columnas en pórtico 5 en el Laboratorio de Hidráulica..... 119

Tabla V.2.8.2: Verificación de acero transversal de las vigas en pórtico 5 en el Laboratorio de Hidráulica. 120

Tabla V.2.8.3: Verificación de acero transversal de las columnas en pórtico D en el Instituto de Mecánica de Fluidos. 120

Tabla V.2.8.4: Verificación de acero transversal de las vigas en pórtico D en el Instituto de Mecánica de Fluidos..... 121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.3.1: Fachada lateral del Laboratorio de Hidráulica de la UCV. Fuente propia	14
Figura II.3.2: Imagen satelital de la CUC. Fuente: Google Earth.....	14
Figura II.6.1.1: Equipo Ferroskan. Fuente: Comercializadora Tudor.....	21
Figura IV.1.0: Croquis edificio Laboratorio de Hidráulica y edificio Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.....	29
Figura IV.1.1: Croquis edificio Laboratorio de Hidráulica (Primer Piso).....	29
Figura IV.1.2: Croquis edificio Laboratorio de Hidráulica (Segundo Piso). Elaboración propia.	30
Figura IV.1.3: Croquis edificio Laboratorio de Hidráulica (Tercer Piso). Elaboración propia.	30
Figura IV.1.4: Croquis edificio Instituto de Mecánica de Fluidos. (Primer piso). Elaboración propia.	31
Figura IV.1.5: Croquis edificio Instituto de Mecánica de Fluidos. (Segundo piso). Elaboración propia.	31
Figura IV.1.3.1: Ubicación de las losas en el primer piso en el Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.....	45
Figura IV.1.3.2: Ubicación de las losas en el segundo piso en el Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.....	45
Figura IV.1.3.3: Ubicación de las losas del techo en el Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.....	46
Figura IV.1.3.4: Ubicación de las losas en el primer piso en el Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.....	46

Figura IV.1.3.5: Ubicación de las losas en el segundo piso en el Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.....	47
Figura IV.1.3.6: Ubicación de las losas del techo piso en el Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.....	47
IV.1.4. Muros estructurales.....	48
Figura IV.1.4.1: Ubicación de los muros estructurales en la planta baja del edificio. Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.	48
Figura IV.1.4.2: Detalle de los muros estructurales en la planta baja del edificio. Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.	49
Figura IV.1.4.3: Ubicación de los muros estructurales en el piso uno del edificio. Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.	49
Figura IV.1.4.4: Detalles de los muros estructurales en el piso uno del edificio. Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.	50
Figura IV.1.4.5: Corte de los muros estructurales del edificio. Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.	50
Figura IV.2.2.1: Medición de columnas con el Ferroskan. Fuente propia.....	54
Figura IV.2.2.2: Columna. Fuente: Equipo Ferroskan.	55
Figura IV.2.2.3: Viga. Fuente: Equipo Ferroskan.	55
Figura IV.2.2.4: Disposición del acero transversal en columna C-4 del Laboratorio de Hidráulica. Fuente propia.	59
Figura IV.4.1: Distribución de áreas en planta baja. Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.	63
Figura IV.4.2: Distribución de áreas en primer piso. Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.	63
Figura IV.4.3: Distribución de áreas en segundo piso. Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.	64
Figura IV.4.4: Distribución de áreas en primer piso. Instituto Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.	65

FiguraIV.4.5: Distribución de áreas en segundo piso. Instituto Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.....	65
Figura V.1.5.1.1: Disposición de los equipos dentro del Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.....	70
Figura V.1.5.1.2: Disposición de los equipos dentro del Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.....	71
Figura V.1.6.1: Tabla de la Norma COVENIN 1756-2001.....	73
Figura V.1.6.5.1 Espectro de diseño y espectro de respuesta	75
Figura V.1.8.1: Junta de construcción.....	76
.....	77
Figura V.1.8.3: Instituto de Mecánica de Fluidos.....	79
Figura V.2.4.2: Fórmula 10.1.....	83

INTRODUCCIÓN

Como alternativa para albergar a toda la población de la Universidad Central de Venezuela (UCV), bajo el gobierno del Presidente Isaías Medina Angarita se planificó la construcción de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), la cual fue llevada a cabo entre los años 1943 y 1953 en los terrenos de la Hacienda Ibarra en base al diseño realizado por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva quien estuvo encargado de dicho proyecto.

En vista de la magnitud del conjunto urbanístico, arquitectónico y cultural que representaba la obra diseñada por el Arquitecto Villanueva, el Comité de Patrimonio Mundial en su edición XXIV, inscribe a la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) en la lista de Patrimonio Mundial de la Humanidad el 30 de noviembre de 2000, haciéndose oficial el 2 de diciembre del mismo año, confirmando así su valor excepcional y universal como sitio cultural que debe ser protegido para beneficio de la Humanidad.

A fines de esta Declaratoria Mundial, se creó el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), organismo encargado de hacer cumplir los requerimientos de la UNESCO, para de esta manera mantener la condición patrimonial de la CUC. De acuerdo a esto, COPRED en conjunto al Departamento de Ingeniería Estructural de la Facultad de Ingeniería de la UCV, han desarrollado una línea de investigación que permite evaluar en el aspecto estructural a edificaciones pertenecientes a la CUC.

Entre estas edificaciones que conforman a la CUC, se encuentra el Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Mecánica de Fluidos de la UCV, los cuales son estructuras colindantes y que serán el objeto de estudio de este Trabajo Especial de Grado.

A partir de 1956 inicia el funcionamiento del Laboratorio de Hidráulica y en 1965 termina la ampliación del mismo duplicando su área, la cual estaría destinada al actual Instituto de Mecánica de Fluidos, inaugurado en 1976.

Estas estructuras poseen dos niveles más planta baja, alcanzando una altura de 12 metros aproximadamente, y un sistema aporricado en ambas direcciones principales en el Laboratorio de Hidráulica y en una dirección en el Instituto de Mecánica de Fluidos.

Para realizar el análisis de estos edificios, la investigación se estructuró en cinco (5) capítulos descritos a continuación:

En el Capítulo I: *Planteamiento del Problema*, es descrita la situación a analizar, las razones de la investigación, los objetivos planteados, así como también los aportes, limitaciones e interrogantes que buscan ser respondidas mediante la investigación.

En el Capítulo II: *Marco Teórico*, se presentan los orígenes de la UNESCO y el Comité de Patrimonio Mundial, las diversas funciones de este ente y los criterios por los cuales la CUC fue nombrada como Patrimonio Mundial. Además de ello, se encuentra una reseña histórica de la CUC y de los edificios objeto de estudio de este Trabajo Especial de Grado y un cuadro comparativo entre las Normas de construcción actuales y las que fueron usadas en el período de construcción de los edificios.

En el Capítulo III: *Método*, son especificadas cada una de las actividades realizadas que permitieron cumplir con los objetivos planteados. Dichas actividades fueron agrupadas en cuatro (4) fases, las cuales fueron: recopilación bibliográfica, levantamiento e inspección de las estructuras, modelaje de las estructuras a analizar y análisis de las estructuras modeladas.

En el Capítulo IV: *Información Planimétrica*, se presentan las dimensiones y distribución de acero en los diferentes elementos estructurales presentes en las edificaciones, su ubicación en las mismas y se realiza una comparación de los valores obtenidos mediante los ensayos con el equipo Ferroskan y otras mediciones con los valores especificados en los planos. Además de ello se muestra la distribución de las áreas por niveles, detallando

su uso y el estado actual de la estructura, así como también los daños que presenta la misma.

Para finalizar se encuentra el Capítulo V: *Recálculo de la Estructura*, donde se detallan cada uno de los aspectos que fueron tomados en cuenta para el modelado y chequeo de las estructuras, realizado con el programa de cálculo estructural ETABS v9 y el análisis de los resultados obtenidos mediante este programa.

CAPÍTULO I

Problema

1.1. Planteamiento del Problema

La Universidad Central de Venezuela, fundada en 1721, es la Institución de Educación Superior más antigua de Venezuela. En el siglo XX su sede se encontraba en el Convento San Francisco, actual Palacio de las Academias, donde su población estudiantil sobrepasaba los límites de la edificación y fue necesario crear un espacio que pudiese albergar a dicha población; este espacio es conocido como la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) (Universidad Central de Venezuela, 2009).

El período de construcción de la CUC se ubicó entre los años 1943 y 1953, en los terrenos de la Hacienda Ibarra, por Decreto del Presidente Isaías Medina Angarita, quién encargó el proyecto al Arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva. El conjunto arquitectónico estuvo constituido por más de 70 edificios con diversas funciones.

La UNESCO, el 30 de noviembre del año 2000 declaró a la CUC como Patrimonio Mundial y Cultural de la Humanidad. Para preservar y desarrollar el patrimonio edificado, artístico y natural de la Universidad Central de Venezuela, en el año 2001 se creó el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) (Bacci, 2013).

Actualmente, COPRED y el Departamento de Ingeniería Estructural de la Facultad de Ingeniería, trabajan en conjunto mediante la aplicación de ensayos no destructivos para llevar a cabo la revisión y posible recuperación y adecuación de estructuras que forman parte de la CUC, sin afectar su condición de Patrimonio.

Siguiendo los lineamientos que llevan a cabo estas instituciones, se pretende evaluar el estado actual del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería, edificación que data de los años 50 y que ha soportado los efectos del sismo ocurrido en Caracas en el año 1967.

Dicha evaluación consistirá en la observación de los planos originales del Laboratorio de Hidráulica e inspección en sitio de los elementos estructurales que conforman al edificio. Con los resultados de esta actividad y con la finalidad de observar el comportamiento de la edificación ante un evento sísmico se realizará el modelado de la misma utilizando un programa de análisis estructural y las especificaciones de las normas venezolanas (Norma Fondonorma 1753:2006, Norma COVENIN 1756-2001). Con base en lo obtenido, se realizarán las observaciones y recomendaciones correspondientes. Del planteamiento anterior se desprenden las interrogantes que guiarán el proceso de investigación:

¿Cuál es el estado actual de los elementos estructurales de la edificación objeto de este trabajo?

¿Cuál será el posible comportamiento de la edificación ante un evento sísmico según las normas venezolanas COVENIN 1756-2001 y Fondonorma 1753:2006?

¿Cumplirá la edificación con la norma sísmica venezolana vigente Fondonorma 1753:2006?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General:

- Evaluar el estado actual del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UCV desde el punto de vista estructural.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Identificar parámetros estructurales no contemplados en el diseño original.
- Identificar el estado actual de los elementos estructurales del Laboratorio de Hidráulica
- Modelar la estructura mediante el programa de análisis estructural ETABS.
- Estimar el posible comportamiento del edificio ante un evento sísmico según la Normas COVENIN 1756-2001 y Fondonorma 1753:2006.
- Contrastar el comportamiento modelado del edificio con los requerimientos de la Norma Venezolana vigente.

1.3. Aportes

El presente trabajo permitirá obtener información con respecto al estado actual de los elementos estructurales que conforman al Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería, detectando así la presencia de fallas que en determinadas circunstancias puedan representar una amenaza para las personas que laboran o realizan actividades en dicho edificio.

Ofrece a los realizadores la oportunidad de iniciarse en la investigación de patologías de estructuras, específicamente con respecto a edificaciones de carácter patrimonial, en las cuales las intervenciones resultan muy limitadas. Dicha investigación permitirá entonces la obtención de experiencia para un futuro campo laboral.

Los resultados de este trabajo podrán servir de base para futuros trabajos especiales de grado relacionados con el refuerzo estructural de edificios patrimoniales, además permitirá a COPRED ampliar su base de datos acerca del estado actual de los diferentes edificios que conforman a la Ciudad Universitaria de Caracas y así cumplir con las exigencias de la UNESCO para seguir formando parte del Patrimonio Mundial de la Humanidad.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

II.1. La UNESCO y el Comité de Patrimonio Mundial

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO) fue creada en el año 1942, durante la Segunda Guerra Mundial, cuando los Gobiernos integrantes de la alianza europea que luchaban en contra de la Alemania nazi decidieron reunirse en Inglaterra para lo que sería la Conferencia de Ministros Aliados de Educación (CAME), la cual se realizó con la finalidad de decidir cómo serían reconstruidos los sistemas educativos, afectados por la Guerra, una vez reestablecida la paz.

Culminada la Segunda Guerra Mundial, ese mismo año, del 1 al 16 de Noviembre de 1945 se celebró en la ciudad de Londres una conferencia de la CAME en la cual se reunieron representantes de más de 40 países y el 16 de Noviembre fue fundada oficialmente la UNESCO. (UNESCO, S/F).

La misión de la UNESCO consiste en contribuir a la consolidación de la paz, la erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y el diálogo intercultural mediante la educación, las ciencias, la cultura, la comunicación y la información a fin de garantizar el respeto universal de la justicia, el imperio de la ley, los derechos humanos y las libertades fundamentales que la Carta de las Naciones Unidas reconoce a todos los pueblos sin distinción de raza, sexo, idioma o religión, siendo sus objetivos globales:¹

- i. Lograr la educación de calidad para todos y el aprendizaje a lo largo de toda la vida.

¹ UNESCO. (S/F). Introducing UNESCO: What we are.

- ii. Movilizar el conocimiento científico y las políticas relativas a la ciencia con miras al desarrollo sostenible.
- iii. Abordar los nuevos problemas éticos y sociales.
- iv. Promover la diversidad cultural, el diálogo intercultural y una cultura de paz.
- v. Construir sociedades del conocimiento integradoras recurriendo a la información y la comunicación.

La UNESCO busca fomentar la identificación, protección y preservación del patrimonio natural y cultural que se encuentra alrededor del mundo, el cual es considerado de inmenso valor para la humanidad, es por esto que crea el Comité de Patrimonio Mundial (WHC por sus siglas en inglés). El comité define los tipos de lugares naturales o culturales que pueden ser considerados para su inscripción en la lista de patrimonio mundial. Así mismo, establece los deberes de cada uno de los países integrantes en identificar lugares con potencial a ingresar a la lista y su rol para protegerlos y preservarlos. Los países integrantes están obligados a preservar el patrimonio natural y cultural que se encuentre tanto en su territorio, como en el resto del mundo. De igual manera están obligados a informar regularmente al comité del estado de conservación de sus patrimonios. (UNESCO, S/F).

Para incluir un bien en la Lista de Patrimonio, el Estado Parte debe elaborar un expediente adjuntando toda la documentación necesaria, con objeto de justificar el Valor Universal Excepcional de dicho bien, para lo cual deberá al menos cumplir con algunos de los 10 criterios de selección establecidos por el Comité:²

- **Criterio I:** Representar una obra maestra del genio creativo humano.

² Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (S/F). Patrimonio Mundial UNESCO.

- **Criterio II:** Ser la manifestación de un intercambio considerable de valores humanos durante un determinado periodo o en un área cultural específica, en el desarrollo de la arquitectura o de la tecnología, las artes monumentales, la planificación urbana, el diseño paisajístico.
- **Criterio III:** Aportar un testimonio único o por lo menos excepcional de una tradición cultural o de una civilización que sigue viva o que desapareció.
- **Criterio IV:** Ser un ejemplo sobresaliente de un tipo de construcción, de un conjunto arquitectónico o tecnológico, o de paisaje que ilustre una o más etapas significativas de la historia de la humanidad.
- **Criterio V:** Constituir un ejemplo sobresaliente de hábitat o establecimiento humano tradicional o del uso de la tierra, que sea representativo de una cultura o de culturas, especialmente si se han vuelto vulnerable por efectos de cambios irreversibles.
- **Criterio VI:** Estar asociados directamente o tangiblemente con acontecimientos o tradiciones vivas, con ideas o creencias, o con obras artísticas o literarias de significado universal excepcional (el Comité considera que este criterio sólo justifica la inscripción en la Lista en circunstancias excepcionales y en aplicación conjunta con otros criterios culturales o naturales).
- **Criterio VII:** Representar fenómenos naturales o constituir áreas de una belleza natural e importancia estética excepcionales.
- **Criterio VIII:** Ser ejemplos sobresalientes representativos de los diferentes períodos de la historia de la Tierra, incluyendo el registro de la evolución, de los procesos geológicos significativos en curso, del desarrollo de las formas terrestres, o de elementos geomórficos o fisiográficos significativos.
- **Criterio IX:** Ser ejemplos eminentemente representativos de procesos ecológicos y biológicos en curso en la evolución y el desarrollo de los

ecosistemas y las comunidades de vegetales y animales terrestres, acuáticos, costeros y marinos.

- **Criterio X:** Contener los hábitats naturales más importantes y más representativos para la conservación in situ de la diversidad biológica, incluyendo aquellos que alberguen especies amenazadas que posean un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia o la conservación.

II.2. Historia de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)

El inicio de la Universidad Central de Venezuela (UCV) se remonta a la fundación de la Real y Pontificia Universidad de Caracas en 1721, por Decreto del Rey de España, Felipe V, cuya sede era el Seminario de Santa Rosa de Lima, ubicado en la Plaza Mayor de la ciudad de Santiago de León de Caracas.

A mediados del siglo XIX, la Universidad se independizó del Seminario y trasladó sus dependencias al Convento de San Francisco. Sin embargo, con el pasar de los años el edificio resultó insuficiente para el crecimiento de la población estudiantil, teniendo además varias escuelas en diversos puntos de la ciudad. Este crecimiento acelerado de la población estudiantil y la dispersión existente entre las dependencias que constituían a la Universidad, hicieron concretar la propuesta de concentrar en un único espacio las diversas dependencias universitarias, cuyos estudios iniciaron en 1942.

El 2 de octubre de 1943 el gobierno del Presidente Isaías Medina Angarita decretó la creación del Instituto Autónomo de la Ciudad Universitaria (ICU), adscrito al Ministerio de Obras Públicas (MOP), el cual sería el encargado de llevar a cabo todas las obras de la Ciudad Universitaria, la cual estaría ubicada en los terrenos de la Hacienda Ibarra por considerar que ésta reunía las mejores condiciones topográficas.

El Arquitecto Carlos Raúl Villanueva como representante del Ministerio de Obras Públicas, visitó la Ciudad Universitaria de Bogotá para así realizar un estudio crítico y elaborar un informe con las mejores recomendaciones para el proyecto universitario. La observación del conjunto de Bogotá condujo a la decisión de que *“los edificios deben tener un solo conjunto arquitectónico, lo que obliga a que un solo arquitecto planee o vigile la arquitectura de todos ellos”*. Es así como inicia la creación de todo el conjunto universitario por parte de Carlos Raúl Villanueva, que actualmente está compuesto por ochenta y nueve (89) edificios que albergan las diferentes facultades, dependencias administrativas y diversos servicios culturales, deportivos y hospitalarios.

Desde principios de los años 90, se inicia un trabajo por parte de profesores y estudiantes de la UCV cuyo fin era lograr que su principal sede, la CUC, fuera valorada y reconocida como un importante conjunto urbanístico, arquitectónico y artístico (Jaua, 1999).

La justificación de la inscripción a la lista de patrimonio de la humanidad de la CUC es presentada ante el comité bajo los 4 criterios a continuación:³

Criterio I

Representa una obra de arte que constituye una obra maestra del genio creador humano: los espacios urbanos y arquitectónicos creados por Carlos Raúl Villanueva, a los que se integran las obras de arte de los artistas participantes en el proyecto Síntesis de las Artes Mayores, son de una calidad y unas características inigualables.

Criterio II

Manifestación de un importante intercambio de valores humanos, sobre un determinado periodo de tiempo o en un área cultural específica del mundo, en el desarrollo de la arquitectura o la tecnología, de las artes

³ Informe presentado por la Universidad Central de Venezuela ante la UNESCO con motivo de la solicitud de Declaratoria de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio de la Humanidad.

monumentales, la planificación urbana o el diseño paisajístico: la CUC representa la realización en América Latina de una gran parte de los planteamientos propuestos por las vanguardias artísticas y arquitectónicas a comienzos del siglo XX en Europa.

Criterio III

Aporta un testimonio de singularidad o al menos excepcional de una tradición cultural o de una civilización que sigue viva o que desapareció: constituye una interpretación magistral de los conceptos y espacios de nuestras tradiciones coloniales y un ejemplo de lo que debe ser una arquitectura abierta, ventilada y protegida, apropiada para nuestro clima tropical.

Criterio IV

Es un ejemplo sobresaliente de una tipología de edificación o conjunto arquitectónico o ensamble tecnológico o paisajístico que ilustra una o varias etapas significativas de la historia de la humanidad.

Finalmente la CUC es inscrita en la lista de patrimonio bajo los criterios I y IV. (ICOMOS, 1999).

II.3. Historia del Edificio del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UCV

A principios del año escolar 1956-57 empezó a funcionar el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Central de Venezuela (Ver Figura II.3.1). Su moderno equipo diseñado por el Profesor Doctor Hunter Rouse, Director del Instituto de Investigaciones Hidráulicas de la Universidad del Estado de Iowa, U.S.A., ayuda a aclarar al estudiante la complejidad de factores que forman el fenómeno hidráulico, preparándolo así para analizar y resolver los problemas

con que se encontrará en su futura carrera profesional (Facultad de Ingeniería UCV, S/F).



Figura II.3.1: Fachada lateral del Laboratorio de Hidráulica de la UCV. Fuente propia



Figura II.3.2: Imagen satelital de la UCV. Fuente: Google Earth

II.4. Planes de mantenimiento y conservación para la Ciudad Universitaria de Caracas

Con el nombramiento de la CUC como Patrimonio Mundial de la Humanidad, se hizo necesaria la creación de planes o líneas de acción que le permitiesen a la misma continuar con dicha condición patrimonial. Por esta razón, se creó el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), el cual es el organismo encargado de preservar y desarrollar todo el patrimonio edificado, artístico y natural, de acuerdo a los lineamientos de conservación exigidos por la UNESCO.

COPRED cuenta con 10 programas permanentes de gestión, orientados hacia tres áreas de acción: Preservación y Desarrollo, Promoción y Apropiación social y Mantenimiento Integral. Estas líneas de trabajo son dirigidas por COPRED con el objetivo de involucrar estudiantes, profesores y profesionales especializados para trabajar a través de pasantías, asistencias técnicas o proyectos multidisciplinarios en conjunto:⁴

- Programa de Desarrollo Institucional: fortalece la gestión de la organización mediante el desarrollo de normas, procedimientos e instrumentos en materia de actuaciones en el patrimonio edificado.
- Programa de Gestión del Capital Humano: capta, motiva, desarrolla y evalúa el talento humano para abordar el proceso de valorización y preservación del patrimonio.
- Programa de Captación de Recursos Económicos: promueve la captación de recursos económicos de diferente naturaleza, a fin de buscar financiamiento alternativo para el desarrollo de la gestión.
- Programa de Promoción y Difusión: difunde información permanente y ambientes de aprendizaje sobre los valores culturales del patrimonio

⁴ Universidad Central de Venezuela. (2009). COPRED. Programas y proyectos.

edificado y artístico, con especial énfasis en la CUC, así como los logros de la gestión con orientación educativa.

- Programa Apropiación Social: promueve el desarrollo de conductas y actitudes de la comunidad universitaria y visitantes en general orientadas a la preservación, aprovechamiento, disfrute y utilización sostenible del patrimonio edificado y artístico de la CUC a través de la promoción turística y programas educativos.
- Programa de Conservación de Bienes Patrimoniales: conserva integralmente el patrimonio construido, a partir de normativas, lineamientos, criterios y modos de hacer acordes áreas específicas: Edificaciones, Espacios Abiertos, Obras de Arte y Recuperación de Redes de Servicio.
- Programa de Mantenimiento Integral: diseño, desarrollo, ejecución y evaluación de programas para el mantenimiento preventivo de la infraestructura física de los campus universitarios de la UCV y comprende 4 áreas: edificaciones, espacios abiertos, obras de arte y redes de servicio.
- Programa de Reducción de Vulnerabilidad: diseño, desarrollo, ejecución y evaluación de investigaciones, proyectos y obras relacionados con aspectos geomorfológicos, sísmicos e hidrológicos del conjunto CUC, a fin de reducir las condiciones de vulnerabilidad de la planta física.
- Programa de Consolidación del Borde: propicia la integración activa de la CUC con su entorno urbano inmediato, logrando que los actores sociales locales en conjunto con la comunidad universitaria, asuman el territorio universitario como espacio vital para asegurar una mayor y mejor calidad de vida urbana, así como una protección de los bienes culturales.

- Programa de Asesoramiento y Asistencia Técnica: atender y gestionar todas las solicitudes de asesoría técnica presentadas por las diversas dependencias de la UCV relacionadas con: intervenciones y mantenimiento de las edificaciones, espacios abiertos y obras de arte.

II.5. Características de las diferentes Normas venezolanas que regulan la construcción en concreto armado

Para comparar las Normas del MOP de 1945 “Normas para el cálculo de edificios”, la cual estaba vigente al momento de la construcción de la edificación, con la Fondonorma 1753-2006 “Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones Análisis y Diseño”, se elaboró un cuadro comparativo en donde se toman en consideración algunas características importantes. (Ver Tabla II.5.1)

Tabla II.5.1: Comparación de las Normas venezolanas.

Característica	MOP 1945	FONDONORMA 1753-2006
Resistencia del concreto	Resistencia a los 28 días debe ser mayor a 80 Kg/cm ² para cada cilindro evaluado y mayor de 100 kg/cm ² para el promedio de la resistencia de estos.	En áreas sísmicas f_c' no será menor de 210 kgf/cm ² .
Barras de acero	La carga de ruptura a la tracción del hierro no será menor de 3700 Kg/cm ² .	La resistencia cedente de diseño del acero de refuerzo en los miembros solicitados por flexión, corte o torsión, no excederá de 4200 kgf/cm ² . El refuerzo deberá estar constituido por barras con resaltos. Los aceros de refuerzo que deban resistir solicitaciones de flexión y fuerza axial producidas por la acción sísmica serán del tipo W. ⁵
Estribos	La norma no establece especificaciones para este ítem.	En los miembros que formen parte del sistema resistente a sismos se colocará acero de refuerzo por corte en toda su longitud. En las zonas confinadas, los estribos deben ser cerrados y su separación so, no debe exceder el menor de los valores siguientes: i. d/4. ii. 8 veces el diámetro de la barra longitudinal más delgada. iii. 24 veces el diámetro del estribo. iv. 30 cm.
Estribos	La norma no establece especificaciones para este ítem.	En las zonas no confinadas, y a menos que el diseño por corte resulte más exigente, se colocará acero de refuerzo

⁵ W: Acero al carbón con o sin microaleantes soldables a temperatura ambiente.

		transversal mínimo con una separación no mayor que $0.5d$. d : altura útil del elemento.
Columnas	La norma no establece especificaciones para este ítem.	Cuantía geométrica del acero de refuerzo entre el 1% y 6% del área de la columna.
Recubrimiento en Vigas y Columnas	Recubrimiento mínimo de 5 cm.	El recubrimiento mínimo se encuentra entre los 4 y 7,5 cm.
Losas Nervadas en una dirección	La norma no establece especificaciones para este ítem.	<p>Ancho de nervios: mayor de 10 cm en la parte superior y de 8 cm de anchura promedio.</p> <p>Separación de nervios: mayor de 2.5 de la altura total de la losa y menor de 75 cm.</p> <p>Altura libre: menor de 3.5 veces el espesor promedio de alma.</p> <p>Macizado: mínimo de 10 cm.</p> <p>Nervios transversales: Separación máxima cara a cara, de 50 veces el espesor del nervio, sin exceder 4 m.</p> <p>Espesor de la loseta: Para elementos de relleno permanente no será menor de 4.5 cm y de 5 cm para elementos removibles, ni de $1/12$ de la distancia libre entre los nervios para ambos casos.</p>
Losas Macizas	La norma no establece especificaciones para este ítem.	La altura mínima está definida como la luz del vano de la losa dividido entre un coeficiente que depende de la condición de apoyo de la misma: 20 para simplemente apoyada, 24 para un extremo continuo, 28 para ambos extremos continuos y 10 para voladizos.

II.6. Ensayos no destructivos

Los ensayos no destructivos consisten en pruebas a las que se somete un elemento estructural de una edificación para verificar la calidad o el estado de los materiales empleados en su construcción, sin que este resulte dañado, una vez se realice el ensayo.

En líneas generales, este tipo de ensayos permiten medir, caracterizar y poner de manifiesto discontinuidades presentes en los materiales.

Los mismos proveen datos menos exactos acerca del estado de los elementos medidos con respecto a los ensayos destructivos, sin embargo son más económicos puesto que no requieren de la destrucción de alguna parte de la estructura que se desea evaluar.

A los edificios de carácter patrimonial, debido a su condición, no se le es permitida la realización de ensayos destructivos ya que los mismos causarían daños que pondrían en peligro esta condición y por ello los ensayos a realizar sobre este tipo de edificaciones deben ser no destructivos. (Asociación Española de Ensayos No Destructivos, 2002).

II.6.1. Equipo Ferroskan

El Ferroskan es un equipo utilizado en estudios de patología en proyectos de diagnóstico estructural o en inspecciones no destructivas. Cuenta con un sistema que permite detectar de manera sonora, visualizar, determinar la profundidad y estimar el diámetro de materiales ferrosos tales como acero de refuerzo, y no ferrosos dentro de una armadura de concreto como losas, muros, etc., mediante campo magnético, permitiendo así la realización de un mapa de la posición y la disposición de las barras de acero encontradas.

El escáner se mueve directamente sobre la superficie del elemento de construcción y los datos son almacenados en el escáner para transferirlos al monitor el cual es empleado para almacenar grandes volúmenes de datos y para visualizarlos; estos pueden ser transferidos a un portátil e imprimirse para su interpretación y revisión.

Con el Ferroskan se puede determinar el tamaño de una barra de refuerzo con una precisión de aproximadamente 10% mientras que la profundidad puede detectarla con una exactitud de aproximadamente 0,1 pulgadas hasta una profundidad alrededor de 6 a 7 pulgadas.⁶



Figura II.6.1.1: Equipo Ferroskan. Fuente: Comercializadora Tudor.

II.7. Daños en la estructura

La vulnerabilidad de una estructura puede ser reflejada a través de patologías que aparecen en la misma ocasionando diversos efectos, desde lesiones menores y pequeñas molestias para sus ocupantes, hasta fallas de gran magnitud que pueden causar el colapso de la edificación o parte de ella.

Cabe destacar que aunque una lesión menor no afecta en forma directa el aspecto estructural de la edificación, existen probabilidades de que pueda

⁶ Ficha técnica del Ferroskan de la Comercializadora Tudor. México.

convertirse en la causa de un daño grave a nivel estructural, motivo por el cual debe ser reparada con prontitud. Algunas de estas lesiones pueden ser:

Grietas: son roturas de distintas longitudes, espesores y profundidades, que aparecen en los elementos de concreto armado y que se manifiestan externamente con un desarrollo lineal. Las causas de este tipo de daño pueden ser múltiples, entre ellas están: curado deficiente del concreto, retracción, variaciones térmicas, cargas externas, cargas excesivas, errores en la ejecución o en la concepción del diseño, entre otras. (Astorga, 2009).

Carbonatación: La carbonatación es un proceso lento que ocurre en el concreto, donde el hidróxido cálcico del cemento reacciona con el dióxido de carbono del aire formando carbonato cálcico. Esta reacción, necesariamente se produce en medio acuoso, ya que el dióxido de carbono reacciona con el agua formando ácido carbónico, el cual reaccionará con el hidróxido de calcio obteniendo como resultado el carbonato de calcio y agua. Dado que la carbonatación provoca una bajada de pH (ácido) esto puede llevar a la corrosión de la armadura y dañar la construcción. (Montani, 2000).

Ataque de agentes biológicos: los agentes biológicos que pueden actuar sobre el concreto generando un deterioro de orden químico, son diferentes tipos de microorganismos: bacterias, hongos y líquenes (cuando forman colonias de tipo microscópico). El desarreglo que generan es de tipo superficial y sólo se producen en concretos carbonatados, húmedos, cuya superficie se encuentra sucia o acumulando materia orgánica que sustente su crecimiento. (González, 1991).

Suciedad en fachada: ocurre por el depósito de las partículas en suspensión existentes en la atmósfera, debido a la tensión superficial y a la rugosidad. El agua de lluvia empuja las partículas al interior de los poros por capilaridad y, una vez colmado el poro, surge la suciedad aparente. (Abadías y Carmona, 2010).

Humedad atmosférica: es la infiltración del agua dentro de los elementos que componen a la estructura, generada en su mayoría por el agua de lluvia y ocurre cuando los materiales empleados para evitar la penetración del agua no son los adecuados o requieren ser renovados. (Astorga, 2009).

II.8. Programas de computación aplicados al análisis estructural

En la actualidad, el proceso de análisis estructural va de la mano con los avances tecnológicos, especialmente aquellos relacionados con el área de la computación, la cual ha sido una de las principales herramientas empleadas en la ingeniería para efectuar cálculos y análisis estructurales que pueden llegar a ser complejos y laboriosos.

Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones) conocido como ETABS, es uno de estos programas de computación que facilitan el análisis y diseño de edificaciones, mediante una interfaz gráfica que incluye procedimientos de modelaje, análisis y diseño, acordes a las investigaciones más recientes en el área de diseño estructural. (Hernández, S/F).

CAPÍTULO III**MÉTODO*****III.1. Fases de la investigación***

El Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UCV forma parte de la Ciudad Universitaria de Caracas, declarada Patrimonio Mundial de la Humanidad en el año 2000 por la UNESCO bajo los criterios mencionados en el marco teórico. Es por ello que deben seguirse los lineamientos que imponen la UNESCO y COPRED para así proteger las obras existentes dentro del recinto universitario.

En vista de que se trata de un edificio de carácter patrimonial y los ensayos en este tipo de estructura son limitados, es necesario tener conocimiento previo de toda aquella información referente a la condición de patrimonio que presenta la misma y a los ensayos que pueden ser aplicados sin intervenir directamente sobre ella, para posteriormente realizar un modelado que estime su comportamiento ante los efectos de un sismo.

Para el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado cuya naturaleza es analítica y experimental, se realizaron cuatro fases descritas a continuación:

III.1.1. Fase 1- Recopilación bibliográfica***Reseña histórica de la CUC***

Durante esta fase se recopiló aquella información referente a la creación de la Universidad Central de Venezuela que dio paso a la construcción de la

CUC, logrando así ubicar a la misma dentro de un concepto histórico y señalar la importancia de su conservación.

Reseña histórica de la UNESCO y requerimientos tomados en cuenta para incluir a la CUC como Patrimonio Mundial de la Humanidad

Durante esta etapa se obtuvo información relacionada con la historia de la UNESCO, con sus funciones y los parámetros que exige para la inclusión de una obra como Patrimonio Mundial de la Humanidad; esto con la finalidad de enfatizar la importancia de este nombramiento y la necesidad de preservar el patrimonio.

Recopilación histórica de la edificación a ser evaluada

En esta fase se recolectó la información planimétrica e histórica suministrada por La Casa Ibarra y COPRED respectivamente, que luego fue organizada y permitió llevar a cabo los levantamientos e inspecciones necesarias a las estructuras.

III.1.2. Fase 2- Levantamiento e inspección de la estructura a analizar

Inspección del estado actual del edificio

Se le realizó una inspección al edificio de carácter visual para determinar los daños presentes en los diferentes elementos estructurales que conforman al mismo. Seguido de ello, se reflejó en tablas la información recopilada identificando el tipo de daño y la ubicación, soportado por imágenes fotográficas. Además, se realizó una tabla que contiene las dimensiones de los elementos estructurales que constituyen a los edificios.

Comprobación y comparación de la información planimétrica con las características actuales del edificio

Por medio de los datos obtenidos en la inspección visual realizada, se comparó que la información planimétrica coincida con lo construido. En caso de no hacerlo se hicieron las observaciones correspondientes.

Se verificó la distribución de las barras de acero que conforman el armado a una muestra representativa de los elementos estructurales que constituyen al edificio mediante ensayos no destructivos descritos en el marco teórico, con la finalidad de corroborar que lo encontrado en los planos corresponde a lo construido.

Registro del uso actual de las diferentes áreas del edificio

Mediante una inspección visual, se comprobó el uso que tienen las diversas áreas del edificio, así como también de los elementos no estructurales allí contenidos, de acuerdo a los parámetros de la Norma COVENIN 2002-1998 “Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones”, con el fin de tomar en cuenta las cargas adecuadas al modelo de la edificación.

III.1.3. Fase 3- Modelaje de la estructura

De acuerdo a la Norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones sismorresistentes” fueron determinadas las sollicitaciones sísmicas tomando en cuenta las características del edificio y de su entorno para incluirlas en el modelado de cada edificio.

Con base a la información planimétrica y la información recopilada, fue realizado dicho modelado de las estructuras mediante el programa de cálculo

estructural ETABS, con las respectivas consideraciones sísmicas de las Normas Fondonorma 1753-2006 y COVENIN 1756-2001.

III.1.4. Fase 4- Análisis de la estructura modelada

En esta fase fueron realizadas tablas que contienen todos los resultados obtenidos por el modelado del Laboratorio que permitieron posteriormente realizar verificaciones de resistencia y deformaciones, así como otros aspectos que establece la norma.

CAPÍTULO IV**Información Planimétrica**

Para generar esta información se recolectó un conjunto de planos estructurales y arquitectónicos de la edificación, los cuales permitieron obtener las dimensiones y ubicación de las columnas, vigas y losas que conforman a la misma, así como también la distribución de acero presente en dichos elementos.

En base a los datos obtenidos se realizó una comprobación de los mismos mediante un levantamiento planimétrico de la edificación, realizando mediciones de algunas columnas y vigas escogidas de manera arbitraria. De esta manera se verificó que las dimensiones de los elementos mencionados no presentaran diferencias considerables con respecto a lo indicado en los planos. Dichas mediciones se encuentran en tablas y separadas de acuerdo al tipo de elemento estructural.

Se verificó la existencia de algún tipo de elemento estructural no contemplado en los planos originales. Como resultado de esta inspección, se pudo conocer que en el año 2004 se realizó una construcción y dotación de aproximadamente 80 m² de nuevas oficinas y la remodelación de espacios en el Instituto de Mecánica de Fluidos.

IV.1. Características de los elementos estructurales

A continuación se presentarán las características de los diferentes elementos estructurales presentes en la edificación en estudio, siendo importante destacar que el Laboratorio de Hidráulica está constituido a su vez por dos edificaciones (la correspondiente al Laboratorio de Hidráulica, en el cual se encuentran la mayoría de los equipos para ensayos, y la

correspondiente al Instituto de Mecánica de Fluidos), las cuales son colindantes mediante una junta de dilatación. (Ver Figura IV.1.0)

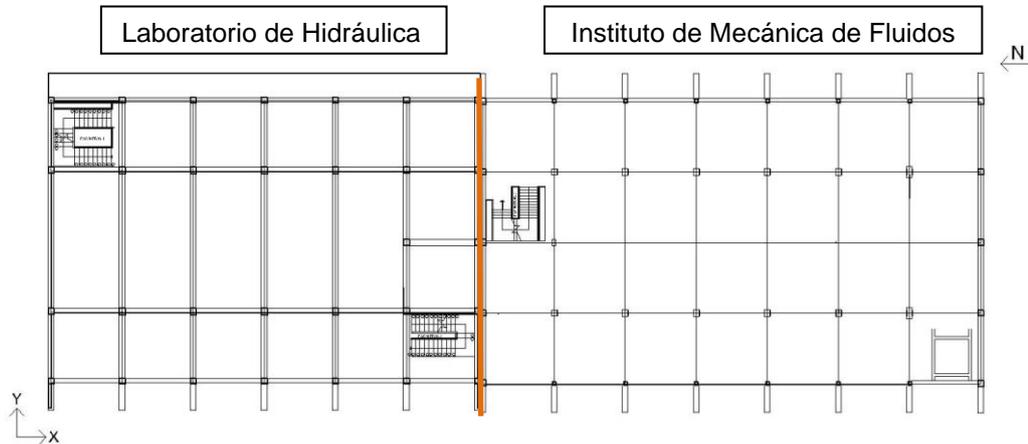


Figura IV.1.0: Croquis edificio Laboratorio de Hidráulica y edificio Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.

Para ubicar cada uno de los elementos estructurales, se digitalizaron los planos de planta proporcionados por La Casona Ibarra. Dichos planos pueden observarse en las figuras IV.1.1, IV.1.2, IV.1.3, IV.1.4.

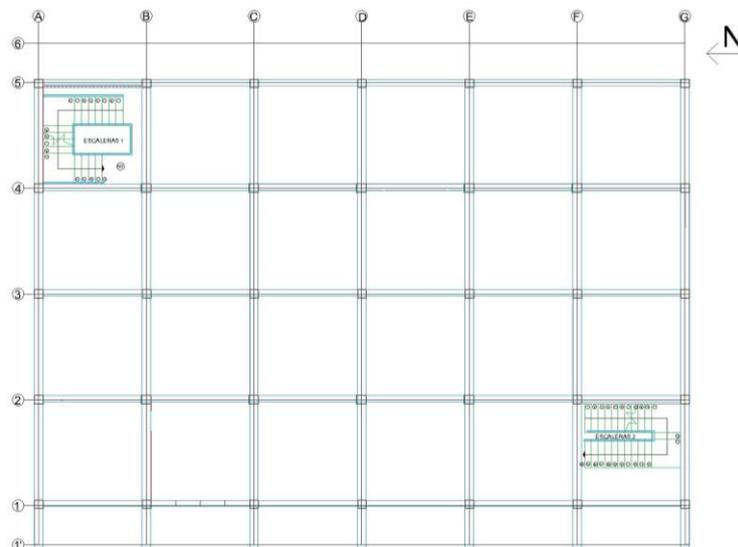


Figura IV.1.1: Croquis edificio Laboratorio de Hidráulica (Primer Piso).
Elaboración propia.

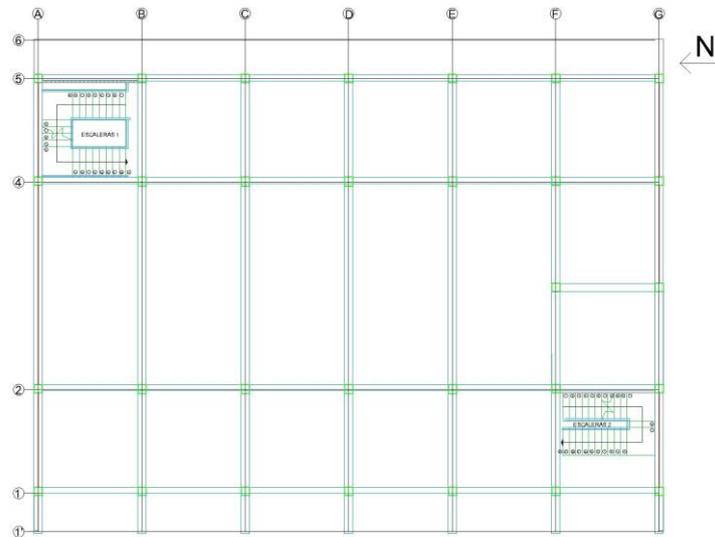


Figura IV.1.2: Croquis edificio Laboratorio de Hidráulica (Segundo Piso).
Elaboración propia.

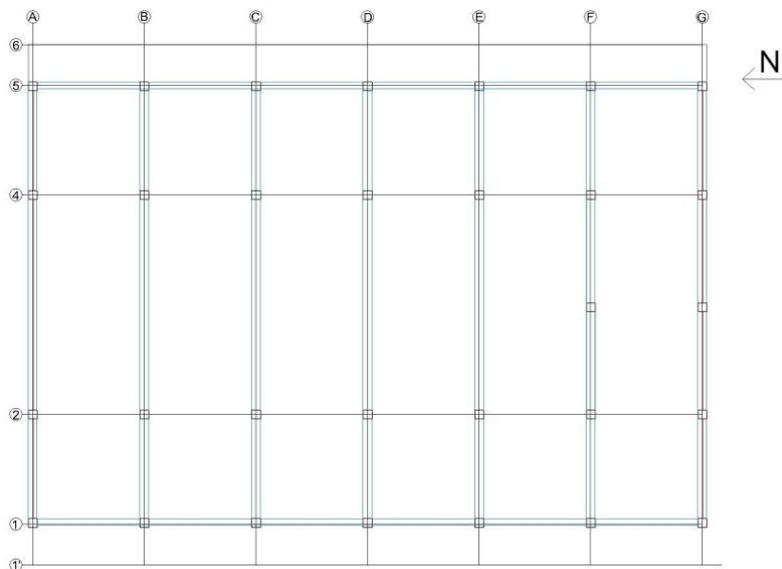


Figura IV.1.3: Croquis edificio Laboratorio de Hidráulica (Tercer Piso).
Elaboración propia.

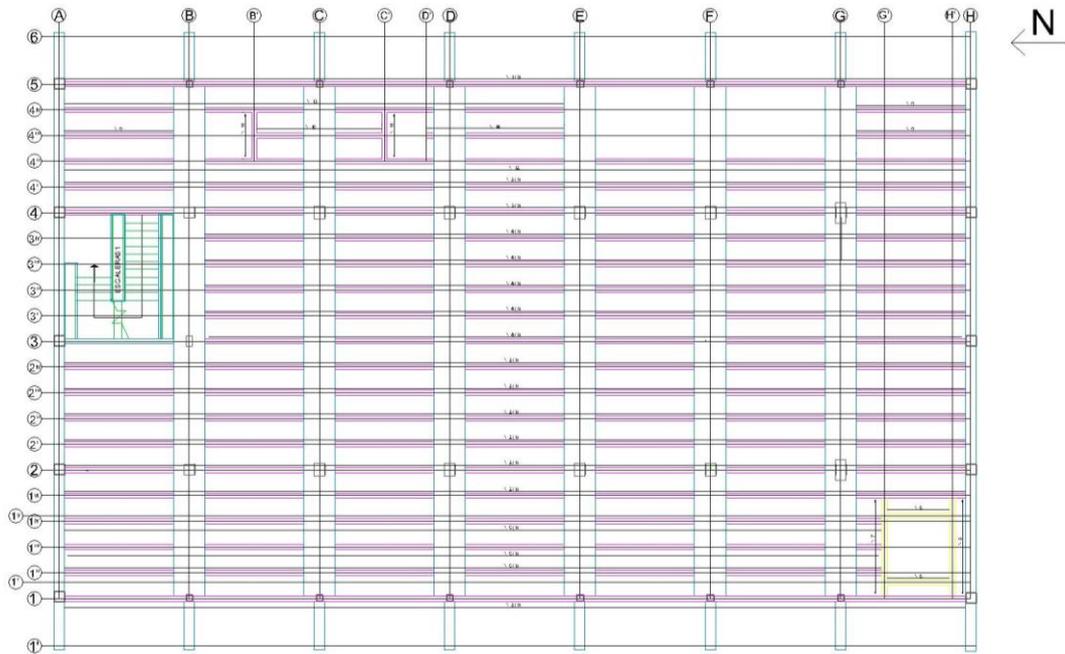


Figura IV.1.4: Croquis edificio Instituto de Mecánica de Fluidos. (Primer piso).
Elaboración propia.

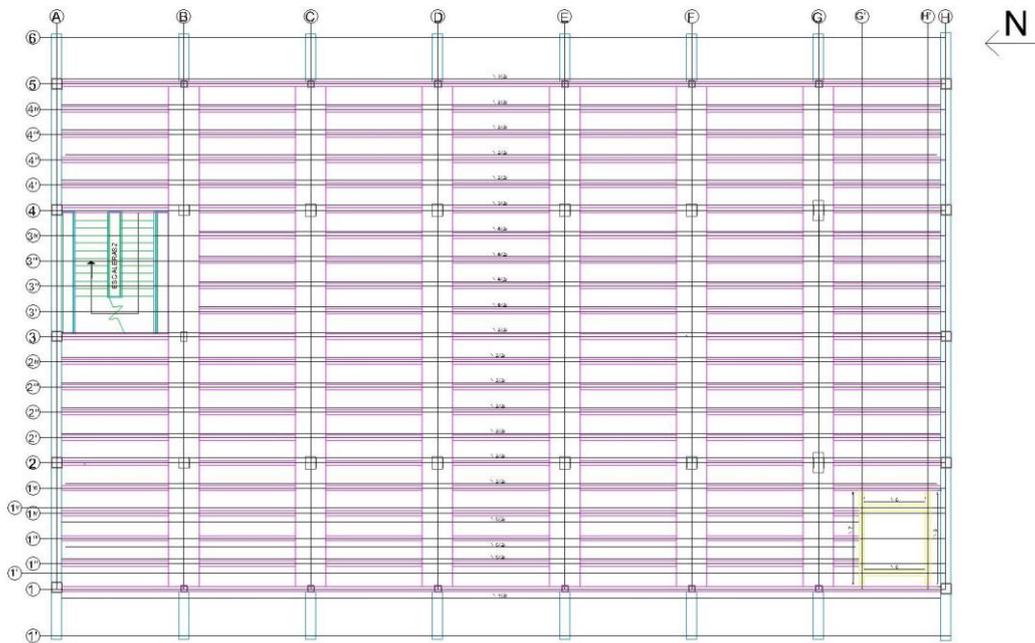


Figura IV.1.5: Croquis edificio Instituto de Mecánica de Fluidos. (Segundo piso).
Elaboración propia.

IV.1.1. Columnas

Las columnas presentes en las edificaciones son de sección cuadrada y rectangular. Las dimensiones y distribución del acero de todos los tipos de columnas, se muestran en las tablas IV.1.1.1, IV.1.1.2:

Tabla IV.1.1.1: Dimensiones de columnas

TABLA DE COLUMNAS				
Nombre	Sección	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Área (cm ²)
C-1	Cuadrada	40	40	1600
C-2	Cuadrada	40	40	1600
C-3	Cuadrada	40	40	1600
C-4	Rectangular	45	40	1800
C-5	Rectangular	45	40	1800
C-6	Rectangular	45	40	1800
C-7	Rectangular	40	50	2000
C-8	Rectangular	40	50	2000
C-9	Rectangular	40	80	3200
C-10	Rectangular	40	80	3200
C-11	Cuadrada	25	25	625
C-12	Cuadrada	25	25	625
C-13	Rectangular	25	30	750

Tabla IV.1.1.2: Distribución del acero para las columnas rectangulares y cuadradas

Nombre	N° de barras en dir. X	N° de barras en dir. Y	Diámetro de las barras en dir. X	Diámetro de las barras en dir. Y	Área (cm ²)	ρ (%)
C-1	2	2	#8	#8	20,27	1,27
C-2	10	10	#8	#8	50,67	3,17
C-3	8	8	#6	#6	22,8	1,43
C-4	12	12	#8	#8	60,8	3,38
C-5	14	14	#8	#8	70,94	3,94
C-6	2	2	#8	#8	20,27	1,13
C-7	8	8	#6	#6	22,8	1,14
C-8	8	8	#7	#7	31,03	1,55
C-9	8	8	#8	#8	40,54	1,27

C-10	8	8	#8	#8	40,54	1,27
C-11	6	6	#7	#7	23,27	3,72
C-12	2	2	#4	#4	5,07	0,81
C-13	6	6	#7	#7	23,27	3,10

La Norma Fondonorma 1753-2006, establece en su sección 10.7.3.c que para columnas pertenecientes a un nivel de diseño ND3, la cuantía de acero (ρ) debe encontrarse entre el 1% y 6%. Como puede observarse, los valores cumplen exceptuando la columna 12 la cual presenta una cuantía inferior a 1%, dejando de cumplir con la normativa actual respecto a esta sección.

A continuación se presentan las tablas IV.1.1.3, IV1.1.4, conteniendo en ellas la ubicación de cada columna por entrecapado y eje de referencia.

Tabla IV.1.1.3: Tipo de columnas presentes en el Laboratorio de Hidráulica

LABORATORIO DE HIDRÁULICA					
Planta Baja - Piso 1		Piso 1 - Piso 2		Piso 2 - Techo	
Ubic.	Tipo columna	Ubic.	Tipo columna	Ubic.	Tipo columna
1 - A	C-1	1 - A	C-1	1 - A	C-1
1 - B	C-1	1 - B	C-1	1 - B	C-1
1 - C	C-1	1 - C	C-1	1 - C	C-1
1 - D	C-1	1 - D	C-1	1 - D	C-1
1 - E	C-1	1 - E	C-1	1 - E	C-1
1 - F	C-1	1 - F	C-1	1 - F	C-1
1 - G	C-1	1 - G	C-1	1 - G	C-1
2 - A	C-2	2 - A	C-2	2 - A	C-1
2 - B	C-4	2 - B	C-4	2 - B	C-2
2 - C	C-5	2 - C	C-5	2 - C	C-1
2 - D	C-5	2 - D	C-5	2 - D	C-1
2 - E	C-5	2 - E	C-5	2 - E	C-1
2 - F	---	2 - F	C-1	2 - F	C-1
2 - G	---	2 - G	C-1	2 - G	C-1
3 - A	C-1	3 - A	---	3 - A	---
3 - B	C-1	3 - B	---	3 - B	---
3 - C	C-1	3 - C	---	3 - C	---

3 - D	C-1	3 - D	---	3 - D	---
3 - E	C-1	3 - E	---	3 - E	---
3 - F	C-1	3 - F	C-1	3 - F	C-1
3 - G	C-1	3 - G	C-1	3 - G	C-1
4 - A	C-2	4 - A	C-2	4 - A	C-1
4 - B	C-5	4 - B	C-4	4 - B	C-2
4 - C	C-5	4 - C	C-5	4 - C	C-1
4 - D	C-5	4 - D	C-5	4 - D	C-1
4 - E	C-5	4 - E	C-5	4 - E	C-1
4 - F	C-6	4 - F	C-1	4 - F	C-1
4 - G	C-1	4 - G	C-1	4 - G	C-1
5 - A	C-1	5 - A	C-1	5 - A	C-1
5 - B	C-1	5 - B	C-1	5 - B	C-1
5 - C	C-1	5 - C	C-1	5 - C	C-1
5 - D	C-1	5 - D	C-1	5 - D	C-1
5 - E	C-1	5 - E	C-1	5 - E	C-1
5 - F	C-1	5 - F	C-1	5 - F	C-1
5 - G	C-1	5 - G	C-1	5 - G	C-1

En aquellas casillas donde se refleja el símbolo “---” se indica la discontinuidad vertical presente en el entrepiso en cuestión.

Tabla IV.1.1.4: Tipo de columnas presentes en el Instituto de Mecánica de Fluidos

INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS					
Planta Baja - Piso 1		Piso 1 - Piso 2		Piso 2 – Techo	
Ubic.	Tipo columna	Ubic.	Tipo columna	Ubic.	Tipo columna
1 - A	C-3	1 - A	C-3	1 - A	C-3
1 - B	C-11	1 - B	C-11	1 - B	C-11
1 - C	C-11	1 - C	C-11	1 - C	C-11
1 - D	C-11	1 - D	C-11	1 - D	C-11
1 - E	C-11	1 - E	C-11	1 - E	C-11
1 - F	C-11	1 - F	C-11	1 - F	C-11
1 - G	C-11	1 - G	C-11	1 - G	C-11
1 - H	C-3	1 - H	C-3	1 - H	C-3
2 - A	C-3	2 - A	C-3	2 - A	C-3

2 - B	C-3	2 - B	C-3	2 - B	C-12
2 - C	C-9	2 - C	C-8	2 - C	C-13
2 - D	C-9	2 - D	C-8	2 - D	C-13
2 - E	C-9	2 - E	C-8	2 - E	C-13
2 - F	C-9	2 - F	C-8	2 - F	C-13
2 - G	C-10	2 - G	C-10	2 - G	C-7
2 - H	C-3	2 - H	C-3	2 - H	C-3
3 - A	C-3	3 - A	C-3	3 - A	C-3
3 - B	C-3	3 - B	C-3	3 - B	C-12
3 - C	---	3 - C	---	3 - C	---
3 - D	---	3 - D	---	3 - D	---
3 - E	---	3 - E	---	3 - E	---
3 - F	---	3 - F	---	3 - F	---
3 - G	---	3 - G	---	3 - G	---
3 - H	C-3	3 - H	C-3	3 - H	C-3
4 - A	C-3	4 - A	C-3	4 - A	C-3
4 - B	C-3	4 - B	C-3	4 - B	C-12
4 - C	C-9	4 - C	C-8	4 - C	C-13
4 - D	C-9	4 - D	C-8	4 - D	C-13
4 - E	C-9	4 - E	C-8	4 - E	C-13
4 - F	C-9	4 - F	C-8	4 - F	C-13
4 - G	C-10	4 - G	C-10	4 - G	C-7
4 - H	C-3	4 - H	C-3	4 - H	C-3
5 - A	C-3	5 - A	C-3	5 - A	C-3
5 - B	C-11	5 - B	C-11	5 - B	C-11
5 - C	C-11	5 - C	C-11	5 - C	C-11
5 - D	C-11	5 - D	C-11	5 - D	C-11
5 - E	C-11	5 - E	C-11	5 - E	C-11
5 - F	C-11	5 - F	C-11	5 - F	C-11
5 - G	C-11	5 - G	C-11	5 - G	C-11
5 - H	C-3	5 - H	C-3	5 - H	C-3

IV.1.2. Vigas

Existen un total de 28 tipos de vigas en el Laboratorio de Hidráulica y 10 tipos en el Instituto de Mecánica de Fluidos agrupadas según su armado y dimensiones. Las vigas presentes son de sección cuadrada y rectangular y para el caso del Laboratorio de Hidráulica están ubicadas en ambas

direcciones, mientras que para el Instituto de Mecánica de Fluidos están ubicadas en una sola dirección.

En las tablas IV.1.2.1, IV.1.2.2, IV.1.2.3 se pueden observar las dimensiones de los tipos de vigas presentes en cada uno de los edificios y el acero de refuerzo longitudinal de cada tipo.

Tabla IV.1.2.1: Tipos de vigas presentes en los edificios

Tipos de vigas presentes en los edificios				
Tipo	Dimensiones (cm)		N° de vigas que agrupa	Área (cm²)
	b	h		
V - 1	30	30	2	900
V - 2	30	40	1	1200
V - 3	30	40	1	1200
V - 4	30	40	1	1200
V - 5	30	30	2	900
V - 6	40	30	1	1200
V - 7	40	40	1	1600
V - 8	40	40	3	1600
V - 9	30	35	2	1050
V - 10	40	40	1	1600
V - 11	30	40	1	1200
V - 12	30	30	1	900
V - 13	40	30	1	1200
V - 14	30	30	1	900
V - 15	40	30	1	1200
	40	65		2600
V - 16	40	50	1	2000
	40	85		3400
V - 17	40	50	3	2000
	40	95		3800
V - 18	40	40	1	1600
V - 19	40	30	1	1200
V - 20	30	30	1	900
V - 21	40	30	1	1200
V - 22	40	50	4	2000
	40	65		2600
V - 23	40	40	1	1600
V - 24	40	30	1	1200

V - 25	25	25	1	625
V - 26	40	30	2	1200
V - 27	20	40	2	800
V - 28	20	40	1	800
V - 29	40	50	4	2000
V - 30	120	50	1	6000
V - 31	120	50	8	6000
V - 32	120	50	2	6000
V - 33	120	50	1	6000
V - 34	40	60	2	2400
V - 35	40	60	1	2400
V - 36	40	60	5	2400
V - 37	20	80.6	1	1612
V - 38	40	40	1	1600

Nota: Las vigas V-17 y V-22 presentan una sección variable contemplada en el modelo de la estructura.

Tabla IV.1.2.2: Tipos de nervios presentes en el edificio Instituto de Mecánica de Fluidos

Tipos de nervios presentes en el Instituto de Mecánica de Fluidos				
Tipo	Dimensiones (cm)		N° de nervios que agrupa	Área (cm ²)
	b	h		
N - 1 (1)	20	43	1	860
N - 1 (2)	20	43	2	860
N - 2 (1)	20	43	8	860
N - 2 (2)	20	43	11	860
N - 3 (1)	20	43	1	860
N - 3 (2)	20	43	1	860
N - 4 (1)	20	43	5	860
N - 4 (2)	20	43	4	860
N - 5 (1)	20	43	3	860
N - 5 (2)	20	43	3	860
N - 6	20	43	4	860
N - 7	20	43	2	860
N - 8	20	43	2	860
N - 9	20	43	3	860

N - 10	20	43	1	860
N - 11	20	43	2	860
N - 12	20	43	1	860
N - 13	20	43	1	860
N - 14	20	43	1	860

Tabla IV.1.2.3: Acero de refuerzo en cada tipo de viga presente en el Laboratorio de Hidráulica.

Tipos de vigas presentes en el Laboratorio de Hidráulica								
Tipo	Recubrimiento (cm)		Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
	Arriba	Abajo	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
V - 1	2.5	2.5	20.27	20.27	20.27	10.13	10.13	10.13
V - 2	2.5	2.5	15.2	10.13	15.2	10.13	15.2	10.13
V - 3	2.5	2.5	15.2	25.34	15.2	10.13	10.13	10.13
V - 4	2.5	2.5	15.2	10.13	15.2	10.13	10.13	10.13
V - 5	2.5	2.5	33.09	25.34	15.2	17.89	20.27	10.13
V - 6	2.5	2.5	20.27	25.34	20.27	10.13	20.27	10.13
V - 7	2.5	2.5	20.27	25.34	25.34	10.13	10.13	10.13
V - 8	2.5	2.5	20.27	25.34	20.27	10.13	10.13	10.13
V - 9	2.5	2.5	20.27	10.13	20.27	10.13	20.27	10.13
V - 10 (izq)	2.5	2.5	15.2	10.13	40.54	10.13	20.27	25.34
V - 10 (der)	2.5	2.5	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13
V - 11 (izq)	2.5	2.5	25.34	10.13	25.34	10.13	15.2	10.13
V - 11 (der)	2.5	2.5	25.34	10.13	25.34	10.13	15.2	10.13
V - 12	2.5	2.5	15.2	10.13	15.2	10.13	10.13	10.13
V - 13	2.5	2.5	10.13	10.13	10.13	15.2	15.2	15.2
V - 14	2.5	2.5	15.2	10.13	15.2	10.13	10.13	10.13
V - 15	2.5	2.5	15.2	15.2	15.2	10.13	45.6	10.13
V - 16	2.5	2.5	10.13	10.13	10.13	10.13	65.91	10.13
V - 17	2.5	2.5	10.13	20.27	10.13	10.13	106.47	10.13
V - 18	2.5	2.5	20.27	40.54	10.13	10.13	10.13	10.13
V - 19	2.5	2.5	20.27	25.34	25.34	10.13	10.13	10.13
V - 20	2.5	2.5	15.2	15.2	15.2	10.13	10.13	10.13
V - 21	2.5	2.5	10.13	10.13	10.13	10.13	20.27	10.13
V - 22	2.5	2.5	10.13	20.27	10.13	10.13	50.67	10.13
V - 23	2.5	2.5	20.27	25.34	20.27	10.13	10.13	10.13
V - 24	2.5	2.5	20.27	25.34	20.27	10.13	10.13	10.13
V - 25	2.5	2.5	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13
V - 26	2.5	2.5	30.4	25.34	30.4	15.2	25.34	15.2

V - 27	2.5	2.5	20.27	10.13	15.2	10.13	10.13	10.13
V - 28	2.5	2.5	20.27	10.13	15.2	10.13	10.13	10.13

Tabla IV.1.2.4: Acero de refuerzo en cada tipo de viga presente en el Instituto de Mecánica de Fluidos

Tipos de vigas presentes en el Instituto de Mecánica de Fluidos								
Tipo	Recubrimiento (cm)		Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
	Arriba	Abajo	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
V - 29	2.5	2.5	15.52	19.39	15.52	15.52	15.52	15.52
V - 30	2.5	2.5	40.25	100.6	70.44	20.27	80.51	50.46
V - 31	2.5	2.5	100.6	40.25	100.6	40.25	80.51	40.25
V - 32	2.5	2.5	114	45.6	114	88.67	100.6	88.67
V - 33	2.5	2.5	40.25	100.6	40.25	20.27	80.51	20.27
V - 34	2.5	2.5	5.07	6.33	5.07	6.33	5.07	6.33
V - 35	2.5	2.5	15.2	40.54	15.2	15.2	35.47	15.2
V - 36	2.5	2.5	15.2	15.2	15.2	15.2	35.47	15.2
V - 37	2.5	2.5	11.64	7.76	11.64	7.76	7.76	7.76
V - 38	2.5	2.5	7.76	7.76	7.76	23.27	23.27	23.27

Tabla IV.1.2.5: Acero de refuerzo en cada tipo de nervio presente en el Instituto de Mecánica de Fluidos

Tipos de nervios presentes en el Instituto de Mecánica de Fluidos								
Tipo	Recubrimiento (cm)		Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
	Arriba	Abajo	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
N - 1 (1)	2.5	2.5	7.76	7.76	7.76	6.73	5.7	6.73
N - 1 (2)	2.5	2.5	7.76	7.76	7.76	6.73	5.7	6.73
N - 2 (1)	2.5	2.5	7.76	7.76	7.76	6.73	5.7	6.73
N - 2 (2)	2.5	2.5	7.76	7.76	7.76	6.73	5.7	6.73
N - 3 (1)	2.5	2.5	10.13	7.76	7.76	15.2	5.7	6.73
N - 3 (2)	2.5	2.5	10.13	7.76	7.76	20.27	5.7	6.73
N - 4 (1)	2.5	2.5	10.13	7.76	7.76	20.27	5.7	6.73
N - 4 (2)	2.5	2.5	7.76	7.76	7.76	6.73	5.7	6.73
N - 5 (1)	2.5	2.5	10.13	7.76	7.76	20.27	5.7	6.73
N - 5 (2)	2.5	2.5	7.76	7.76	7.76	6.73	5.7	6.73
N - 6	2.5	2.5	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
N - 7	2.5	2.5	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
N - 8	2.5	2.5	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7

N - 9	2.5	2.5	5.7	5.7	5.7	8.55	8.55	8.55
N - 10	2.5	2.5	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55
N - 11	2.5	2.5	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
N - 12	2.5	2.5	10.13	17.89	7.76	6.73	5.7	6.73
N - 13	2.5	2.5	10.13	35.47	10.13	6.73	15.2	6.73
N - 14	2.5	2.5	5.7	5.7	5.7	8.55	8.55	8.55

En las tablas IV.1.2.6, IV.1.2.7, IV.1.2.8, IV.1.2.9 se presenta la ubicación de cada tipo de viga y nervio que se encuentra por piso en base a los ejes de referencia de la edificación.

Tabla IV.1.2.6: Tipos de vigas presentes en el Laboratorio de Hidráulica (dir. Y)

LABORATORIO DE HIDRÁULICA								
Piso 1			Piso 2			Techo		
Eje Long.	Eje Transv.	Tipo	Eje Long.	Eje Transv.	Tipo	Eje Long.	Eje Transv.	Tipo
A	1 - 2	6	A	1 - 2	15	A	1 - 2	21
	2 - 3	6		2 - 3	15		2 - 3	21
	3 - 4	6		3 - 4	15		3 - 4	21
	4 - 5	6		4 - 5	15		4 - 5	21
B	1 - 2	7	B	1 - 2	16	B	1 - 2	22
	2 - 3	7		2 - 3	16		2 - 3	22
	3 - 4	7		3 - 4	16		3 - 4	22
	4 - 5	7		4 - 5	16		4 - 5	22
C	1 - 2	8	C	1 - 2	17	C	1 - 2	22
	2 - 3	8		2 - 3	17		2 - 3	22
	3 - 4	8		3 - 4	17		3 - 4	22
	4 - 5	8		4 - 5	17		4 - 5	22
D	1 - 2	8	D	1 - 2	17	D	1 - 2	22
	2 - 3	8		2 - 3	17		2 - 3	22
	3 - 4	8		3 - 4	17		3 - 4	22
	4 - 5	8		4 - 5	17		4 - 5	22
E	1 - 2	8	E	1 - 2	17	E	1 - 2	22
	2 - 3	8		2 - 3	17		2 - 3	22
	3 - 4	8		3 - 4	17		3 - 4	22
	4 - 5	8		4 - 5	17		4 - 5	22
F	1 - 2	10	F	1 - 2	18	F	1 - 2	23
	2 - 3	---		2 - 3	18		2 - 3	23
	3 - 4	---		3 - 4	18		3 - 4	23

	4 - 5	10		4 - 5	18		4 - 5	23
G	1 - 2	11	G	1 - 2	19	G	1 - 2	24
	2 - 3	---		2 - 3	19		2 - 3	24
	3 - 4	---		3 - 4	19		3 - 4	24
	4 - 5	11		4 - 5	19		4 - 5	24
Fa	4 - 5	9	Fa	4 - 5	9	F'	4 - 5	26
Aa	4 - 5	27	Aa	4 - 5	27	G'	4 - 5	26
			Ga	1 - 2	28			

Tabla IV.1.2.7: Tipos de vigas presentes en el Laboratorio de Hidráulica (dir. X)

LABORATORIO DE HIDRÁULICA								
Piso 1			Piso 2			Techo		
Eje Long.	Eje Transv.	Tipo	Eje Long.	Eje Transv.	Tipo	Eje Long.	Eje Transv.	Tipo
1	A-B	1	1	A-B	1	1	A-B	---
	B-C	1		B-C	1		B-C	---
	C-D	1		C-D	1		C-D	---
	D-E	1		D-E	1		D-E	---
	E-F	1		E-F	1		E-F	---
	F-G	1		F-G	1		F-G	---
2	A-B	2	2	A-B	12	2	A-B	---
	B-C	2		B-C	12		B-C	---
	C-D	2		C-D	12		C-D	---
	D-E	2		D-E	12		D-E	---
	E-F	2		E-F	12		E-F	---
	F-G	---		F-G	---		F-G	---
3	A-B	3	3	A-B	---	3	A-B	---
	B-C	3		B-C	---		B-C	---
	C-D	3		C-D	---		C-D	---
	D-E	3		D-E	---		D-E	---
	E-F	3		E-F	---		E-F	---
	F-G	3		F-G	13		F-G	---
4	A-B	4	4	A-B	14	4	A-B	---
	B-C	4		B-C	14		B-C	---
	C-D	4		C-D	14		C-D	---
	D-E	4		D-E	14		D-E	---
	E-F	4		E-F	14		E-F	---
	F-G	4		F-G	14		F-G	---
5	A-B	5	5	A-B	5	5	A-B	20

	B-C	5		B-C	5		B-C	20
	C-D	5		C-D	5		C-D	20
	D-E	5		D-E	5		D-E	20
	E-F	5		E-F	5		E-F	20
	F-G	5		F-G	5		F-G	20
			3ª	F-G	25			

Tabla IV.1.2.8: Tipos de vigas presentes en el Instituto de Mecánica de Fluidos

INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS								
Piso 1			Piso 2			Techo		
Eje Long.	Eje Transv.	Tipo	Eje Long.	Eje Transv.	Tipo	Eje Long.	Eje Transv.	Tipo
A	1 - 2	29	A	1 - 2	29	A	1 - 2	34
	2 - 3	29		2 - 3	29		2 - 3	34
	3 - 4	29		3 - 4	29		3 - 4	34
	4 - 5	29		4 - 5	29		4 - 5	34
B	1 - 2	30	B	1 - 2	33	B	1 - 2	35
	2 - 3	30		2 - 3	33		2 - 3	35
	3 - 4	30		3 - 4	33		3 - 4	35
	4 - 5	30		4 - 5	33		4 - 5	35
C	1 - 2	31	C	1 - 2	31	C	1 - 2	36
	2 - 3	31		2 - 3	31		2 - 3	36
	3 - 4	31		3 - 4	31		3 - 4	36
	4 - 5	31		4 - 5	31		4 - 5	36
D	1 - 2	31	D	1 - 2	31	D	1 - 2	36
	2 - 3	31		2 - 3	31		2 - 3	36
	3 - 4	31		3 - 4	31		3 - 4	36
	4 - 5	31		4 - 5	31		4 - 5	36
E	1 - 2	32	E	1 - 2	31	E	1 - 2	36
	2 - 3	32		2 - 3	31		2 - 3	36
	3 - 4	32		3 - 4	31		3 - 4	36
	4 - 5	32		4 - 5	31		4 - 5	36
F	1 - 2	32	F	1 - 2	31	F	1 - 2	36
	2 - 3	32		2 - 3	31		2 - 3	36
	3 - 4	32		3 - 4	31		3 - 4	36
	4 - 5	32		4 - 5	31		4 - 5	36
G	1 - 2	31	G	1 - 2	31	G	1 - 2	36
	2 - 3	31		2 - 3	31		2 - 3	36

	3 - 4	31		3 - 4	31		3 - 4	36
	4 - 5	31		4 - 5	31		4 - 5	36
H	1 - 2	29	H	1 - 2	29	H	1 - 2	34
	2 - 3	29		2 - 3	29		2 - 3	34
	3 - 4	29		3 - 4	29		3 - 4	34
	4 - 5	29		4 - 5	29		4 - 5	34
3 ^a	A - B	37	3b	A - B	38			

Tabla IV.1.2.9: Tipos de nervios presentes en el Instituto de Mecánica de Fluidos

INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS					
Piso 1			Piso 2		
Eje Long.	Eje Transv.	Tipo	Eje Long.	Eje Transv.	Tipo
1	A-H	N - 2 (1)	1	A-H	N - 1 (2)
1'	G' - H'	N - 6	1'	G' - H'	N - 6
1''	A - G'	N - 5 (1)	1''	A - G'	N - 5 (2)
1'''	A - G'	N - 5 (1)	1'''	A - G'	N - 5 (2)
1 ^{iv}	A - G'	N - 5 (1)	1 ^{iv}	A - G'	N - 5 (2)
1 ^v	G' - H'	N - 6	1 ^v	G' - H'	N - 6
1 ^{vi}	A-H	N - 2 (1)	1 ^{vi}	A-H	N - 2 (2)
G'	1' - 1 ^v	N - 7	G'	1' - 1 ^v	N - 7
H'	1' - 1 ^v	N - 8	H'	1' - 1 ^v	N - 8
2	A-H	N - 2 (1)	2	A-H	N - 2 (2)
2'	A-H	N - 2 (1)	2'	A-H	N - 2 (2)
2''	A-H	N - 2 (1)	2''	A-H	N - 2 (2)
2'''	A-H	N - 2 (1)	2'''	A-H	N - 2 (2)
2 ^{iv}	A-H	N - 2 (1)	2 ^{iv}	A-H	N - 2 (2)
3	B - H	N - 4 (1)	3	A-H	N - 2 (2)
3'	B - H	N - 4 (1)	3'	B - H	N - 4 (2)
3''	B - H	N - 4 (1)	3''	B - H	N - 4 (2)
3'''	B - H	N - 4 (1)	3'''	B - H	N - 4 (2)
3 ^{iv}	B - H	N - 4 (1)	3 ^{iv}	B - H	N - 4 (2)
4	A-H	N - 3 (1)	4	A-H	N - 3 (2)
4'	A-H	N - 2 (1)	4'	A-H	N - 2 (2)
4''	A-H	N - 12	4''	A-H	N - 2 (2)
4'''	A - B	N - 9	4'''	A-H	N - 2 (2)

	B' - C'	N - 10	4 ^{iv}	A-H	N - 2 (2)
	D' - E	N - 14	5	A - H	N - 1 (2)
	G - H	N - 9			
4 ^{iv}	A - E	N - 13			
	G - H	N - 9			
B'	4 ^{iv} - 4 ^{iv}	N - 11			
C'	4 ^{iv} - 4 ^{iv}	N - 11			
5	A - H	N - 1 (1)			

IV.1.3.Losas

En el Laboratorio de Hidráulica existen losas macizas de espesores entre 10 cm, 12 cm y 20 cm dependiendo del nivel y en el Instituto de Mecánica de Fluidos existen losas prefabricadas de 7 cm de espesor, losas macizas de 7 cm y 10 cm de espesor en los primeros dos niveles, mientras que en el nivel techo existe una losa nervada de bloques, cuyos nervios cuentan con 10 cm de ancho, 20 cm de alto y se encuentran separados cada 50 cm.

Para modelar la losa nervada, los nervios fueron incorporados como secciones T de concreto cada 50 cm y sobre ellos se colocó un elemento de área tipo membrana sin masa ni peso y con un espesor despreciable (1 cm), con el fin de transmitir las cargas variables y permanentes a cada uno de los nervios.

En el caso de las losas macizas, las mismas fueron incorporadas al modelo como un elemento de área tipo shell discretizado.

La ubicación y tipo de cada una de las losas se muestra en las figuras IV.1.3.1, IV.1.3.2, IV.1.3.3, IV.1.3.4, IV.1.3.5, IV.1.3.6.

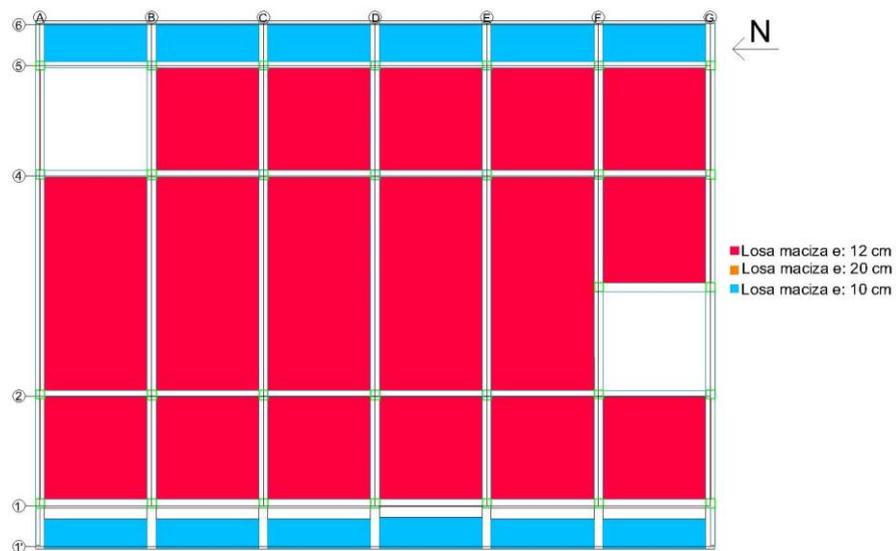


Figura IV.1.3.1: Ubicación de las losas en el primer piso en el Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.

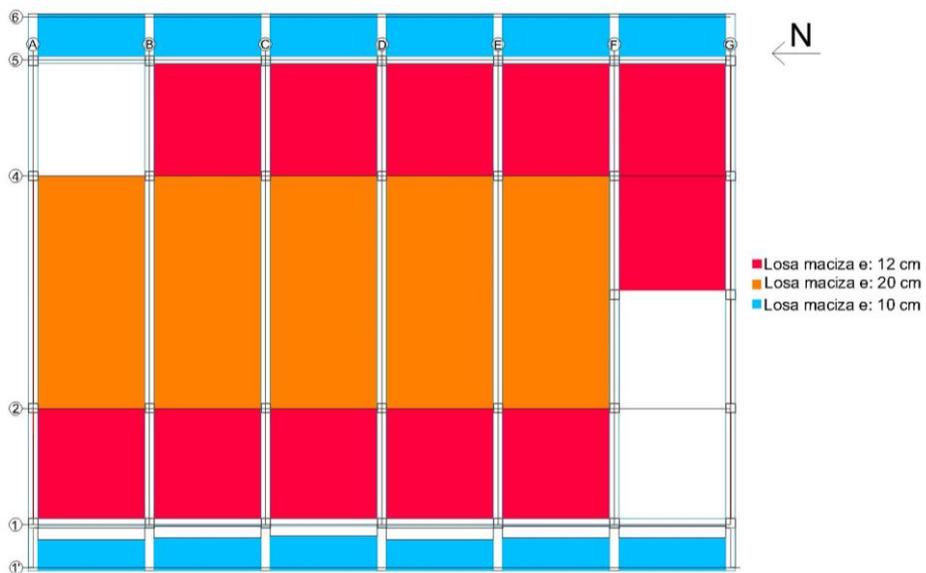


Figura IV.1.3.2: Ubicación de las losas en el segundo piso en el Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.

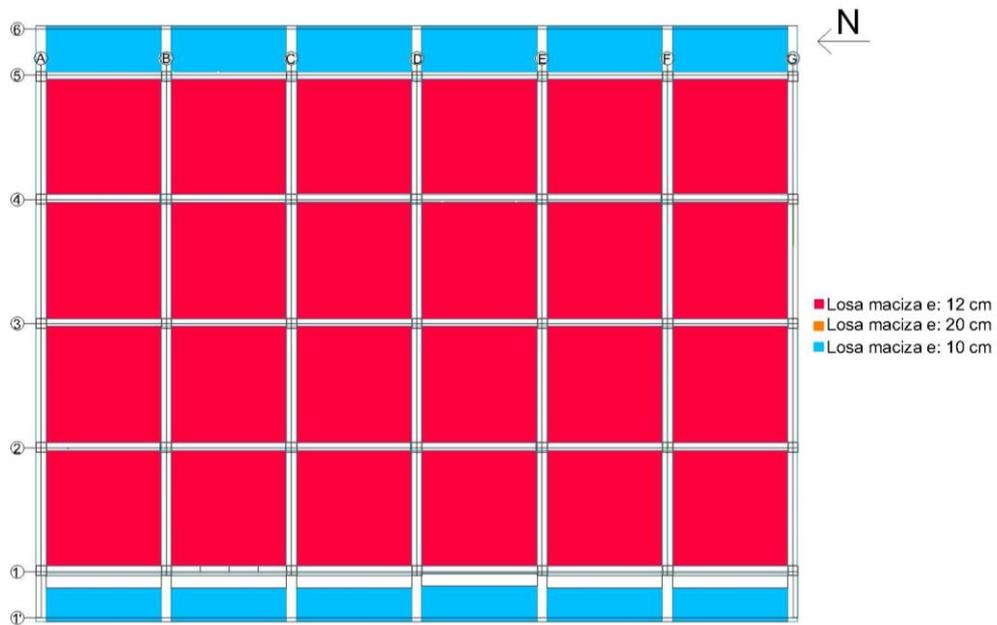


Figura IV.1.3.3: Ubicación de las losas del techo en el Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.

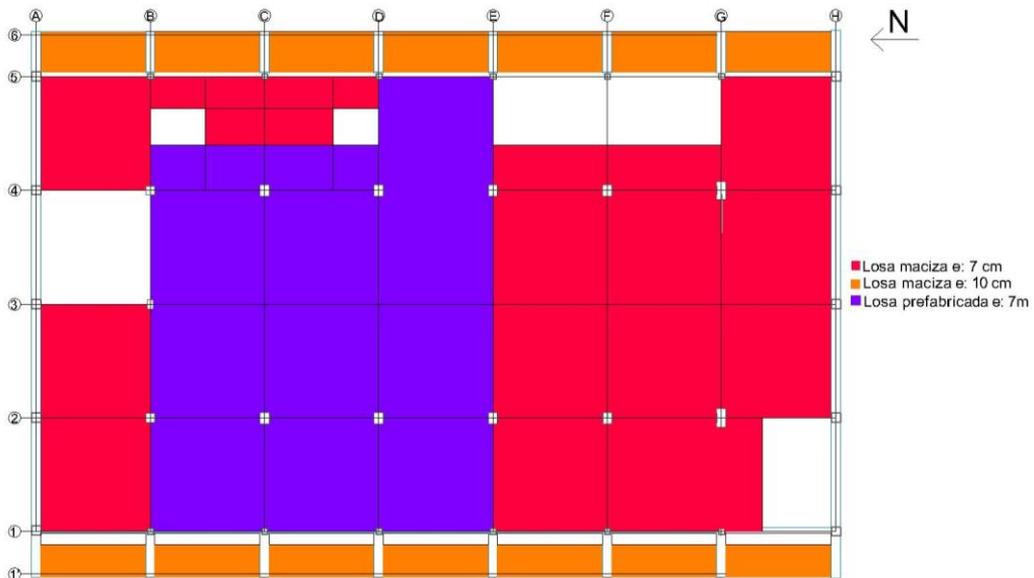


Figura IV.1.3.4: Ubicación de las losas en el primer piso en el Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.

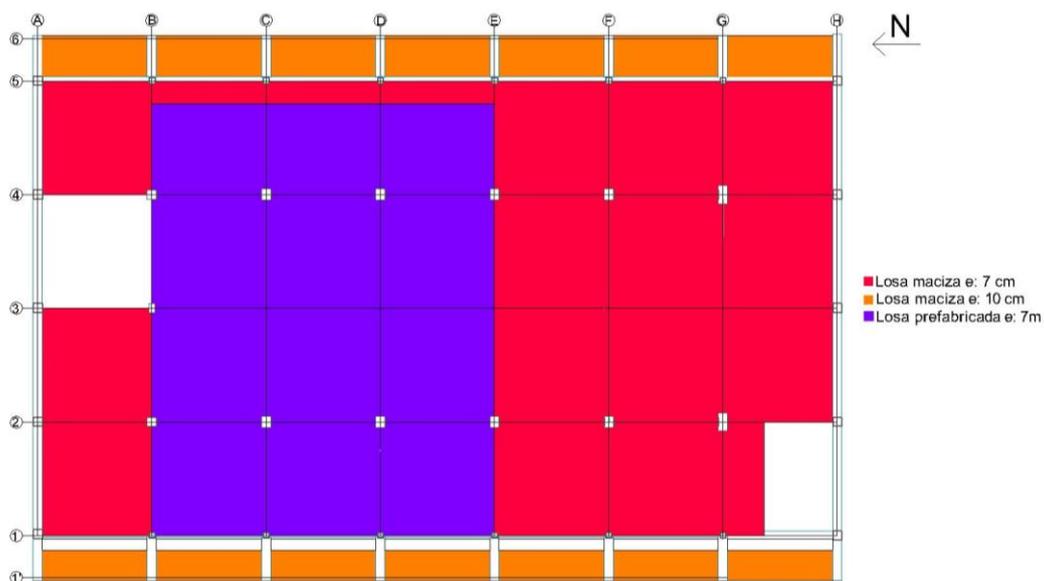


Figura IV.1.3.5: Ubicación de las losas en el segundo piso en el Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.

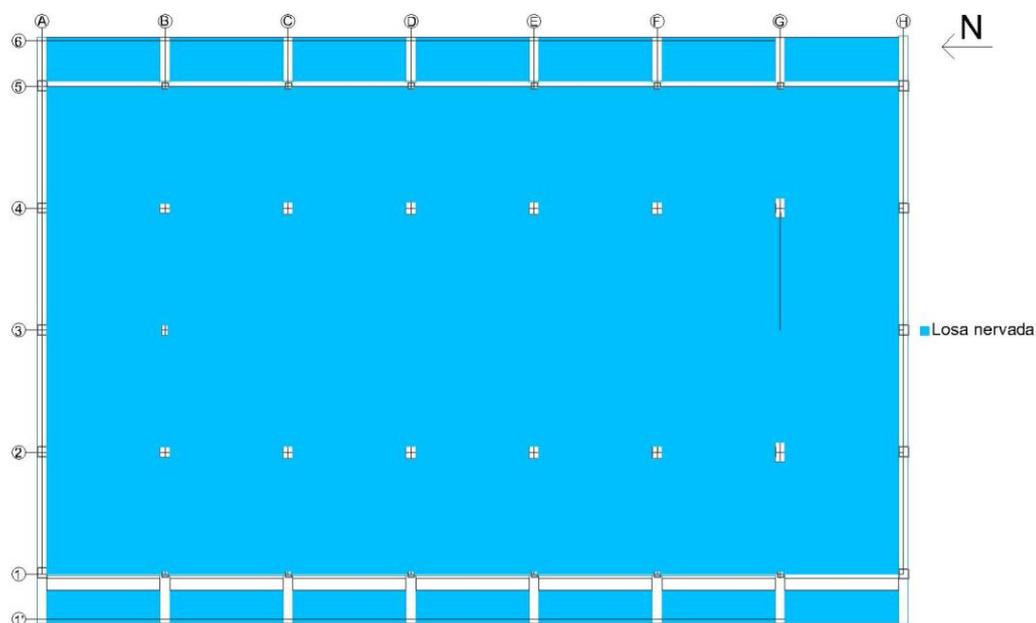


Figura IV.1.3.6: Ubicación de las losas del techo piso en el Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.

IV.1.4. Muros estructurales

El laboratorio de Hidráulica cuenta con un núcleo de muros estructurales que conforman el estanque principal y los estanques 1, 2 y 3, los cuales que se encuentran ubicados en el sótano de la edificación; la ubicación y el detalle en planta de estos muros pueden apreciarse en las Figuras IV.1.4.1, IV.1.4.2, IV.1.4.3, IV.1.4.4.

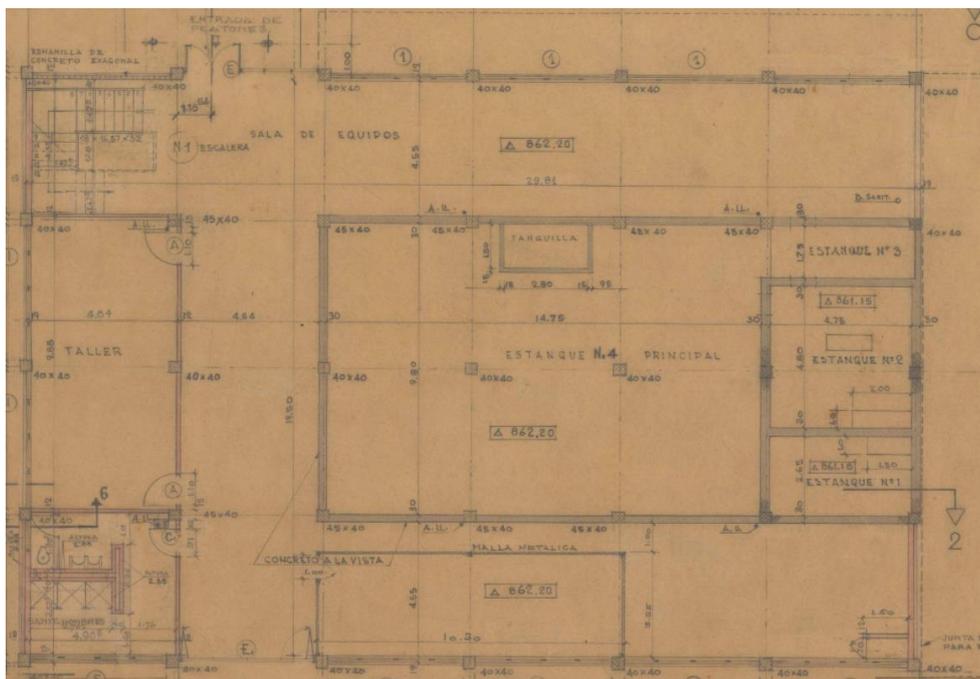


Figura IV.1.4.1: Ubicación de los muros estructurales en la planta baja del edificio. Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.

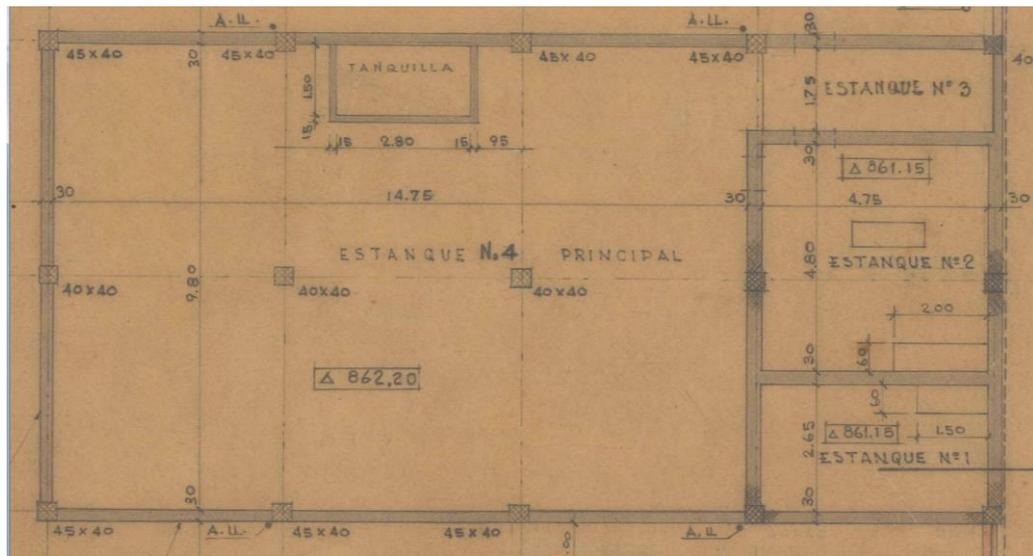


Figura IV.1.4.2: Detalle de los muros estructurales en la planta baja del edificio.
Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.

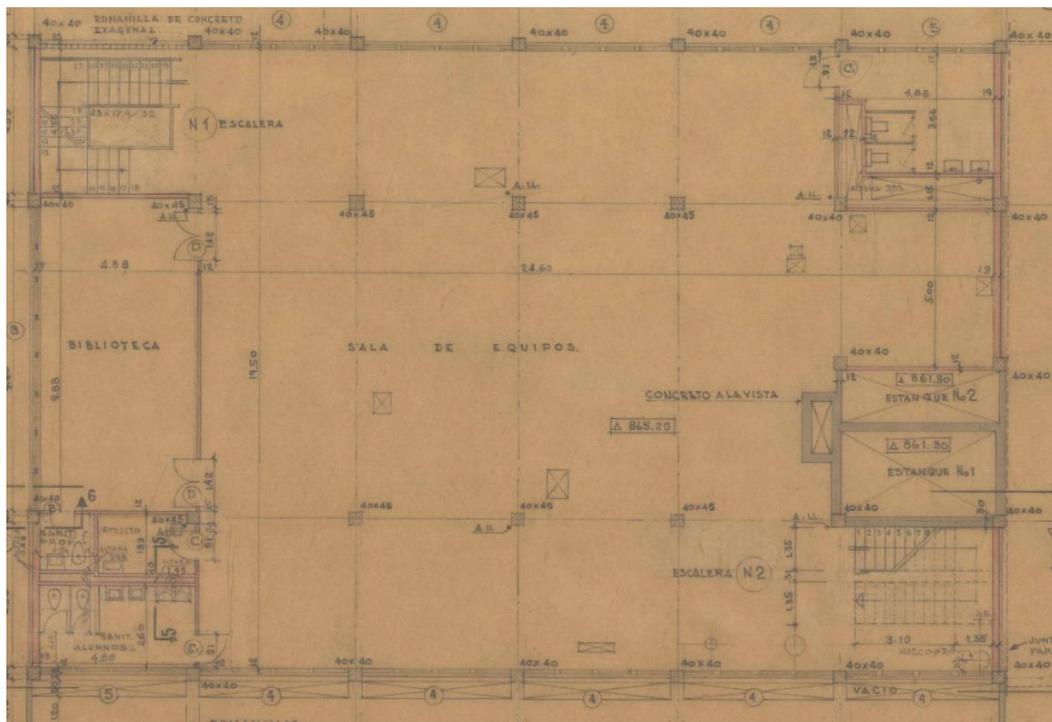


Figura IV.1.4.3: Ubicación de los muros estructurales en el piso uno del edificio.
Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.

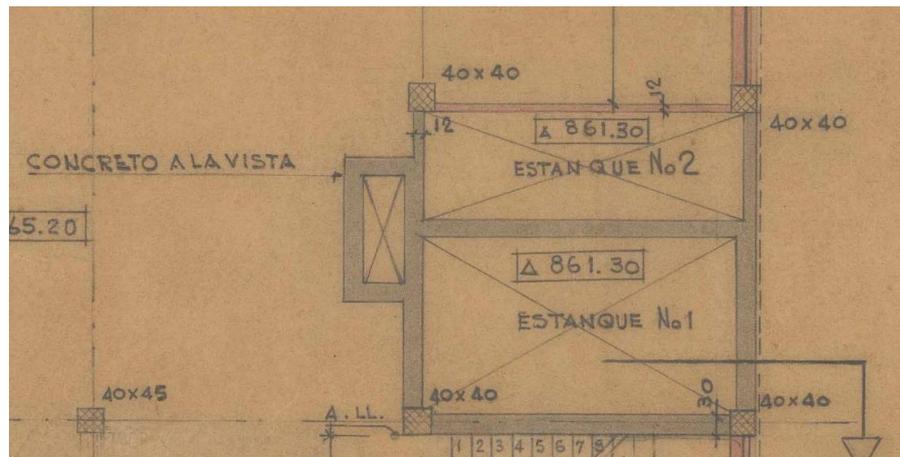


Figura IV.1.4.4: Detalles de los muros estructurales en el piso uno del edificio.
Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.

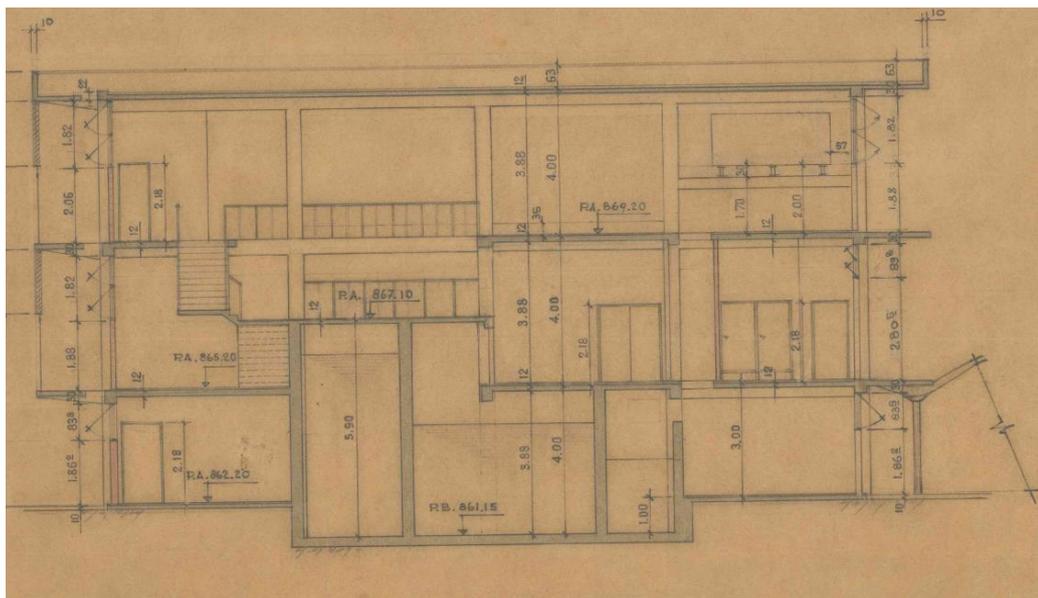


Figura IV.1.4.5: Corte de los muros estructurales del edificio. Fuente: Planos originales del Arq. Villanueva.

IV.2. Ensayos no destructivos a las vigas y columnas del edificio

Para realizar la verificación a las dimensiones y distribución del acero de los elementos estructurales de las edificaciones en estudio, fue necesario

ejecutar una serie de ensayos no destructivos que permitiesen corroborar la información suministrada por los planos existentes.

IV.2.1. Verificación de las dimensiones de los elementos

Para realizar la verificación de las dimensiones en las columnas presentes en el Laboratorio de Hidráulica y en el Instituto de Mecánica de Fluidos, se ejecutó un levantamiento en el lugar de todas aquellas columnas que tuviesen al menos dos caras libres para así poder realizar la medición. Con estos datos obtenidos se elaboraron tablas comparativas entre las dimensiones encontradas en planos y aquellas obtenidas mediante el levantamiento. Las tablas IV.2.1.1, IV.2.1.2 muestran la comparación antes mencionada.

Tabla IV.2.1.1: Comparación de dimensiones de columnas. Laboratorio de Hidráulica.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA			
PB - Piso 1			
Ubicación	Medida en plano	Medida Ensayos	% Variación
A-5	40 x 40	40,5 x 39,6	0,2
A-1	40 x 40	39,7 x 40	-1
G-1	40 x 40	40 x 40	0
B-4	45 x 40	44,8 x 40	-0,4
C-4	45 x 40	45 x 40	0
Piso 1 - Piso 2			
Ubicación	Medida en plano	Medida Ensayos	% Variación
B-5	40 x 40	40,5 x 40,2	2
B-4	45 x 40	45,3 x 40	1
C-4	45 x 40	45,3 x 40,3	1
D-4	45 x 40	45,5 x 40,4	2
E-4	45 x 40	45,4 x 40,3	2
F-4	40 x 40	39,4 x 40,2	-1
F-3	40 x 40	40,3 x 40,4	2
C-2	45 x 40	45,3 x 40,2	1
D-2	45 x 40	45,2 x 40,3	1
E-2	45 x 40	45,4 x 39,8	0,4
F-2	40 x 40	40 x 40,2	1

Piso 2 – Techo			
Ubicación	Medida en plano	Medida Ensayos	% Variación
C-2	40 x 40	39,3 x 40	-2
B-5	40 x 40	40,2 x 39,4	-1
B-4	40 x 40	39,7 x 40	-1
C-4	40 x 40	39,3 x 40	-2
D-4	40 x 40	39,8 x 40	-1
D-2	40 x 40	40,2 x 39,9	0,2
E-2	40 x 40	40,2 x 40,1	1
F-2	40 x 40	40,8 x 40,3	3
F-3	40 x 40	40,5 x 40,3	2
G-2	40 x 40	39,9 x 40	-0,3

Tabla IV.2.1.2: Comparación de dimensiones de columnas. Instituto Mecánica de Fluidos

INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS			
Piso 1 - Piso 2			
Ubicación	Medida en plano	Medida Ensayos	% Variación
C-3	40 x 40	40 x 40	0
C-4	40 x 50	40 x 50	0
D-4	40 x 50	40 x 49,9	-0,2
E-4	40 x 50	39,9 x 50	-0,3
B-3	40 x 40	40,2 x 40,2	1
C-2	40 x 50	40,6 x 49	-1
Piso 2 – Techo			
Ubicación	Medida en plano	Medida Ensayos	% Variación
B-4	25 x 25	25 x 25	0
B-3	25 x 25	25,2 x 25,1	1

La tabla IV.2.1.1 muestra que 16 columnas fue el total que se logró medir, lo que representa un 48% del total presente en el edificio correspondiente al Laboratorio de Hidráulica. Como puede observarse, las variaciones no son mayores al 2%, por lo que no se considerarán al momento del modelaje.

La tabla IV.2.1.2 muestra que 6 columnas lograron ser medidas, lo que representa un 17% del total presente en el edificio correspondiente al Instituto de Mecánica de Fluidos. Las variaciones en las dimensiones no son superiores al 1%, por lo que de igual manera que en el Laboratorio, no se considerarán al momento del modelaje.

En cuanto a las vigas presentes en ambos edificios, aquellas que fueron medidas se encuentran en el apartado siguiente correspondiente al ensayo realizado con el equipo Ferroskan.

IV.2.2. Ensayos con el Ferroskan

Mediante el uso del equipo Ferroskan se verificó la disposición y cantidad de acero de refuerzo presente en una muestra representativa de vigas y columnas. Este ensayo fue realizado con la ayuda del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), quienes brindaron el personal y equipo necesario para el desarrollo del mismo.

La realización de este ensayo, conocido también como detección rápida, permite corroborar la cantidad de acero de refuerzo presente en el elemento estructural que se está ensayando, así como también la distancia entre cada barra de acero mediante su sistema que toma una imagen escaneada del elemento y reproduce una imagen de su interior, sin embargo con el uso del Ferroskan no puede determinarse el diámetro de la barra según la experiencia del IMME. (Ver figura IV.2.2.1)



Figura IV.2.2.1: Medición de columnas con el Ferroskan. Fuente propia.

Un ejemplo de las radiografías reproducidas por el Ferroskan puede apreciarse en las figuras IV.2.2.2, IV.2.2.3, correspondientes a una columna y una viga respectivamente. La primera figura se corresponde a la columna ubicada en el primer nivel en el Laboratorio de Hidráulica, específicamente en los ejes 4-C, donde se observan las cinco (5) barras que conforman al acero de refuerzo longitudinal, además de que puede visualizarse el acero transversal en la misma. La siguiente figura muestra una viga ubicada en el primer nivel del Instituto de Mecánica de Fluidos, específicamente en el eje longitudinal C y transversal 4-5, y permite observar el acero longitudinal y transversal presente en la misma.

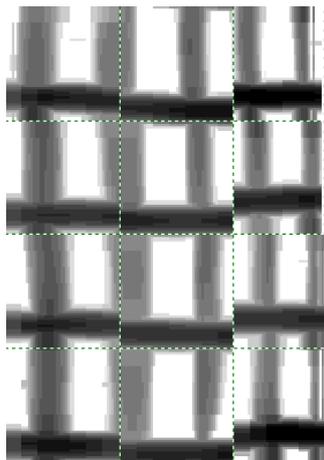


Figura IV.2.2.2: Columna. Fuente: Equipo Ferroscaan.

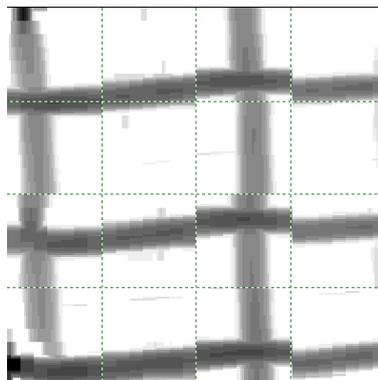


Figura IV.2.2.3: Viga. Fuente: Equipo Ferroscaan.

Lo ideal para realizar este ensayo es que al menos dos caras consecutivas se encuentren totalmente libres para que el Ferroscaan realice una lectura continua al elemento estructural en estudio. En vista de que tanto el Laboratorio de Hidráulica como el Instituto de Mecánica de Fluidos poseen oficinas y diversos equipos de gran magnitud, son pocas las columnas a las cuales este ensayo podía ser realizado sin inconvenientes además de tener armados diferentes entre ellas de acuerdo a la información en los planos. Por esta razón, se definió una muestra de dos (2) columnas y dos (2) vigas en cada edificación, con la finalidad de comparar los resultados de esta con la información suministrada por los planos.

Una vez comparada la información de los ensayos con la de los planos, se pudo verificar que en lo referente a la cantidad y distribución del acero, no existen diferencias representativas entre lo construido y lo planteado en los planos. A continuación se presentan en las tablas IV.2.2.1, IV.2.2.2, IV.2.2.3, IV.2.2.4, IV.2.2.5, IV.2.2.6, la información obtenida en los ensayos y la mostrada en los planos.

Tabla IV.2.2.1: Ubicación de las columnas ensayadas. Comparación de las dimensiones obtenidas.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA							
Ensayo	Tipo de columna	Nivel	Ubicación	Datos de los planos		Datos de los ensayos	
				Long. En cada cara (cm)		Long. En cada cara (cm)	
				X	Y	X	Y
1	5	1	C - 4	40	45	40.3	45.3
2	1	2	C - 2	40	40	39.3	40
INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS							
Ensayo	Tipo de columna	Nivel	Ubicación	Datos de los planos		Datos de los ensayos	
				Long. En cada cara (cm)		Long. En cada cara (cm)	
				X	Y	X	Y
3	3	1	B - 4	40	40	40	40
4	8	2	C - 4	40	50	40	50

Tabla IV.2.2.2: Comparación del número de barras en cada dirección para cada columna ensayada.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA				
Ensayo	Datos de los planos		Datos de los ensayos	
	N° de barras en cada cara		N° de barras en cada cara	
	X	Y	X	Y
1	5	4	5	4
2	2	2	2	2
INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS				
Ensayo	Datos de los planos		Datos de los ensayos	
	N° de barras en cada cara		N° de barras en cada cara	
	X	Y	X	Y
3	3	3	3	3
4	3	3	3	3

Tabla IV.2.2.3: Comparación de la separación entre barras en cada dirección para cada columna ensayada.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA				
Ensayo	Datos de los planos		Datos de los ensayos	
	Dist. De las barras en cada cara (cm)		Dist. De las barras en cada cara (cm)	
	X	Y	X	Y
1	2,5 - 8,75 - 8,75 - 8,75 - 8,75 - 2,5	2,5 - 13 - 14 - 13 - 2,5	3 - 10 - 10 - 7,5 - 7 - 2,8	5,1 - 12,1 - 11 - 12,1 - 5
2	2,5 - 35 - 2,5	2,5 - 35 - 2,5	3,2 - 33 - 3,1	4 - 33 - 3
INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS				
Ensayo	Datos de los planos		Datos de los ensayos	
	Dist. De las barras en cada cara (cm)		Dist. De las barras en cada cara (cm)	
	X	Y	X	Y
3	2,5 - 17,5 - 17,5 - 2,5	2,5 - 17,5 - 17,5 - 2,5	4 - 16 - 16 - 4	4 - 16 - 16 - 4
4	2,5 - 17,5 - 17,5 - 2,5	2,5 - 22,5 - 22,5 - 2,5	3,3 - 16,7 - 16,4 - 3,6	3 - 22 - 22 - 3

Tabla IV.2.2.4: Ubicación de las vigas ensayadas. Comparación de las dimensiones obtenidas.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA								
Ensayo	Tipo de viga	Nivel	Ejes		Datos de los planos		Datos de los ensayos	
					Long. En cada cara (cm)		Long. En cada cara (cm)	
			Long.	Trans.	X	Y	X	Y
1	17	1	C	4 - 5	40	50	40	50
2	22	2	C	1 - 2	40	50	40	50
INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS								
Ensayo	Tipo de viga	Nivel	Ejes		Datos de los planos		Datos de los ensayos	
					Long. En cada cara (cm)		Long. En cada cara (cm)	
			Long.	Trans.	X	Y	X	Y
3	33	1	B	4 - 5	120	50	120	60
4	31	1	C	4 - 5	120	50	120	60

En este caso, para obtener la altura de las vigas fue medida la altura libre que tiene cada una antes de embutirse en la losa; posterior a ello, se midió

la altura de la losa visible en las escaleras. La suma de ambas dimensiones dio como resultado la altura total de cada viga.

Tabla IV.2.2.5: Comparación del número de barras en cada dirección para cada viga ensayada.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA				
Ensayo	N° de barras en cada cara			
	Datos de los planos		Datos de los ensayos	
	X (inferior)	Y	X (inferior)	Y
1	2	2	2	2
2	3	2	3	3
INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS				
Ensayo	N° de barras en cada cara			
	Datos de los planos		Datos de los ensayos	
	X (inferior)	Y	X (inferior)	Y
3	4	2	4	2
4	4	2	4	2

Tabla IV.2.2.6: Comparación de la separación entre barras en cada dirección para cada viga ensayada.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA		
Ensayo	Dist. De las barras en cada cara (cm)	
	Datos de los planos	Datos de los ensayos
	X (inferior)	X (inferior)
1	2,5 - 35 - 2,5	7,5 - 25 - 7,5
2	2,5 - 35 - 2,5	3- 18,7 - 15 - 3,3
INSTITUTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS		
Ensayo	Dist. De las barras en cada cara (cm)	
	Datos de los planos	Datos de los ensayos
	X (inferior)	X (inferior)
3	3 - 38 - 38 - 38 - 3	5,6 - 36,2 - 36,2 - 36,2 - 5,8
4	3 - 38 - 38 - 38 - 3	7 - 34,5 - 36,1 - 35,2 7,2

Con el Ferroskan se verificó la separación existente entre el acero transversal tanto para vigas como para columnas y se pudo constatar que no

existe zona de confinamiento en las proximidades de los nodos (Ver Figura I.V.2.2.4).



Figura IV.2.2.4: Disposición del acero transversal en columna C-4 del Laboratorio de Hidráulica. Fuente propia.

IV.3. Estado actual de la estructura

Para determinar el estado actual de la estructura fue necesario realizar una inspección visual que permitiera reconocer cualquier tipo de daño presente en los elementos estructurales que conforman a la edificación en estudio. Para ello se realizó un recorrido piso por piso y se accedió a aquellos lugares en los que fuese permitido; tomando nota de la ubicación y fotografiando dichos daños.

Cabe destacar que el edificio en su parte interna presenta un buen estado en líneas generales con lo que respecta a su aspecto visual, siendo importante resaltar que no se observaron daños en las columnas de los edificios. Sin embargo, gran parte de la fachada de la edificación en estudio se encuentra en mal estado, siendo notoria la suciedad en la fachada, el

desprendimiento de la cerámica, la ausencia de vidrios en las ventanas y la presencia de vegetación y grietas en brocales.

En las tablas IV.3.1, IV.3.2, IV.3.3, IV.3.4, IV.3.5, IV.3.6, IV.3.7, IV.3.8, se muestra la descripción y la ubicación de los daños presentes en la estructura.

Tabla IV.3.1: Tabla de daños.

Imagen	Descripción		
	Edificio-Piso	Laboratorio/ IMF - PB, 1, 2 y Techo	
	Ubicación	Ejes	
		Long.	Trans.
		1 y 5	A y G
	Daño	Suciedad en Fachada	
	Tipo de elemento		
	Vigas, Columnas, Voladizos		
Observaciones			
Corresponde a la totalidad de las fachadas			

Tabla IV.3.2: Tabla de daños.

Imagen	Descripción		
	Edificio-Piso	Laboratorio - Planta Baja	
	Ubicación	Ejes	
		Long.	Trans.
		2 - 4	A
	Daño	Ataque de agente biológico	
	Tipo de elemento		
Brocal			

Tabla IV.3.3: Tabla de daños.

Imagen	Descripción		
	Edificio-Piso	Laboratorio/IMF - Planta baja	
	Ubicación	Ejes	
		Long.	Trans.
		1 y 5	A y G
	Daño	Deterioro de pared	
	Tipo de elemento		Mampostería
	Observaciones Corresponde a la totalidad de las fachadas		

Tabla IV.3.4: Tabla de daños.

Imagen	Descripción		
	Edificio-Piso	Laboratorio - 2	
	Ubicación	Ejes	
		Long.	Trans.
		2	C - E
	Daño	Grietas	
	Tipo de elemento Pared		

Tabla IV.3.5: Tabla de daños.

Imagen	Descripción		
	Edificio-Piso	Laboratorio - 1	
	Ubicación	Ejes	
		Long.	Trans.
		2	D
	Daño	Carbonatación	
	Tipo de elemento Losa		

Tabla IV.3.6: Tabla de daños.

Imagen	Descripción		
	Edificio-Piso	IMF - 2	
	Ubicación	Ejes	
		Long.	Trans.
		3 - 4	A - B
	Daño	Humedad	
	Tipo de elemento		
	Losa		

Tabla IV.3.7: Tabla de daños.

Imagen	Descripción		
	Edificio-Piso	Laboratorio - 2	
	Ubicación	Ejes	
		Long.	Trans.
		1 - 3	E - F
	Daño	Humedad	
	Tipo de elemento		
	Losa		

IV.4. Levantamiento de los usos de cada área del edificio

Mediante un recorrido realizado por los edificios, se determinó el uso que posee cada espacio dentro de ellos y así asignarle un valor de carga variable de acuerdo a su tipo para poder elaborar el modelaje de las estructuras.

En vista de que cada piso tiene diferentes usos y distribuciones en sus espacios, se elaboraron croquis de cada uno de ellos, los cuales se muestran en las figuras IV.4.1, IV.4.2, IV.4.3, IV.4.4, IV.4.5.

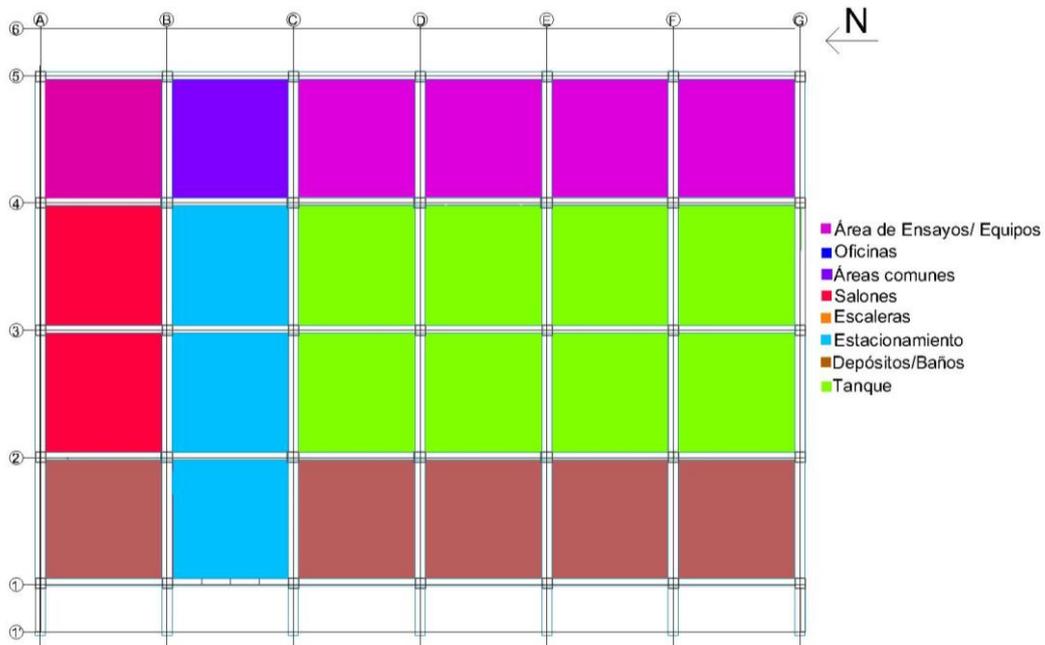


Figura IV.4.1: Distribución de áreas en planta baja. Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.

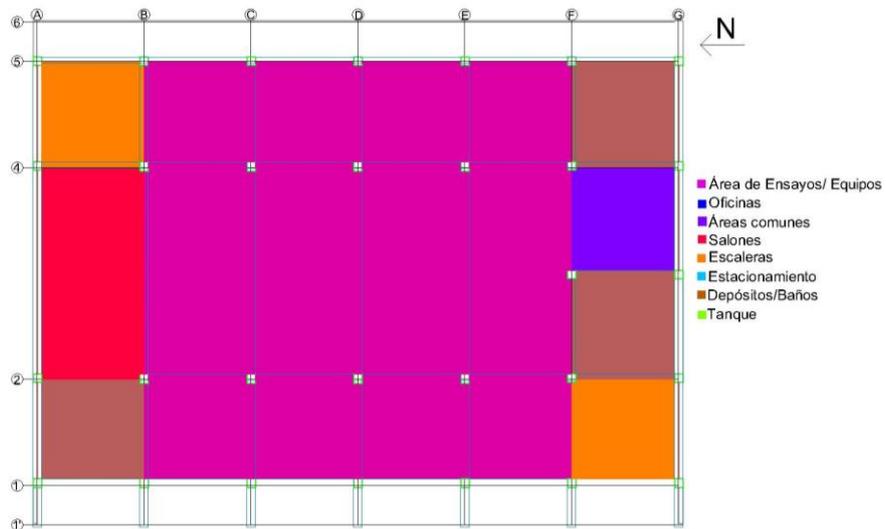


Figura IV.4.2: Distribución de áreas en primer piso. Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.

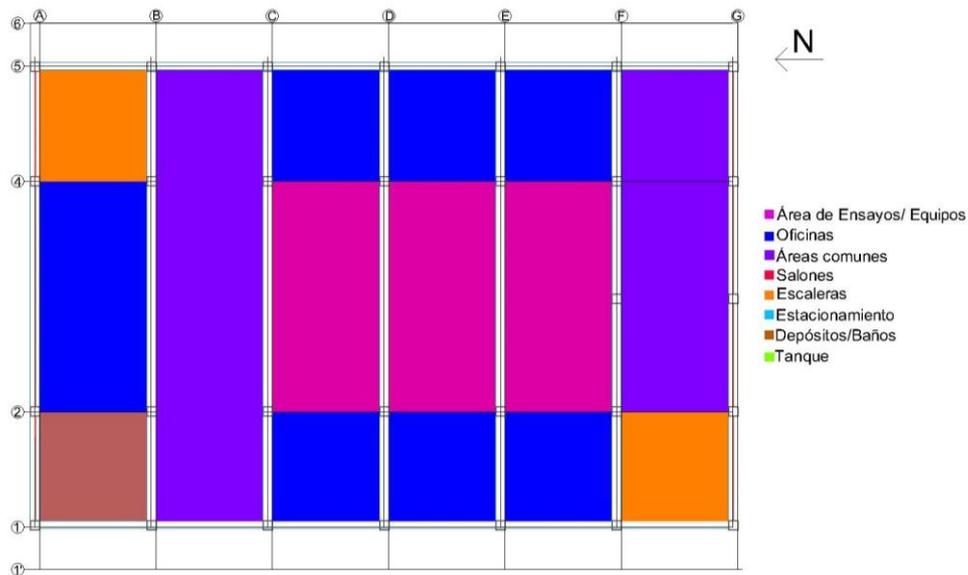


Figura IV.4.3: Distribución de áreas en segundo piso. Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia.

Es importante destacar que, de acuerdo a la información planimétrica recolectada, se pudo contrastar el uso de las diferentes áreas de la edificación previstas y los usos actuales de cada una de ellas, encontrándose por ejemplo las áreas que comprenden los salones, que de acuerdo a los planos serían un taller en el nivel planta baja y una biblioteca en el piso uno. De igual manera, lo que es denominado como depósito, en los planos está contemplado como sanitarios.

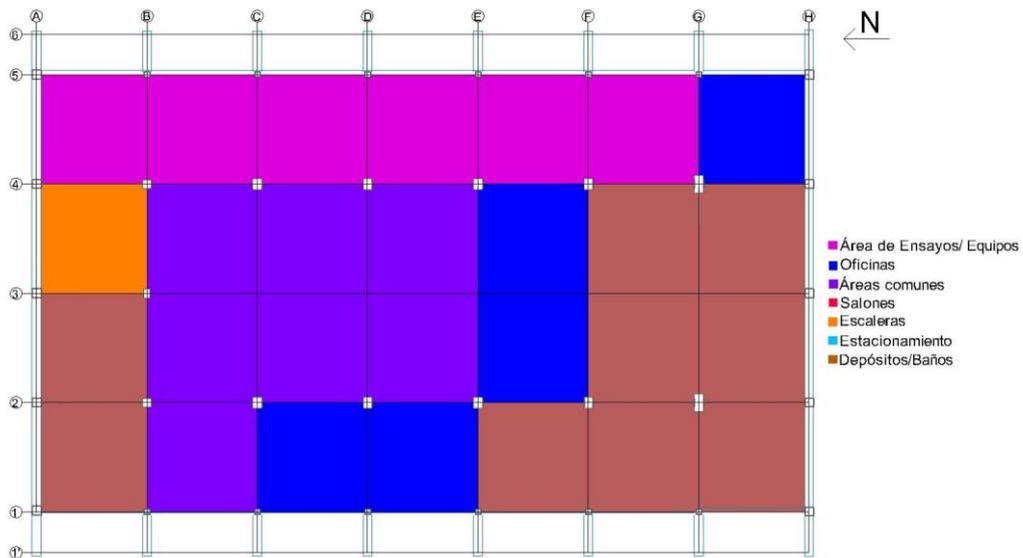
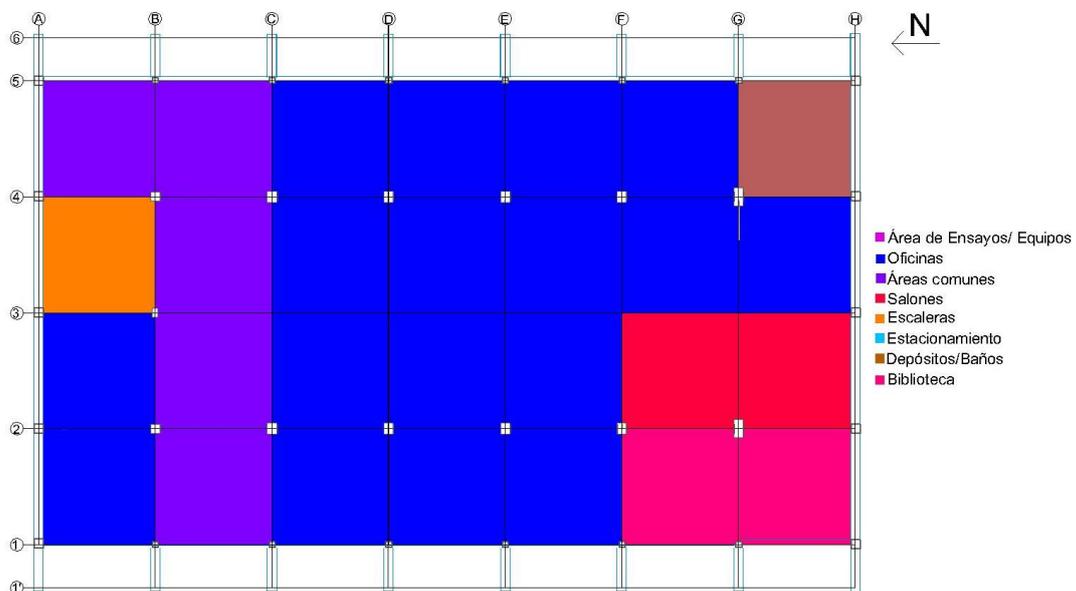


Figura IV.4.4: Distribución de áreas en primer piso. Instituto Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.



FiguraIV.4.5: Distribución de áreas en segundo piso. Instituto Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.

CAPÍTULO V

Recálculo de la estructura

V.1. Protocolo de recálculo

El objetivo principal del recálculo estructural fue comprobar la cantidad de acero longitudinal requerido en las vigas, el factor de resistencia de las columnas y analizar el comportamiento de los muros estructurales presentes, además de la interacción de todo el conjunto estructural ante un sismo definido de acuerdo a los parámetros que establece la Norma COVENIN 1756-2001. También fueron evaluados otros parámetros como los modos de vibración de la estructura asociados a un período específico, los desplazamientos, la Deriva, el corte basal y su factor de corrección, entre otros.

El programa de análisis estructural empleado para el recálculo de las estructuras (ETABS v9.0), fue diseñado bajo las Normas Americanas ACI, por tal motivo los valores que el programa arrojó fueron adaptados a las Normas venezolanas vigentes.

V.1.1. Normas

Para realizar el recálculo de las estructuras, se emplearon normativas que contemplan diversos criterios relacionados a este aspecto, entre las normativas se encuentran:

- Fondonorma 1753-2006 *“Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. Análisis y Diseño”*.
- COVENIN 1756-2001 *“Edificaciones Sismorresistentes”*
- COVENIN 2002-1988 *“Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”*

- Norma Americana ACI-2005 (ETABS v9)

V.1.2. Calidad de los materiales

De acuerdo a la información recopilada de los planos suministrados por la Casona Ibarra, la calidad de los materiales usados en el recálculo de las estructuras es la mostrada en la tabla V.1.2.1:

Tabla V.1.2.1: Calidad de los materiales

Laboratorio de Hidráulica			
Concreto	$f'c$	210	kg/cm ²
	fs	1400	kg/cm ²
Cabillas	fy	fsx2	kg/cm ²
	fy	2800	kg/cm ²
Instituto de Mecánica de Fluidos			
Concreto	$f'c$	280	kg/cm ²
	fs	1400	kg/cm ²
Cabillas	fy	fsx2	kg/cm ²
	fy	2800	kg/cm ²

V.1.3. Métodos de Análisis estructural

La Norma COVENIN 1756-2001, establece los métodos que deben ser empleados como mínimo para el análisis estructural de acuerdo a la altura de la edificación a evaluar. Estos criterios se encuentran en el Capítulo 9, específicamente en la tabla 9.1, (véase figura V.1.3.1) y de acuerdo a las características de las estructuras a ser evaluadas, se requiere de un análisis estático. Sin embargo, estos son requerimientos mínimos y por medio del programa ETABS puede ser aplicado un método más refinado, como lo es un método de análisis dinámico espacial de superposición modal con tres grados de libertad por nivel, descrito en el apartado 9.6.

TABLA 9.1

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EDIFICIOS DE ESTRUCTURA REGULAR

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	REQUERIMIENTO MÍNIMO
No excede 10 pisos ni 30 metros	ANÁLISIS ESTÁTICO (Sección 9.1.1)
Excede 10 pisos ó 30 metros	ANÁLISIS DINÁMICO PLANO (Sección 9.1.2)

Figura V.1.3.1: Tabla de la Norma COVENIN 1756-2001.

V.1.4. Sistema estructural

El sistema estructural del edificio Laboratorio de Hidráulica consta de vigas, columnas, losas y muros, en donde las losas fueron incorporadas como elementos de área tipo Shell discretizados, mientras que el edificio del Instituto de Mecánica de Fluidos consta de columnas, losas y vigas en una dirección (x), por lo que las losas fueron incorporadas como parte estructural del edificio modelando los nervios de la losa nervada como vigas de sección T y las losas macizas como elementos de área tipo Shell discretizados, garantizando así la rigidez adecuada que las losas aportan al sistema estructural.

V.1.5. Cargas Consideradas

Las cargas actuantes sobre la estructura se consideraron de acuerdo a la Norma COVENIN 2002-1988, la cual contempla:

V.1.5.1. Cargas permanentes (CP)

Consideradas como tal, aquellas cargas que actúan de manera continua sobre la estructura y su magnitud no varía en el tiempo. Las cargas permanentes son generadas por el peso propio de los diferentes elementos

estructurales que conforman a la edificación (losas, vigas, columnas, muros), tabiquería presente, acabados de piso y equipos presentes tanto en el Laboratorio de Hidráulica como en el Instituto de Mecánica de Fluidos.

El peso de los equipos fue estimado en base a los materiales y dimensiones con los cuales estaban elaborados, las válvulas y motores presentes, mientras que para el resto de los elementos se empleó la Tabla 4.3, el Artículo 5.2.4, el Artículo 5.3.4 y el Artículo 4.4 de la Norma COVENIN 2002-1988.

De acuerdo a esta información, en la tabla V.1.5.1.1 se presentan las cargas permanentes que actúan en la estructura:

Tabla V.1.5.1.1: Carga Permanente

CARGA PERMANENTE		
Descripción	Kgf/m ²	Kgf
Losa maciza e= 7 cm	175	---
Losa maciza e= 10 cm	250	---
Losa maciza e= 12 cm	300	---
Losa maciza e= 20 cm	500	---
Losa Nervada e= 20 cm	270	---
Equipo 1: Flujo turbulento	85	---
Equipo 2: Pérdidas localizadas	690	---
Equipo 3: Flujo Laminar	240	---
Equipo 4: Canal rectangular	250	---
Equipo 5: Canal rectangular	300	---
Equipo 6: Banco de turbinas	200	---
Equipo 7: Banco de chorro	290	---
Equipo 8: Banco para cavitación	160	---
Equipo 9: Túnel de viento	65	---
Equipo 10: Canal rectangular	120	---
Equipo 11: Soporte vertical	---	1500
Equipo 12: Canal rectangular	710	---
Equipo 13: Estanque de nivel ctte.	---	2300x6
Tabiquería	150	---
Acabado inferior	22	---
Impermeabilización del techo (5 mm)	6	---

En las figuras V.1.5.1.1 y V.1.5.1.2 se muestra la disposición de los equipos dentro de las edificaciones.

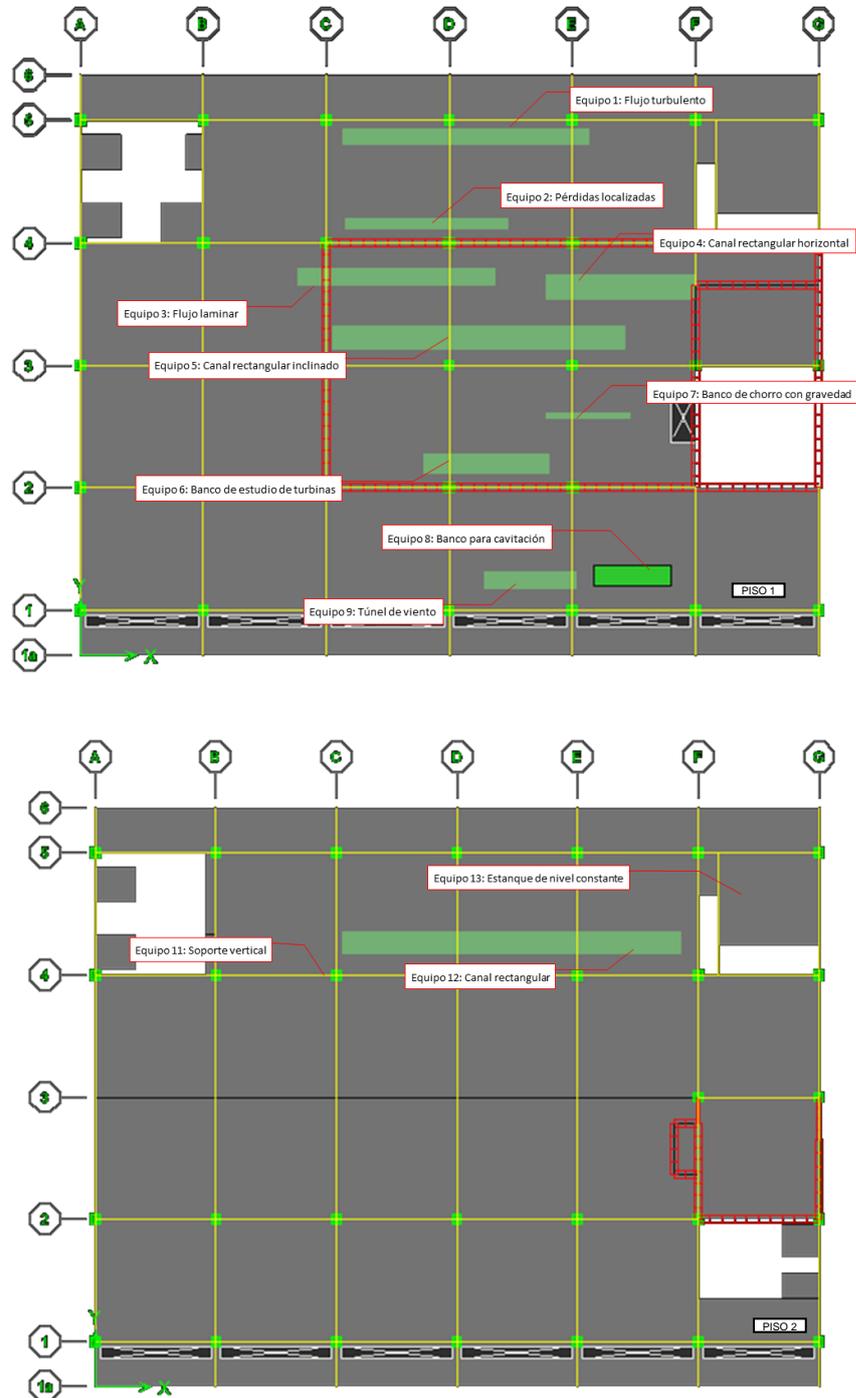


Figura V.1.5.1.1: Disposición de los equipos dentro del Laboratorio de Hidráulica (piso uno y piso 2). Elaboración propia.

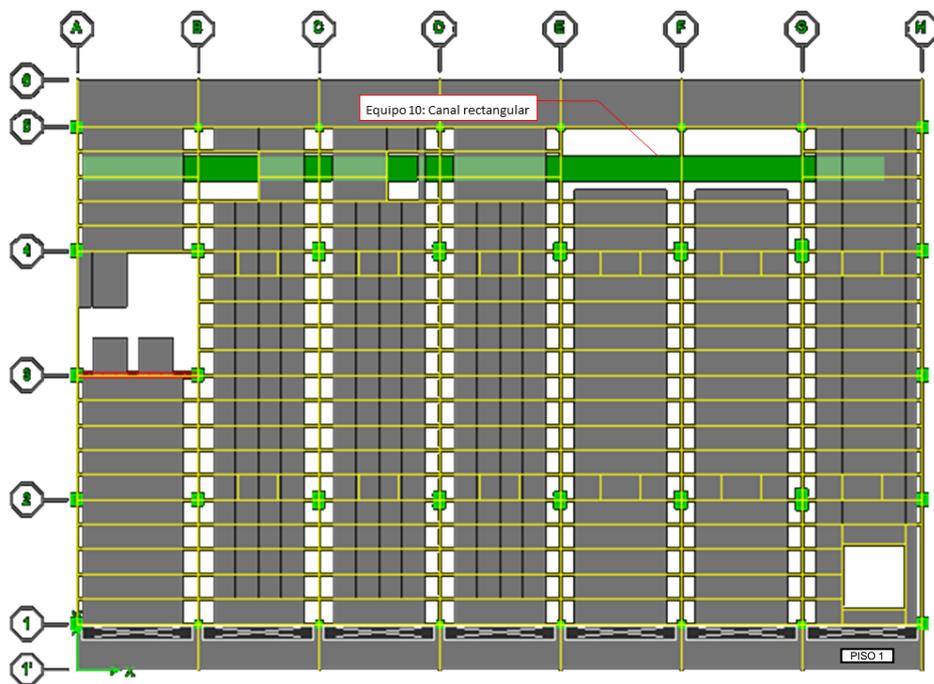


Figura V.1.5.1.2: Disposición de los equipos dentro del Instituto de Mecánica de Fluidos (piso uno). Elaboración propia.

V.1.5.2. Cargas variables (CV)

Corresponden con aquellas cargas que actúan sobre la estructura cuya magnitud es variable en el tiempo y que se deben a la ocupación y uso de los diferentes ambientes que se encuentran en la edificación, bien sea por personas, objetos, equipos, maquinarias entre otros.

La carga variable asignada por ambiente en cada nivel y edificio, estuvo definida acorde a la Tabla 5.1 de la Norma COVENIN 2002-1988, y sus valores son presentados en la tabla V.1.5.2.1:

Tabla V.1.5.2.1: Carga Variable

CARGA VARIABLE	
Descripción	Kgf/m ²
Oficinas	300
Áreas comunes	400
Salones	300
Escaleras	500

Baños/Depósitos P1	950
Baños/Depósitos P2	970
Biblioteca	950
Techo	100

V.1.5.3. Acciones accidentales

Son aquellas cargas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña durante la vida útil de la edificación y su influencia sobre la misma es durante breves lapsos de tiempo, como por ejemplo un sismo o los efectos del viento. En el caso de este trabajo especial de grado, se consideró solo la acción de un sismo de acuerdo a la Norma COVENIN 1756-2001 ya que el efecto del viento no influye de manera importante en el comportamiento estructural de las edificaciones.

V.1.6. Espectro de diseño

V.1.6.1. Características y factores de la zona

De acuerdo a la figura 4.1 presente en el Capítulo 4 de la Norma COVENIN 1756-2001, las estructuras a estudiar se encuentran en una zona sísmica N° 5 y en la tabla 4.1 de dicho capítulo, el coeficiente de aceleración horizontal (A_0) de acuerdo a la zona sísmica especificada es igual a $0,30 \text{ m/s}^2$.

De acuerdo al trabajo especial de grado “Estudio Geológico-Geotécnico y evaluación de las condiciones del terreno que constituye el campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)” (Acero y Domínguez., 2005), las características del suelo sobre el cual están fundadas las estructuras a evaluar, se corresponden a un suelo predominantemente denso-semiduro y la forma espectral hallada es de S2, el cual establece un factor de corrección de aceleración horizontal (φ) igual a $0,90 \text{ m/s}^2$, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 5 de la Norma COVENIN 1756-2001.

Sabiendo que la estructura a estudiar se corresponde con una edificación del tipo educacional, se clasifica como una edificación perteneciente al grupo A de acuerdo al apartado 6.1.1 de la Norma COVENIN 1756-2001, estableciendo a su vez, un factor de importancia (α) de 1,30.

V.1.6.2. Nivel de diseño de la estructura

El nivel de diseño de la estructura a evaluar se corresponde con un ND1, el cual se determinó de acuerdo a la clasificación de la Norma COVENIN 1756-2001 en la tabla C-12.1(Ver Figura V.1.6.1), en donde la estructura se caracteriza por ser una estructura aporticada, construida entre 1955 y 1967.

TABLA C-12.1
ORIENTACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE DISEÑO PRESENTES

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE A SISMOS	NIVELES DE DISEÑO PRESENTES EN OBRAS CONSTRUIDAS EN ZONAS SÍSMICAS, EN EL LAPSO SEÑALADO			
	hasta 1955	1955-1967	1967-1982	> 1982
Estructuras aporticadas de concreto armado de más de 3 a 4 pisos	ND1	ND1	ND2	ND3
Estructuras de mampostería confinada con miembros de concreto armado	ND1	ND1	(1)	(1)

(1) Depende del detallado

Figura V.1.6.1: Tabla de la Norma COVENIN 1756-2001.

V.1.6.3. Factor de reducción de respuesta

El factor de reducción de respuesta fue considerado a partir de los comentarios reflejados en la Norma 1756-2001, específicamente en el punto C-12.3.1, los cuales establecen que para edificaciones que contengan elementos prefabricados construidas antes de 1967 se supondrá un $R=1$, como es el caso del Instituto de Mecánica de Fluidos.

En cuanto al edificio del Laboratorio de Hidráulica, de acuerdo a la Fondonorma 1753-2006 en su apartado 7.8, establece los requisitos de integridad estructural, los cuales en cuanto a su disposición de acero no son cumplidos de acuerdo a los planos de la edificación, por lo que debe asignársele un factor de reducción de respuesta igual a 1.

V.1.6.4. Resumen de factores

En la tabla V.1.6.4.1 se encuentran los valores de los factores empleados para el espectro de diseño aplicado a la estructura.

Tabla V.1.6.4.1: Valores para el espectro de diseño

Factor	Valor	Referencia Norma COVENIN 1756-2001
Máximo periodo de intervalo constante de espectros normalizados (T*)	0,70 seg	Tabla 7.1
Periodo característico de variación de respuesta (T+)	0,175 seg	Tabla 7.2
Factor de reducción de respuesta (R)	1	Tabla C-12.1
Factor de importancia (α)	1,30	Tabla 6.1
Factor de Magnificación Promedio (β)	2,60	Tabla 7.1
Factor de corrección (φ)	0,90	Tabla 5.1
Coeficiente de aceleración horizontal (A0)	0,3	Tabla 4.1
Forma espectral	S2	Tabla 5.1
Grupo	A	Artículo 6.1.1
Nivel de Diseño	ND1	Tabla C-12.1
Tipo de estructura	Tipo I	Artículo 6.3.1

V.1.6.5. Gráfico de los Espectros

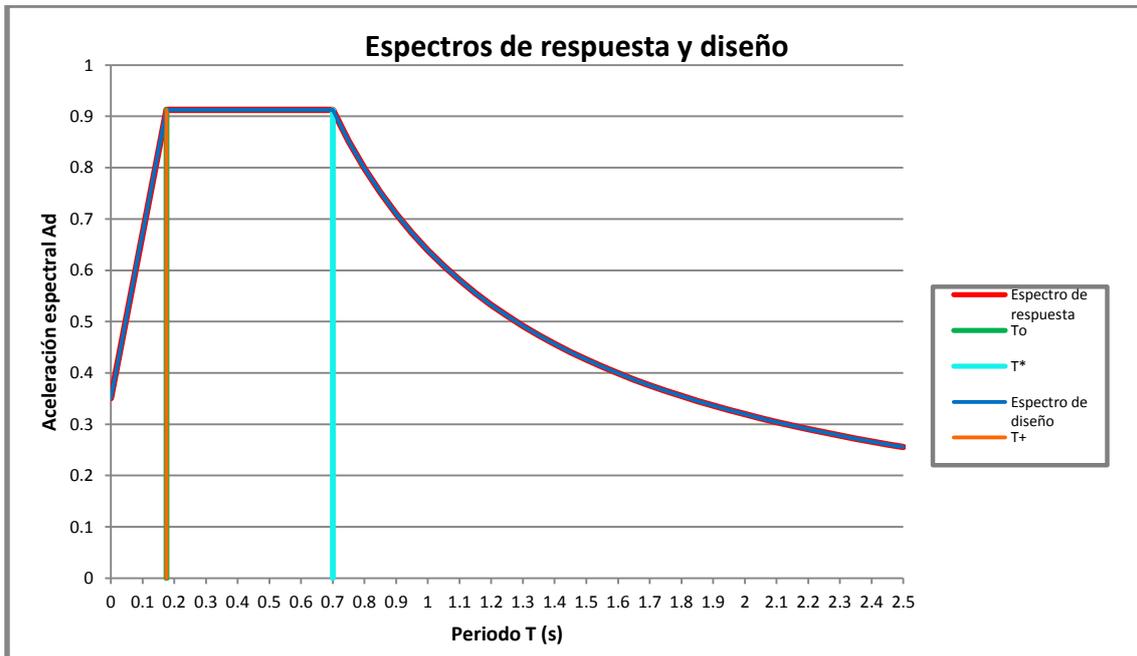


Figura V.1.6.5.1 Espectro de diseño y espectro de respuesta

V.1.7. Combinaciones de cargas

Las combinaciones de cargas empleadas en el recálculo de la estructura fueron obtenidas de las especificaciones de la Fondonorma 1753:2006 presentes en su Capítulo 9; las mismas se encuentran a continuación.

- $U = 1,4 \text{ CP}$
- $U = 1,4 \text{ CP} + 1,6 \text{ CV}$
- $U = 1,2 \text{ CP} + 0,5 \text{ CV} \pm S_x \pm 0,3 S_y$
- $U = 1,2 \text{ CP} + 0,5 \text{ CV} \pm 0,3 S_x \pm S_y$
- $U = 0,9 \text{ CP} + S_x \pm 0,3 S_y$
- $U = 0,9 \text{ CP} + 0,3 S_x \pm S_y$

V.1.8. Modelos analizados

La estructura a estudiar cuenta con una junta de construcción que separa a la estructura en dos edificios independientes (Laboratorio de Hidráulica e Instituto de Mecánica de Fluidos), es por ello que se realizó un modelo por cada edificación para su análisis. (Ver figura V.1.8.1)

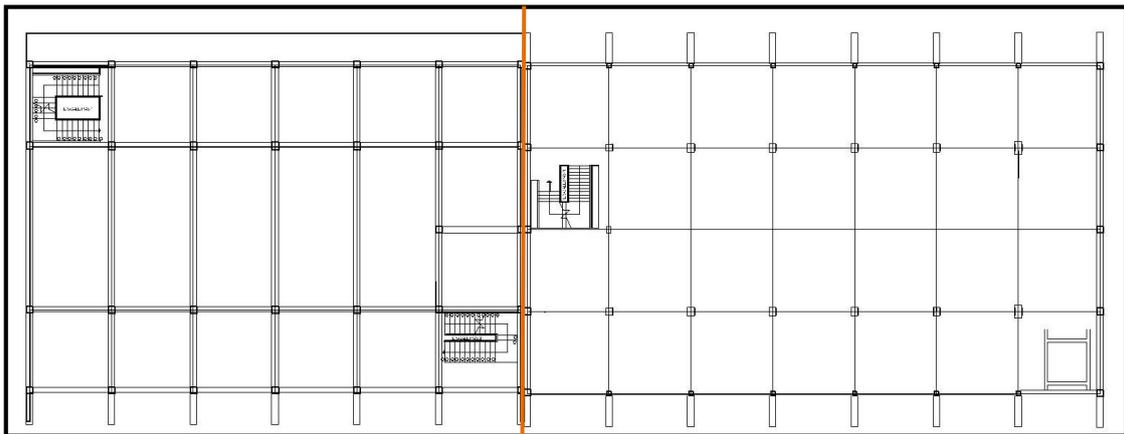


Figura V.1.8.1: Junta de construcción.

Para la elaboración del modelo del Laboratorio de Hidráulica (ver figura V.1.8.2) se definió el material concreto con un f_c' de 210 kgf/cm², las vigas y las columnas fueron definidas como elementos “frame”; para el caso de las columnas se colocó el acero contemplado en los planos para ser chequeado.

En cuando a los elementos de área, las losas fueron definidas como elementos “Shell” de acuerdo al espesor correspondiente por nivel y orientadas en dos direcciones; para el caso de las escaleras el elemento de área fue definido de igual manera como tipo “Shell”.

Los muros fueron ubicados de acuerdo a las especificaciones de los planos con sus respectivos espesores y se les fue asignado un “Pier Label” diferente a cada uno de ellos.

Una vez realizado el modelo, fueron asignadas las cargas permanentes y variables de acuerdo al área. En el caso de los equipos, fue necesario

incorporar “áreas nulas” sobre las cuales se les colocó el peso correspondiente de cada equipo.

Fue definido el espectro de acuerdo a los factores mencionados en el punto V.1.6.4, la Norma COVENIN 1756-2001 y la Fondonorma 1753-2006 como EZ5S2AR1.

Se definieron los espectros de respuesta para un sismo actuante en la dirección x (S_x) y en la dirección y (S_y) con una combinación modal “CQC” (Combinación cuadrática) y una combinación direccional “SRSS”, tomando en cuenta una excentricidad de 6%.

Se definieron diafragmas rígidos por nivel.

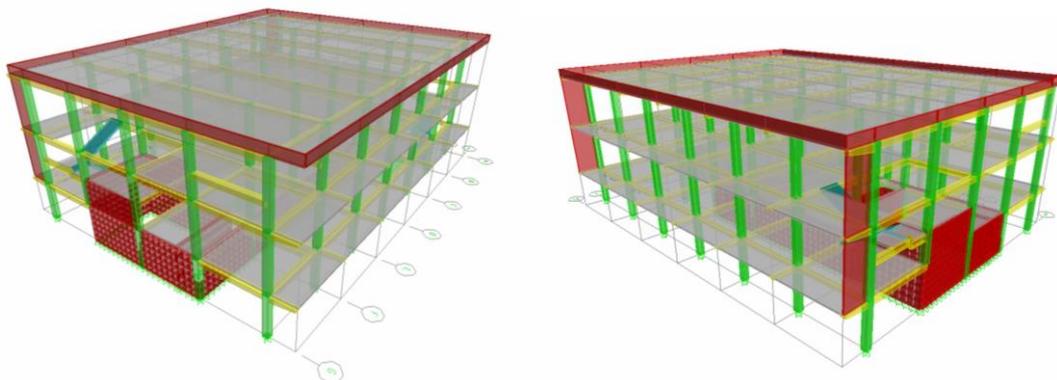


Figura V.1.8.2: Laboratorio de Hidráulica

Para la elaboración del modelo del Instituto de Mecánica de Fluidos (ver figura V.1.8.3) se definió el material concreto con un f_c' de 280 kgf/cm², las vigas y las columnas fueron definidas como elementos “frame”; para el caso de las columnas se colocó el acero contemplado en los planos para ser chequeado.

En cuando a los elementos de área, las losas de los primeros dos niveles fueron definidas como elementos “Shell” de acuerdo al espesor correspondiente por nivel y orientadas en una dirección; para el caso de las

escaleras los elementos de área fueron definidos de igual manera como elementos “Shell”.

Se definió un elemento tipo “Spandler” para la viga que soporta la segunda escalera debido a sus dimensiones (una sección variable de 0,20x0,80 m a 0,20x1,14 m)

Una vez realizado el modelo, fueron asignadas las cargas permanentes y variables de acuerdo al área. En el caso de los equipos, fue necesario incorporar “áreas nulas” sobre las cuales se les colocó el peso correspondiente de cada equipo.

Fue definido el espectro de acuerdo a los factores mencionados en el punto V.1.6.4, la Norma COVENIN 1756-2001 y la Fondonorma 1753-2006 como EZ5S2AR1.

Se definieron los espectros de respuesta para un sismo actuante en la dirección x (S_x) y en la dirección y (S_y) con una combinación modal “CQC” y una combinación direccional “SRSS”, tomando en cuenta una excentricidad de 6%.

Se definieron diafragmas rígidos a los niveles 1 y 2; además de ello en el caso del techo existe una losa nervada en una dirección (Y) de 20 cm de altura, la cual fue modelada como vigas con sección “T” a la que se les colocó un elemento de área tipo membrana con un espesor despreciable (1cm) para distribuir las cargas uniformemente a lo largo de los nervios; a esta losa se le fue asignado también un diafragma rígido.

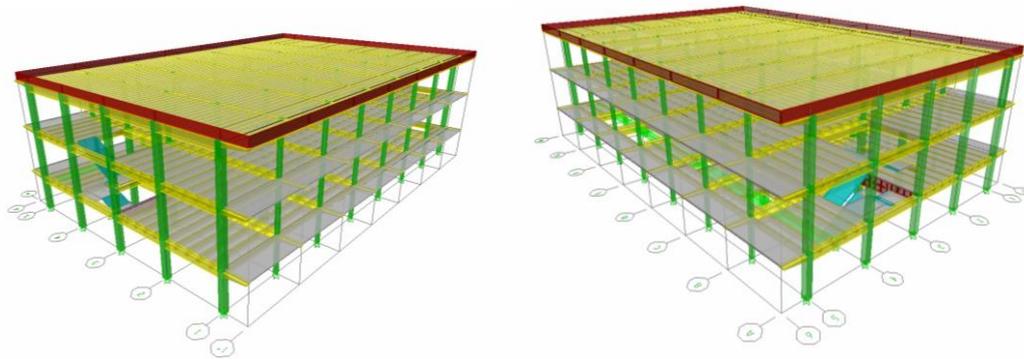


Figura V.1.8.3: Instituto de Mecánica de Fluidos

Para realizar el recálculo de la estructura, se efectuó una inspección de las dimensiones de los elementos estructurales contenidos en la misma para así contrastar la realidad con la información contenida en los planos proporcionados por la Casona Ibarra. De este levantamiento se obtuvieron diferencias mínimas entre la información planimétrica y lo construido, por lo cual los modelos analizados se realizaron de acuerdo a las dimensiones que poseen los planos.

V.2.Resultados y análisis

Luego de analizados los modelos planteados con las consideraciones anteriores para el recálculo de las estructuras, se obtuvieron valores de las propiedades dinámicas de cada uno de estos y el comportamiento de cada uno de los edificios.

A continuación se presentan dichos valores para cada uno de los modelos.

V.2.1. Peso de la estructura

El peso de las estructuras del Laboratorio de Hidráulica y del Instituto de Mecánica de Fluidos se muestra en las tablas V.2.1.1 y V.2.1.2.

Tabla V.2.1.1: Peso de la estructura Laboratorio de Hidráulica

Pisos	Masa (Kg)	Peso (Kgf)	Peso (Ton-f)
Piso 3	11.571,60	113.517,40	113,52
Piso 2	25.544,10	250.587,62	250,59
Piso 1	32.855,80	322.315,40	322,32
	Σ	686.420,42	686,42

Tabla V.2.1.2: Peso de la estructura Instituto de Mecánica de Fluidos.

Pisos	Masa (Kg)	Peso (Kgf)	Peso (Ton-f)
Piso 3	42.028,70	412.301,55	412,30
Piso 2	40.931,50	401.538,02	401,54
Piso 1	40.473,80	397.047,98	397,05
	Σ	1.210.887,54	1.210,89

V.2.2. Corte Basal

De acuerdo a la Norma COVENIN 1756-2001 en su punto 9.6.2.1, los valores obtenidos de la combinación modal de la Cortante Basal en cada dirección (V_{ox} y V_{oy}) deben compararse y ser mayores al Cortante Basal Estático (V_o).

Para poder realizar dicha comparación fue necesario calcular el corte estático (V_o) de acuerdo a lo establecido en la norma y dividirlo con el corte dinámico (obtenido de la respuesta del programa) (Ver Anexos A y B). Este valor calculado es el factor de corrección, el cual en ambos modelos fue inferior a uno (1), excepto en la dirección Y del modelo correspondiente al Instituto de Mecánica de Fluidos que resultó ser mayor a uno (1), por lo tanto este factor fue multiplicado por la gravedad y ese nuevo valor fue asignado como dato de entrada al programa en el lugar donde corresponde colocar la gravedad.

En las tablas V.2.2.1 y V.2.2.2 pueden apreciarse los diferentes valores obtenidos para los factores de corrección y el valor de la gravedad corregida que pasará a ser el nuevo dato de entrada.

Tabla V.2.2.1: Laboratorio de Hidráulica. Elaboración propia

CHEQUEO DE CORTANTE BASAL					
Dirección X			TIPO		
Dirección Y			TIPO		
Ct-X	0.07	adm		Tax =	0.42 seg
Ct-Y	0.07	adm		Tay =	0.42 seg
Masa	69.97	ton.s2/m		1.6Tax =	0.68 seg
W =	686.42	ton		1.6Tay =	0.68 seg
Vox =	714.55	ton		Adx =	0.9126 1/g
Voy =	613.55	ton		Ady =	0.9126 1/g
h =	11.00	m		T* =	0.7
N =	3.00	Niveles			
$\mu = \text{al mayor entre } \mu_1 \text{ y } \mu_2$					
$\mu_1 = 1.4 \left[\frac{N+9}{2N+12} \right] \quad \mu_2 = 0.80 + \frac{1}{20} \left[\frac{T}{T^*} - 1 \right]$					
$\mu_x = 0.933$					
$\mu_y = 0.933$					
V*o/Vo					
V*ox =	584.67	ton		0.818	Ok
V*oy =	584.67	ton		0.953	Ok

Tabla V.2.2.2: Instituto de Mecánica de Fluidos. Elaboración propia.

CHEQUEO DE CORTANTE BASAL									
Dirección X			TIPO						
Dirección Y			TIPO						
Ct-X	0.07	adm		Tax =	0.42 seg				
Ct-Y	0.07	adm		Tay =	0.42 seg				
Masa	123.43	ton.s2/m		1.6Tax =	0.67 seg				
W =	1,210.89	ton		1.6Tay =	0.67 seg				
Vox =	1,042.86	ton		Adx =	0.9126 1/g				
Voy =	966.33	ton		Ady =	0.9126 1/g				
h =	10.95	m		T* =	0.7				
N =	3.00	Niveles							
$\mu = \text{al mayor entre } \mu_1 \text{ y } \mu_2$									
$\mu_1 = 1.4 \left[\frac{N+9}{2N+12} \right] \quad \mu_2 = 0.80 + \frac{1}{20} \left[\frac{T}{T^*} - 1 \right]$									
$\mu_x = 0.933$									
$\mu_y = 0.933$									
V*o/Vo									
V*ox =	1031.39	ton		0.989	Ok				
V*oy =	1031.39	ton		1.067	Requiere Corrección				
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>gx(corregido)</td> <td>9.81</td> </tr> <tr> <td>gy(corregido)</td> <td>10.47</td> </tr> </table>						gx(corregido)	9.81	gy(corregido)	10.47
gx(corregido)	9.81								
gy(corregido)	10.47								

V.2.3. Centro de masa

En las Tablas V.2.3.1 y V.2.3.2 se muestran los centros de masa y de rigidez por piso tanto del Laboratorio de Hidráulica como del Instituto de Mecánica de Fluidos.

Tabla V.2.3.1: Centro de masa y centro de rigidez Laboratorio de Hidráulica

Pisos	Centro de Masa		Centro de Rigidez	
	X _{CM}	Y _{CM}	X _{CR}	Y _{CR}
Techo	15,436	12,419	16,499	12,771
Piso 2	16,082	12,057	19,04	11,541
Piso 1	17,428	11,781	21,166	12,127

Tabla V.2.3.2: Centro de masa y centro de rigidez Instituto Mecánica de Fluidos

Pisos	Centro de Masa		Centro de Rigidez	
	X _{CM}	Y _{CM}	X _{CR}	Y _{CR}
Piso 3	21,89	11,705	17,644	11,703
Piso 2	18,255	11,853	16,949	12,345
Piso 1	17,869	11,079	16,761	12,872

V.2.4. Derivas

Se verificó que la Deriva en todos los pisos fuera menor a la máxima establecida por la Norma COVENIN 17656-2001 en su Capítulo 10, específicamente en la Tabla 10.1 (Ver Figura V.2.4.1)

TABLA 10.1
VALORES LÍMITES DE: $\frac{\delta}{(h_i - h_{i-1})}$

TIPO Y DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	EDIFICACIONES		
	GRUPO A	GRUPO B1	GRUPO B2
Susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.012	0.015	0.018
No susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.016	0.020	0.024

Figura V.2.4.1. Valores máximos de Deriva.

Por ser edificaciones correspondientes al grupo A, el valor de Deriva máxima permitida es de 0,012.

Las Derivas por nivel fueron calculadas de acuerdo a la fórmula 10.1 establecida en la Norma COVENIN 1756-2001 en su Capítulo 10 (Ver Figura V.2.4.2)

10.1 DESPLAZAMIENTOS LATERALES TOTALES

El desplazamiento lateral total Δ_i del nivel i se calculará como:

$$\Delta_i = 0.8 R \Delta_{ei} \tag{10.1}$$

donde:

- R = Factor de reducción dado en el Artículo 6.4, incluidas las eventuales modificaciones establecidas en la Sección 6.4.1.
- Δ_{ei} = Desplazamiento lateral del nivel i calculado para las fuerzas de diseño, suponiendo que la estructura se comporta elásticamente, incluyendo: los efectos traslacionales, de torsión en planta y P- Δ .

Figura V.2.4.2: Fórmula 10.1.

En la Tabla V.2.4.1 se muestran los valores de Deriva obtenidos en cada piso para el Laboratorio de Hidráulica y se verificó si cumple o no con la Deriva máxima permitida por norma. En la Tabla V.2.4.2 se muestran los mismos valores y verificaciones que en la tabla anterior pero para el Instituto de Mecánica de Fluidos.

Tabla V.2.4.1: Deriva. Laboratorio de Hidráulica

Story	X	Y	Z	ELÁSTICA		INELÁSTICA	
				DriftX	DriftY	DriftX	DriftY
TECHO	0,2	0	11	0,011516		0,0092	
TECHO	0	1,65	11		0,002072		0,0017
TECHO	0,2	0	11	0,004635		0,0037	
TECHO	0	1,65	11		0,008414		0,0067
PISO 2	0,2	0	7	0,006648		0,0053	
PISO 2	0	1,65	7		0,001465		0,0012
PISO 2	4,8	23,7	7	0,003827		0,0031	
PISO 2	0	1,65	7		0,008593		0,0069
PISO 1	0	1,85	3	0,000089		0,0001	
PISO 1	0	21,85	3		0,000058		0,0000

PISO 1	0	1,85	3	0,000113		0,0001	
PISO 1	0	21,85	3		0,000323		0,0003

Se puede apreciar en este caso que el valor de la Deriva siempre fue menor al máximo establecido por norma, cumpliéndose esto en todos los pisos y en ambas direcciones principales.

Tabla V.2.4.2. Deriva. Instituto de Mecánica de Fluidos

Story	X	Y	Z	ELÁSTICA		INELÁSTICA	
				DriftX	DriftY	DriftX	DriftY
PISO3	35	23,7	10,8	0,031839		0,0255	
PISO3	0	11,85	10,8		0,001626		0,0013
PISO3	35	23,7	10,8	0,006452		0,0052	
PISO3	35	23,7	10,8		0,012654		0,0101
PISO2	34,3	0	7	0,011676		0,0093	
PISO2	0	16,85	7		0,001689		0,0014
PISO2	34,3	0	7	0,006589		0,0053	
PISO2	35	6,85	7		0,013374		0,0107
PISO1	30	1,85	3	0,006156		0,0049	
PISO1	0	11,85	3		0,001229		0,0010
PISO1	30	1,85	3	0,003202		0,0026	
PISO1	35	1,85	3		0,007403		0,0059

En este caso, en la dirección X en el Piso 3 la Deriva es mayor a la que establece la norma.

V.2.5. Análisis Modal

En las Tablas V.2.5.1 y V.2.5.2 se muestran para ambos modelos el período de cada modo de vibración, la masa participativa para cada modo y la masa participativa acumulada hasta cada uno de estos modos.

La Norma COVENIN 1756-2001 en su Capítulo 9, específicamente en el artículo 9.6.2.1, establece que el número mínimo de modos de vibración es aquel que garantice que la sumatoria de las masas participativas exceda el

noventa por ciento (90%) de la masa total del edificio para cada una de las direcciones de análisis.

Tabla V.2.5.1: Modos de vibración. Laboratorio de Hidráulica

Modo	Periodo	Masa Participativa (%)		Masa Participativa Acumulada (%)	
		X	Y	ΣX	ΣY
1	0,465445	46,1387	0,3661	46,1387	0,3661
2	0,419347	0,5788	32,9235	46,7175	33,2896
3	0,345597	0,0286	17,7051	46,7462	50,9947
4	0,185206	12,0626	0,0059	58,8088	51,0005
5	0,1729	0,0053	4,2647	58,814	55,2653
6	0,139398	0,0477	4,4622	58,8617	59,7275
7	0,040638	0,0866	19,1438	58,9483	78,8713
8	0,035518	0,0059	2,3551	58,9542	81,2265
9	0,032034	0,002	0,0002	58,9562	81,2267
10	0,029684	1,6824	0,4714	60,6386	81,6981
11	0,029376	0,4772	0,31	61,1158	82,0081
12	0,027042	5,2206	8,5697	66,3364	90,5778
13	0,026461	1,9497	7,4767	68,286	98,0545
14	0,02577	6,7321	1,0277	75,0181	99,0822
15	0,024695	24,2796	0,291	99,2977	99,3732
16	0,021523	0,0634	0,0125	99,3611	99,3857

Se observa que con los 3 grados de libertad por nivel la masa participativa no alcanza el 90% requerido por norma, esto debido a la presencia de muros que requieren más grados de libertad para poder alcanzarlos, sin embargo al evaluar la estructura con 16 modos, es en el número quince (15) en que ambas direcciones alcanzan más del 90% establecido; también se está con la presencia de los primeros modos los cuales son rotacionales, debido a la rigidez que brinda el núcleo de muros, los cuales impiden movimientos traslacionales.

Tabla V.2.5.2: Modos de vibración. Instituto de Mecánica de Fluidos

Modo	Periodo	Masa Participativa (%)		Masa Participativa Acumulada (%)	
		X	Y	ΣX	ΣY
1	0,744233	55,1926	0,0024	55,1926	0,0024
2	0,559262	0,0003	37,5175	55,1929	37,5199
3	0,444139	0,0774	34,624	55,2703	72,144
4	0,336888	30,1146	0,0453	85,3849	72,1892
5	0,217461	0,0041	10,64	85,389	82,8293
6	0,188055	0,0183	0,9956	85,4073	83,8249
7	0,145228	14,1144	0,0223	99,5217	83,8472
8	0,114555	0,251	13,4412	99,7727	97,2884
9	0,111527	0,1416	2,6479	99,9142	99,9363

Se puede observar en la Tabla V.2.5.2 que el número mínimo de modos es ocho (8), pues es el primer modo en el que la masa participativa acumulada supera el 90%.

V.2.6. Factor de resistencia de las columnas

En vista de que a los modelos analizados se les definió el armado de las columnas, fue posible realizar una comparación entre las fuerzas que actúan en las columnas y las fuerzas que son capaces de soportar de acuerdo a su geometría y refuerzo de acero. Este factor es arrojado por el programa y para efectos de este trabajo es denominado como Factor de Resistencia de las columnas (Fr).

Cabe destacar que si este factor es mayor a uno (1,000) la columna no es capaz de resistir todas las solicitaciones necesarias, mientras que si es menor a uno (1,000) la columna cuenta con mayor resistencia que la necesaria para soportar las solicitaciones a las que fue sometida.

En las Tablas V.2.6.1 y V.2.6.2 se pueden observar los valores de los Factores de Resistencia en cada entrepiso arrojados por ETABS para el Laboratorio de Hidráulica y el Instituto de Mecánica de Fluidos respectivamente, resaltadas en amarillo aquellas columnas en las que el Fr es

mayor al promedio del edificio y en color verde aquellas que no superan el valor promedio.

Tabla V.2.6.1: Factor de resistencia de columnas. Laboratorio de Hidráulica

FACTOR DE RESISTENCIA DE LAS COLUMNAS					
EDIFICIO LABORATORIO DE HIDRÁULICA					
Planta Baja - Piso 1		Piso 1 - Piso 2		Piso 2 - Techo	
Ubic.	Tipo Columna	Ubic.	Tipo Columna	Ubic.	Tipo Columna
1 - A	1,889	1 - A	3,733	1 - A	2,854
2 - A	1,323	2 - A	2,724	2 - A	5,669
3 - A	0,513	3 - A	---	3 - A	---
4 - A	1,235	4 - A	3,534	4 - A	4,482
5 - A	5,388	5 - A	9,251	5 - A	3,827
1 - B	1,745	1 - B	4,381	1 - B	3,933
2 - B	1,075	2 - B	2,647	2 - B	3,049
3 - B	0,568	3 - B	---	3 - B	---
4 - B	0,971	4 - B	2,634	4 - B	2,751
5 - B	2,411	5 - B	4,966	5 - B	5,624
1 - C	1,483	1 - C	3,491	1 - C	3,829
2 - C	0,518	2 - C	2,477	2 - C	4,842
3 - C	0,442	3 - C	---	3 - C	---
4 - C	0,525	4 - C	2,537	4 - C	4,81
5 - C	1,379	5 - C	4,708	5 - C	5,532
1 - D	1,122	1 - D	3,224	1 - D	3,796
2 - D	0,465	2 - D	2,109	2 - D	4,377
3 - D	0,228	3 - D	---	3 - D	---
4 - D	0,461	4 - D	2,159	4 - D	4,172
5 - D	0,964	5 - D	4,661	5 - D	5,471
1 - E	1,104	1 - E	3,245	1 - E	3,863
2 - E	0,387	2 - E	2,065	2 - E	4,678
3 - E	0,203	3 - E	---	3 - E	---
4 - E	0,388	4 - E	2,098	4 - E	4,134
5 - E	0,777	5 - E	4,612	5 - E	5,446
1 - F	1,487	1 - F	3,553	1 - F	3,669
2 - F	---	2 - F	10,162	2 - F	2,549
3 - F	0,306	3 - F	6,246	3 - F	2,545
4 - F	0,228	4 - F	3,943	4 - F	3,454

5 - F	0,774	5 - F	4,821	5 - F	5,751
1 - G	1,939	1 - G	4,259	1 - G	2,648
2 - G	---	2 - G	8,229	2 - G	2,15
3 - G	0,678	3 - G	7,343	3 - G	2,125
4 - G	0,715	4 - G	3,286	4 - G	2,726
5 - G	1,635	5 - G	4,326	5 - G	4,188

En la tabla pueden observarse los valores para el Laboratorio de Hidráulica de los Factores de Resistencia en cada entrepiso, la cual indica que en el primer entrepiso las columnas tienen Factores de Resistencia mucho menores con respecto a los pisos superiores en la mayoría de las columnas. Esto puede deberse a la presencia de muros en el nivel planta.

Tabla V.2.6.1.1: Factor de resistencia de las columnas resumida. Laboratorio de Hidráulica

PISO 1	
% Mayor a la unidad (1,000)	42%
% Menor a la unidad (1,000)	58%
PISO 2	
% Mayor a la unidad (1,000)	100%
% Menor a la unidad (1,000)	0%
PISO 3	
% Mayor a la unidad (1,000)	100%
% Menor a la unidad (1,000)	0%
TOTAL	
% Mayor a la unidad (1,000)	80%
% Menor a la unidad (1,000)	20%

En el primer piso se contaron 19 columnas con factor de resistencia inferior a uno (1,000), mientras que para los pisos 2 y 3 todas las columnas cuentan con un factor de resistencia superior a la unidad (1,000).

Tabla V.2.6.2: Factor de resistencia de columnas. Instituto de Mecánica de Fluidos

FACTOR DE RESISTENCIA DE LAS COLUMNAS					
EDIFICIO INSTITUTO MECÁNICA DE FLUIDOS					
Planta Baja - Piso 1		Piso 1 - Piso 2		Piso 2 - Techo	
Ubic.	Tipo Columna	Ubic.	Tipo Columna	Ubic.	Tipo Columna
1 - A	6,012	1 - A	5,897	1 - A	9,674
2 - A	5,809	2 - A	7,353	2 - A	9,68
3 - A	10,123	3 - A	10,058	3 - A	8,866
4 - A	6,829	4 - A	7,538	4 - A	8,961
5 - A	5,522	5 - A	5,947	5 - A	9,438
1 - B	3,849	1 - B	6,069	1 - B	6,671
2 - B	7,717	2 - B	8,234	2 - B	17,978
3 - B	13,237	3 - B	10,055	3 - B	15,387
4 - B	8,264	4 - B	8,743	4 - B	17,344
5 - B	3,542	5 - B	5,994	5 - B	5,729
1 - C	3,432	1 - C	5,127	1 - C	6,125
2 - C	4,974	2 - C	7,025	2 - C	6,042
3 - C	---	3 - C	---	3 - C	---
4 - C	4,514	4 - C	6,96	4 - C	5,852
5 - C	3,156	5 - C	5,031	5 - C	5,289
1 - D	3,339	1 - D	4,855	1 - D	6,129
2 - D	4,882	2 - D	6,949	2 - D	6,004
3 - D	---	3 - D	---	3 - D	---
4 - D	4,428	4 - D	6,866	4 - D	5,788
5 - D	3,05	5 - D	4,759	5 - D	5,295
1 - E	3,628	1 - E	5,096	1 - E	6,117
2 - E	4,897	2 - E	6,927	2 - E	5,988
3 - E	---	3 - E	---	3 - E	---
4 - E	4,432	4 - E	6,831	4 - E	5,772
5 - E	3,274	5 - E	5	5 - E	5,285
1 - F	4,313	1 - F	6,132	1 - F	6,228
2 - F	5,303	2 - F	7,183	2 - F	6,121
3 - F	---	3 - F	---	3 - F	---
4 - F	4,981	4 - F	6,974	4 - F	5,921
5 - F	3,838	5 - F	5,953	5 - F	5,375
1 - G	6,328	1 - G	10,024	1 - G	6,294
2 - G	8,16	2 - G	7,21	2 - G	14,537

3 - G	---	3 - G	---	3 - G	---
4 - G	7,986	4 - G	7,083	4 - G	14,608
5 - G	5,912	5 - G	9,836	5 - G	5,506
1 - H	7,957	1 - H	6,918	1 - H	9,253
2 - H	7,656	2 - H	8,382	2 - H	9,597
3 - H	7,513	3 - H	8,441	3 - H	9,579
4 - H	7,619	4 - H	8,351	4 - H	9,997
5 - H	7,891	5 - H	6,953	5 - H	9,587

En este caso puede observarse que todas las columnas tienen factores de resistencia mayores a uno (1,000). En general el Factor de Resistencia de las columnas del Instituto de Mecánica de Fluidos es mayor al de las columnas del Laboratorio de Hidráulica debido a que el primero solo presenta vigas en una dirección (Y) y no posee un núcleo de muros como en el caso del Laboratorio.

Tabla V.2.6.2.1: Factor de resistencia de las columnas resumida. Instituto de Mecánica de Fluidos

PISO 1	
% Mayor a la unidad (1,000)	100%
% Menor a la unidad (1,000)	0%
PISO 2	
% Mayor a la unidad (1,000)	100%
% Menor a la unidad (1,000)	0%
PISO 3	
% Mayor a la unidad (1,000)	100%
% Menor a la unidad (1,000)	0%
TOTAL	
% Mayor a la unidad (1,000)	100%
% Menor a la unidad (1,000)	0%

(Para visualizar los Factores de Resistencia de las columnas por pódico para cada edificación ver Anexos C y D).

V.2.7. Acero longitudinal en las vigas

El análisis realizado a los modelos mediante el programa ETABS v.9 permitió determinar el acero requerido por las vigas para resistir las solicitaciones de diseño.

En las siguientes tablas se presenta una comparación entre las áreas de acero que requieren los elementos de acuerdo al programa para soportar la sollicitación y el acero indicado en los planos.

Para el caso de secciones de viga que resultaban insuficientes el programa reportaba las siglas O/S e indicaba que la cantidad de acero necesaria no es posible colocarla dentro de la sección.

Las secciones que presenten menor área de acero que la calculada son identificadas con la palabra “Falta” acompañada del acero resultante de la diferencia entre el acero calculado y el acero de los planos. Aquellas secciones tomadas de los planos que superen el área de acero calculado por el programa son denotadas con la palabra “Cumple”.

En las Tablas V.2.7.1 y V.2.7.2 se pueden observar los resultados para el Laboratorio de Hidráulica y el Instituto de Mecánica de Fluidos respectivamente.

(Para visualizar la comparación entre las cantidades de acero reportadas por ETABS y las cantidades de acero existentes de acuerdo a la información planimétrica ver Anexos E y F).

Tabla V.2.7.1: Acero longitudinal. Laboratorio de Hidráulica

PISO 1		LABORATORIO DE HIDRÁULICA (dir. Y)					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
A	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,55 cm ²
	1 - 2	Faltan 4,54 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 1,22 cm ²	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	O/S	Cumple	Cumple	Faltan 6,63 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
B	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,13 cm ²
	1 - 2	Faltan 5,43 cm ²	Cumple	Faltan 1,18 cm ²	Faltan 5,04 cm ²	Cumple	Faltan 8,89 cm ²
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,28 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Faltan 3,37 cm ²	Cumple	Faltan 4,99 cm ²	Faltan 11,90 cm ²	Cumple	Faltan 10,89 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
C	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,01 cm ²
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 3,55 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 3,52 cm ²
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
D	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,02 cm ²
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
E	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,02 cm ²
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
F	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,11 cm ²

	1 - 2	Cumple	Faltan 3,73 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	---	---	---	---	---	---
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
G	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,56 cm ²
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	---	---	---	---	---	---
	3 - 4	---	---	---	---	---	---
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Fa	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Aa	4 - 5	Cumple	Cumple	Faltan 5,75 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 2,11 cm ²

PISO 1		LABORATORIO DE HIDRÁULICA (dir. X)					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	A-B	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
2	A-B	Faltan 0,15 cm ²	Cumple	Faltan 0,26 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,23 cm ²	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,38 cm ²	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,35 cm ²	Cumple	Cumple
	F-G	---	---	---	---	---	---
3	A-B	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
4	A-B	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,09 cm ²	Cumple	Cumple

	B-C	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,60 cm ²	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
5	A-B	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 11,52 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 2,67 cm ²

PISO 2		LABORATORIO DE HIDRÁULICA (dir. Y)					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
A	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,11 cm ²
	1 - 2	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 8,82 cm ²	Cumple
	2 - 3	O/S	Faltan 21,98 cm ²	Faltan 4,45 cm ²	Faltan 25,64 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Faltan 8,41 cm ²	Faltan 35,67 cm ²	O/S	Cumple	Cumple	Faltan 43,42 cm ²
	4 - 5	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 1,91 cm ²	O/S
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
B	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,11 cm ²
	1 - 2	O/S	Faltan 11,87 cm ²	O/S	O/S	Faltan 13,75 cm ²	Faltan 6,49 cm ²
	2 - 3	Cumple	Faltan 15,11 cm ²	Faltan 5,94 cm ²	Faltan 9,50 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Faltan 5,94 cm ²	Faltan 17,72 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 13,35 cm ²
	4 - 5	Cumple	Faltan 15,68 cm ²	O/S	Cumple	Faltan 11,89 cm ²	O/S
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
C	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,02 cm ²
	1 - 2	Faltan 30,70 cm ²	Faltan 6,81 cm ²	Cumple	Faltan 28,26 cm ²	Faltan 8,44 cm ²	Faltan 2,38 cm ²
	2 - 3	Cumple	Faltan 8,74 cm ²	Faltan 3,98 cm ²	Faltan 1,00 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Faltan 3,80 cm ²	Faltan 7,57 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,98 cm ²
	4 - 5	Cumple	Faltan 6,20 cm ²	Faltan 29,04 cm ²	Faltan 1,77 cm ²	Faltan 8,34 cm ²	Faltan 27,78 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
D	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,02 cm ²

	1 - 2	Faltan 22,32 cm ²	Faltan 3,20 cm ²	Cumple	Faltan 19,66 cm ²	Faltan 4,77 cm ²	Cumple
	2 - 3	Cumple	Faltan 3,75 cm ²	Faltan 3,14 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Faltan 3,12 cm ²	Faltan 3,15 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Faltan 2,74 cm ²	Faltan 21,01 cm ²	Cumple	Faltan 4,99 cm ²	Faltan 18,98 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
E	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,01 cm ²
	1 - 2	Faltan 17,77 cm ²	Faltan 1,22 cm ²	Cumple	Faltan 14,99 cm ²	Faltan 2,99 cm ²	Cumple
	2 - 3	Cumple	Faltan 0,71 cm ²	Faltan 3,14 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Faltan 3,12 cm ²	Faltan 0,51 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Faltan 0,96 cm ²	Faltan 16,63 cm ²	Cumple	Faltan 3,29 cm ²	Faltan 14,25 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
F	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,63 cm ²
	1 - 2	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S
	2 - 3	O/S	Faltan 0,57 cm ²	O/S	Faltan 23,10 cm ²	Cumple	Faltan 24,07 cm ²
	3 - 4	O/S	Cumple	Cumple	Faltan 19,42 cm ²	Cumple	Faltan 10,29 cm ²
	4 - 5	Cumple	Cumple	Faltan 14,83 cm ²	Faltan 4,63 cm ²	Faltan 0,54 cm ²	Faltan 8,73 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
G	1a-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,38 cm ²
	1 - 2	O/S	Faltan 2,63 cm ²	O/S	O/S	Faltan 6,46 cm ²	O/S
	2 - 3	O/S	Faltan 1,20 cm ²	O/S	O/S	Faltan 3,74 cm ²	O/S
	3 - 4	O/S	Cumple	O/S	Faltan 13,28 cm ²	Cumple	Faltan 8,31 cm ²
	4 - 5	O/S	Cumple	O/S	Cumple	Cumple	Faltan 0,89 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Fa	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Aa	4 - 5	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S
Ga	1 - 2	O/S	Faltan 35,54 cm ²	O/S	O/S	Faltan 36,43 cm ²	O/S

PISO 2		LABORATORIO DE HIDRÁULICA (dir. X)					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	A-B	O/S	Faltan 1,68 cm ²	O/S	O/S	Faltan 4,84 cm ²	O/S
	B-C	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 0,71 cm ²	O/S
	C-D	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 1,10 cm ²	O/S

	D-E	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 0,89 cm ²	O/S
	E-F	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 2,37 cm ²	O/S
	F-G	O/S	Faltan 2,53 cm ²	O/S	O/S	Faltan 4,67 cm ²	O/S
2	A-B	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	B-C	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	C-D	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	D-E	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	E-F	O/S	Faltan 2,23 cm ²	O/S	O/S	Faltan 4,92 cm ²	O/S
	F-G	---	---	---	---	---	---
3	A-B	---	---	---	---	---	---
	B-C	---	---	---	---	---	---
	C-D	---	---	---	---	---	---
	D-E	---	---	---	---	---	---
	E-F	---	---	---	---	---	---
	F-G	O/S	Faltan 12,91 cm ²	O/S	O/S	Faltan 9,59 cm ²	O/S
4	A-B	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	B-C	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	C-D	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	D-E	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	E-F	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	F-G	O/S	Faltan 1,32 cm ²	O/S	O/S	Faltan 2,98 cm ²	O/S
5	A-B	O/S	Faltan 13,03 cm ²	O/S	O/S	Faltan 10,79 cm ²	O/S
	B-C	O/S	Faltan 3,61 cm ²	O/S	Faltan 26,06 cm ²	Faltan 6,09 cm ²	Faltan 26,64 cm ²
	C-D	O/S	Faltan 4,57 cm ²	O/S	Faltan 25,73 cm ²	Faltan 6,25 cm ²	Faltan 26,31 cm ²
	D-E	O/S	Faltan 4,25 cm ²	O/S	Faltan 25,91 cm ²	Faltan 6,06 cm ²	Faltan 26,63 cm ²
	E-F	O/S	Faltan 3,79 cm ²	O/S	Faltan 24,86 cm ²	Faltan 5,60 cm ²	Faltan 23,86 cm ²
	F-G	O/S	Faltan 3,83 cm ²	O/S	Faltan 17,57 cm ²	Faltan 13,04 cm ²	O/S
3a	F-G	O/S	Cumple	Faltan 2,05 cm ²	Faltan 1,92 cm ²	Cumple	Cumple

PISO 3		LABORATORIO DE HIDRÁULICA					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
A	1 - 2	O/S	Cumple	O/S	Faltan 17,17 cm ²	Faltan 1,37 cm ²	Faltan 14,73 cm ²
	2 - 3	Faltan 2,62 cm ²	Faltan 5,65 cm ²	Cumple	Faltan 5,00 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Faltan 4,07	Faltan 2,14	Cumple	Cumple	Faltan 4,81

			cm ²	cm ²			cm ²
	4 - 5	Cumple	Faltan 0,82 cm ²	O/S	Faltan 8,64 cm ²	Faltan 2,46 cm ²	Faltan 18,90 cm ²
B	1 - 2	Faltan 22,14 cm ²	Faltan 0,19 cm ²	Cumple	Faltan 17,58 cm ²	Faltan 1,38 cm ²	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Faltan 0,81 cm ²	Faltan 2,49 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Faltan 0,66 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,33 cm ²
	4 - 5	Cumple	Faltan 0,76 cm ²	Faltan 19,51 cm ²	Cumple	Faltan 2,01 cm ²	Faltan 17,76 cm ²
C	1 - 2	Faltan 15,23 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 12,01 cm ²	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,92 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,92 cm ²
	4 - 5	Cumple	Cumple	Faltan 13,23 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 12,25 cm ²
D	1 - 2	Faltan 10,82 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 7,77 cm ²	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,92 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,92 cm ²
	4 - 5	Cumple	Cumple	Faltan 8,99 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 7,99 cm ²
E	1 - 2	Faltan 11,07 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 7,74 cm ²	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,92 cm ²	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,92 cm ²
	4 - 5	Cumple	Cumple	Faltan 9,15 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 7,89 cm ²
F	1 - 2	Faltan 7,33 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 9,87 cm ²	Cumple	Faltan 2,09 cm ²
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,61 cm ²	Cumple	Faltan 3,36 cm ²
	4 - 5	Cumple	Cumple	Faltan 5,84 cm ²	Faltan 5,82 cm ²	Cumple	Faltan 10,31 cm ²
G	1 - 2	Faltan 1,51 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 4,82 cm ²	Cumple	Faltan 4,51 cm ²
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 1,06 cm ²	Cumple	Faltan 2,10 cm ²
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 3,11 cm ²	Cumple	Faltan 7,71 cm ²
	4 - 5	O/S	Cumple	O/S	Faltan 10,24 cm ²	Cumple	Faltan 12,16 cm ²
F'	4 - 5	O/S	Cumple	O/S	Faltan 1,87 cm ²	Cumple	Faltan 0,80 cm ²
G'	4 - 5	O/S	Cumple	O/S	Faltan 5,07 cm ²	Cumple	Faltan 3,93 cm ²

VERIFICACION DE ACERO LONGITUDINAL VIGAS							
PISO 3		LABORATORIO DE HIDRAULICA					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
5	A-B	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 1,56 cm ²	O/S
	B-C	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	C-D	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	D-E	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	E-F	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	F-G	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 1,77 cm ²	O/S

Tabla V.2.7.2: Acero longitudinal. Instituto de Mecánica de Fluidos

PISO 1		INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
A	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	O/S	Faltan 10,05 cm ²	O/S	O/S	Faltan 14,15 cm ²	O/S
	2 - 3	O/S	Faltan 5,74 cm ²	O/S	Faltan 27,71 cm ²	Faltan 9,43 cm ²	O/S
	3 - 4	O/S	Faltan 2,05 cm ²	O/S	Faltan 31,20 cm ²	Cumple	Faltan 30,47 cm ²
	4 - 5	O/S	Faltan 8,77 cm ²	O/S	Faltan 29,71 cm ²	Faltan 13,28 cm ²	O/S
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
B	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,24 cm ²	Faltan 8,36 cm ²	Faltan 10,23 cm ²
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 13,63 cm ²	Faltan 8,36 cm ²	Faltan 2,84 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
C	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 4,02 cm ²	Faltan 18,32 cm ²	Faltan 33,63 cm ²
	2 - 3	Cumple	Faltan 7,46 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Faltan 5,77 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 33,00 cm ²	Faltan 17,48 cm ²	Faltan 4,05 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
D	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,82 cm ²	Faltan 15,56 cm ²	Faltan 27,08 cm ²

	2 - 3	Cumple	Faltan 6,36 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Faltan 4,81 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 27,16 cm ²	Faltan 14,84 cm ²	Faltan 2,57 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
E	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 5,77 cm ²	Faltan 20,35 cm ²	Faltan 35,39 cm ²
	2 - 3	Cumple	Faltan 6,94 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Faltan 5,09 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 36,54 cm ²	Faltan 19,77 cm ²	Faltan 5,34 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
F	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 8,36 cm ²	Faltan 31,81 cm ²	Faltan 51,49 cm ²
	2 - 3	Cumple	Faltan 19,98 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Faltan 17,79 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 52,87 cm ²	Faltan 31,32 cm ²	Faltan 8,36 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
G	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	O/S	Faltan 18,56 cm ²	Faltan 58,00 cm ²	O/S
	2 - 3	O/S	Faltan 48,69 cm ²	Faltan 1,30 cm ²	Faltan 52,58 cm ²	Faltan 5,56 cm ²	Cumple
	3 - 4	Faltan 0,60 cm ²	Faltan 46,98 cm ²	O/S	Cumple	Faltan 5,13 cm ²	Faltan 51,16 cm ²
	4 - 5	O/S	Cumple	Cumple	O/S	Faltan 59,52 cm ²	Faltan 17,58 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
H	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	O/S	Faltan 14,13 cm ²	O/S	O/S	Faltan 17,20 cm ²	O/S
	2 - 3	O/S	Faltan 9,21 cm ²	O/S	O/S	Faltan 11,22 cm ²	O/S
	3 - 4	O/S	Faltan 8,88 cm ²	O/S	O/S	Faltan 10,98 cm ²	O/S
	4 - 5	O/S	Faltan 17,87 cm ²	O/S	O/S	Faltan 21,65 cm ²	O/S
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
3a	A - B	O/S	Faltan 9,45 cm ²	Faltan 13,24 cm ²	O/S	Faltan 10,40 cm ²	Faltan 14,36 cm ²

PISO 1		INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	A-B	O/S	Faltan 3,92 cm ²	Faltan 9,48 cm ²	O/S	Faltan 6,71 cm ²	Faltan 6,74 cm ²
	B-C	Faltan 1,58 cm ²	Cumple	Faltan 2,43 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,67 cm ²
	C-D	Faltan 2,76 cm ²	Cumple	Faltan 2,80 cm ²	Faltan 1,06 cm ²	Cumple	Faltan 0,83 cm ²
	D-E	Faltan 2,69 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,79 cm ²	Cumple	Faltan 0,91 cm ²
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 2,91 cm ²	Faltan 1,10 cm ²	Cumple	Faltan 0,93 cm ²
	G-H	Faltan 9,92 cm ²	Faltan 1,84 cm ²	O/S	Faltan 6,64 cm ²	Faltan 4,48 cm ²	O/S
1'	G' - H'	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
1''	A-B	Faltan 5,08 cm ²	Cumple	Faltan 2,45 cm ²	Faltan 4,43 cm ²	Faltan 1,93 cm ²	Faltan 0,61 cm ²
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 0,24 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Faltan 0,78 cm ²	Cumple	Faltan 0,82 cm ²	Faltan 0,18 cm ²	Cumple	Cumple
	D-E	Faltan 0,73 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,01 cm ²
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 1,70 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	G-G'	Faltan 1,60 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
1'''	A-B	Faltan 0,44 cm ²	Cumple	Faltan 0,30 cm ²	Faltan 0,73 cm ²	Cumple	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 0,48 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,03 cm ²
	C-D	Faltan 1,10 cm ²	Cumple	Faltan 1,14 cm ²	Faltan 0,73 cm ²	Cumple	Faltan 0,49 cm ²
	D-E	Faltan 1,06 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,51 cm ²	Cumple	Faltan 0,54 cm ²
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 2,82 cm ²	Faltan 0,39 cm ²	Cumple	Faltan 1,18 cm ²
	G-G'	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
1 ^{iv}	A-B	Faltan 0,61 cm ²	Cumple	Faltan 1,81 cm ²	Faltan 0,98 cm ²	Cumple	Cumple
	B-C	Faltan 1,52 cm ²	Cumple	Faltan 2,31 cm ²	Faltan 1,56 cm ²	Cumple	Faltan 1,73 cm ²
	C-D	Faltan 3,02 cm ²	Cumple	Faltan 3,11 cm ²	Faltan 2,61 cm ²	Cumple	Faltan 2,35 cm ²
	D-E	Faltan 2,99 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 2,39 cm ²	Cumple	Faltan 2,39 cm ²
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 0,59 cm ²	Cumple	Faltan 5,47 cm ²	Faltan 2,55 cm ²	Cumple	Faltan 3,74 cm ²
	G-G'	Faltan 2,80 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,57 cm ²	Cumple	Cumple

1 ^v	G' - H'	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
1 ^v	A-B	Faltan 5,48 cm ²	Cumple	Faltan 6,53 cm ²	Faltan 5,36 cm ²	Faltan 1,07 cm ²	Faltan 4,25 cm ²
	B-C	Faltan 5,14 cm ²	Cumple	Faltan 5,77 cm ²	Faltan 5,11 cm ²	Cumple	Faltan 5,15 cm ²
	C-D	Faltan 6,67 cm ²	Cumple	Faltan 6,69 cm ²	Faltan 6,31 cm ²	Cumple	Faltan 5,89 cm ²
	D-E	Faltan 6,59 cm ²	Cumple	Faltan 2,96 cm ²	Faltan 6,01 cm ²	Cumple	Faltan 6,04 cm ²
	E-F	Faltan 2,75 cm ²	Cumple	Faltan 3,14 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 4,18 cm ²	Cumple	Faltan 9,93 cm ²	Faltan 7,16 cm ²	Faltan 1,33 cm ²	Faltan 9,14 cm ²
	G-H	Faltan 8,88 cm ²	Cumple	O/S	Faltan 5,63 cm ²	Faltan 0,07 cm ²	Faltan 13,09 cm ²
G'	1' - 1 ^v	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
H'	1' - 1 ^v	Faltan 0,95 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,00 cm ²	Cumple	Cumple
2	A-B	O/S	Faltan 0,96 cm ²	O/S	O/S	Faltan 3,49 cm ²	O/S
	B-C	O/S	Cumple	O/S	Faltan 14,13 cm ²	Faltan 1,26 cm ²	O/S
	C-D	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 1,44 cm ²	O/S
	D-E	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 1,31 cm ²	O/S
	E-F	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	F-G	O/S	Faltan 1,42 cm ²	O/S	O/S	Faltan 4,08 cm ²	O/S
	G-H	O/S	Faltan 1,87 cm ²	O/S	O/S	Faltan 3,41 cm ²	O/S
2'	A-B	Faltan 3,63 cm ²	Cumple	Faltan 6,04 cm ²	Faltan 3,52 cm ²	Faltan 0,30 cm ²	Faltan 3,50 cm ²
	B-C	Faltan 5,34 cm ²	Cumple	Faltan 5,78 cm ²	Faltan 4,41 cm ²	Cumple	Faltan 5,27 cm ²
	C-D	Faltan 4,63 cm ²	Cumple	Faltan 5,35 cm ²	Faltan 4,49 cm ²	Cumple	Faltan 4,54 cm ²
	D-E	Faltan 5,16 cm ²	Cumple	Faltan 1,43 cm ²	Faltan 4,51 cm ²	Cumple	Faltan 4,43 cm ²
	E-F	Faltan 1,60 cm ²	Cumple	Faltan 1,41 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 2,34 cm ²	Cumple	Faltan 7,02 cm ²	Faltan 5,01 cm ²	Faltan 1,28 cm ²	Faltan 5,55 cm ²
	G-H	Faltan 10,76 cm ²	Cumple	Faltan 4,65 cm ²	Faltan 7,20 cm ²	Faltan 0,91 cm ²	Cumple
2''	A-B	Cumple	Cumple	Faltan 1,27 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	Faltan 3,19 cm ²	Cumple	Faltan 1,57 cm ²	Faltan 1,82 cm ²	Cumple	Faltan 2,35 cm ²
	C-D	Faltan 0,51 cm ²	Cumple	Faltan 0,98 cm ²	Faltan 1,13 cm ²	Cumple	Faltan 1,01 cm ²
	D-E	Faltan 0,95 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 1,04 cm ²	Cumple	Faltan 1,03 cm ²
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 2,49 cm ²	Faltan 1,47 cm ²	Cumple	Faltan 1,90 cm ²
	G-H	Faltan 4,12 cm ²	Cumple	Faltan 1,35 cm ²	Faltan 2,04 cm ²	Cumple	Faltan 1,60 cm ²

2 ^{'''}	A-B	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	Faltan 1,90 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,72 cm ²
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 0,00 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	G-H	Faltan 1,41 cm ²	Cumple	Faltan 1,09 cm ²	Faltan 0,53 cm ²	Cumple	Faltan 0,38 cm ²
2 ^v	A-B	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	Faltan 1,31 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	G-H	Faltan 0,65 cm ²	Cumple	Faltan 4,44 cm ²	Faltan 1,34 cm ²	Cumple	Faltan 2,10 cm ²
3	B-C	Faltan 1,92 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	G-H	Faltan 0,00 cm ²	Cumple	O/S	Faltan 1,66 cm ²	Faltan 0,89 cm ²	Faltan 13,14 cm ²
3'	B-C	Faltan 1,22 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	G-H	Faltan 0,32 cm ²	Cumple	Faltan 4,08 cm ²	Faltan 1,04 cm ²	Cumple	Faltan 1,73 cm ²
3''	B-C	Faltan 1,57 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 0,15 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	G-H	Faltan 0,98 cm ²	Cumple	Faltan 0,76 cm ²	Faltan 0,16 cm ²	Cumple	Faltan 0,01 cm ²
3'''	B-C	Faltan 2,70 cm ²	Cumple	Faltan 0,80 cm ²	Faltan 0,64 cm ²	Cumple	Faltan 0,64 cm ²
	C-D	Faltan 0,31 cm ²	Cumple	Faltan 0,78 cm ²	Faltan 0,86 cm ²	Cumple	Faltan 0,80 cm ²
	D-E	Faltan 0,75	Cumple	Cumple	Faltan 0,78	Cumple	Faltan 0,87

		cm ²			cm ²		cm ²
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 2,50 cm ²	Faltan 1,63 cm ²	Cumple	Faltan 1,84 cm ²
	G-H	Faltan 3,61 cm ²	Cumple	Faltan 0,89 cm ²	Faltan 1,60 cm ²	Cumple	Faltan 1,07 cm ²
3 ^v	B-C	Faltan 4,87 cm ²	Cumple	Faltan 4,65 cm ²	Faltan 3,28 cm ²	Cumple	Faltan 3,33 cm ²
	C-D	Faltan 4,31 cm ²	Cumple	Faltan 4,62 cm ²	Faltan 4,20 cm ²	Cumple	Faltan 3,96 cm ²
	D-E	Faltan 4,82 cm ²	Cumple	Faltan 0,75 cm ²	Faltan 4,23 cm ²	Cumple	Faltan 3,96 cm ²
	E-F	Faltan 1,44 cm ²	Cumple	Faltan 1,12 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 2,12 cm ²	Cumple	Faltan 6,65 cm ²	Faltan 4,95 cm ²	Faltan 1,02 cm ²	Faltan 5,26 cm ²
	G-H	Faltan 9,61 cm ²	Cumple	Faltan 3,83 cm ²	Faltan 6,31 cm ²	Faltan 0,30 cm ²	Faltan 3,95 cm ²
4	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S
	B-C	Faltan 9,71 cm ²	Cumple	O/S	Faltan 11,58 cm ²	Faltan 0,94 cm ²	Faltan 14,05 cm ²
	C-D	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 0,97 cm ²	Faltan 14,42 cm ²
	D-E	O/S	Cumple	O/S	O/S	Faltan 0,97 cm ²	Faltan 14,54 cm ²
	E-F	O/S	Cumple	O/S	O/S	Cumple	O/S
	F-G	O/S	Faltan 1,05 cm ²	O/S	O/S	Faltan 3,60 cm ²	O/S
	G-H	O/S	Faltan 1,38 cm ²	O/S	O/S	Faltan 2,81 cm ²	O/S
4'	A-B	Faltan 5,09 cm ²	Cumple	Faltan 1,54 cm ²	Faltan 5,53 cm ²	Cumple	Faltan 0,44 cm ²
	B-C	Faltan 4,43 cm ²	Cumple	Faltan 5,16 cm ²	Faltan 4,79 cm ²	Cumple	Faltan 5,05 cm ²
	C-D	Faltan 5,23 cm ²	Cumple	Faltan 5,61 cm ²	Faltan 5,67 cm ²	Cumple	Faltan 5,75 cm ²
	D-E	Faltan 5,29 cm ²	Cumple	Faltan 1,68 cm ²	Faltan 5,66 cm ²	Cumple	Faltan 5,97 cm ²
	E-F	Faltan 2,22 cm ²	Cumple	Faltan 2,98 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 3,96 cm ²	Cumple	Faltan 9,02 cm ²	Faltan 7,89 cm ²	Faltan 1,00 cm ²	Faltan 9,30 cm ²
	G-H	Faltan 6,94 cm ²	Cumple	Faltan 4,24 cm ²	Faltan 0,96 cm ²	Cumple	Faltan 0,58 cm ²
4''	A-B	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Faltan 0,70 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,44 cm ²	Cumple	Faltan 2,69 cm ²
	E-F	Faltan 3,62 cm ²	Cumple	Faltan 0,39 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 5,84 cm ²	Cumple	Faltan 5,30 cm ²	Faltan 5,82 cm ²	Cumple	Faltan 5,51 cm ²
	G-H	Faltan 2,46 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

4 ^{III}	A-B	Faltan 1,15 cm ²	Cumple	Faltan 1,34 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	B'-C	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-C'	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D'-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Faltan 2,86 cm ²	Cumple	Faltan 3,09 cm ²	Faltan 0,99 cm ²	Cumple	Faltan 1,40 cm ²
	G - H	Faltan 3,73 cm ²	Cumple	Faltan 1,58 cm ²	Faltan 1,37 cm ²	Cumple	Faltan 1,31 cm ²
4 ^{IV}	A-B	Faltan 1,05 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 3,34 cm ²	Cumple	Faltan 0,28 cm ²
	B-C	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	G - H	Faltan 4,84 cm ²	Cumple	Faltan 5,49 cm ²	Faltan 2,93 cm ²	Faltan 0,49 cm ²	Faltan 4,50 cm ²
B'	4" - 4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
C'	4" - 4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
5	A-B	O/S	Faltan 2,44 cm ²	Faltan 8,24 cm ²	O/S	Faltan 5,20 cm ²	Faltan 5,00 cm ²
	B-C	Faltan 1,84 cm ²	Cumple	Faltan 2,47 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,04 cm ²
	C-D	Faltan 2,86 cm ²	Cumple	Faltan 3,03 cm ²	Faltan 0,40 cm ²	Cumple	Faltan 0,44 cm ²
	D-E	Faltan 3,28 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,70 cm ²	Cumple	Faltan 1,25 cm ²
	E-F	Faltan 1,21 cm ²	Cumple	Faltan 1,89 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 2,11 cm ²	Cumple	Faltan 5,19 cm ²	Faltan 2,70 cm ²	Cumple	Faltan 1,37 cm ²
	G-H	Faltan 10,27 cm ²	Faltan 1,68 cm ²	O/S	Faltan 7,02 cm ²	Faltan 4,71 cm ²	O/S
BC1	2-2'	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
BC2	2-2'	Faltan 0,27 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
BC1	3-4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
BC2	3-4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Faltan 0,15 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
CD1	2-2'	Faltan 0,15 cm ²	Cumple	Faltan 0,04 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
CD2	2-2'	Faltan 0,30 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
CD1	3-4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Faltan 0,13 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
CD2	3-4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Faltan 0,13 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
DE1	2-2'	Faltan 0,24 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
DE2	2-2'	Faltan 0,25 cm ²	Cumple	Faltan 0,10 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
DE1	3-4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Faltan 0,20 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
DE2	3-4 ^{IV}	Faltan 0,05 cm ²	Cumple	Faltan 0,10 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple

EF1	2-2'	Faltan 0,36 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
EF2	2-2'	Faltan 0,26 cm ²	Cumple	Faltan 0,37 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
EF1	3-4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Faltan 0,28 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
EF2	3-4 ^{IV}	Faltan 0,28 cm ²	Cumple	Faltan 0,14 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
FG1	2-2'	Faltan 0,57 cm ²	Faltan 0,06 cm ²	Faltan 0,08 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
FG2	2-2'	Faltan 0,46 cm ²	Faltan 0,47 cm ²	Faltan 1,45 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,85 cm ²
FG1	3-4 ^{IV}	Cumple	Cumple	Faltan 0,45 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
FG2	3-4 ^{IV}	Faltan 1,33 cm ²	Faltan 0,41 cm ²	Faltan 0,40 cm ²	Faltan 0,82 cm ²	Cumple	Cumple
GH1	2-2'	Faltan 0,80 cm ²	Faltan 0,77 cm ²	Faltan 1,23 cm ²	Faltan 0,12 cm ²	Faltan 0,26 cm ²	Faltan 0,68 cm ²
GH2	2-2'	Faltan 1,46 cm ²	Faltan 0,55 cm ²	Faltan 1,36 cm ²	Faltan 0,81 cm ²	Faltan 0,27 cm ²	Faltan 1,21 cm ²
GH1	3-4 ^{IV}	Faltan 1,05 cm ²	Faltan 0,54 cm ²	Faltan 0,60 cm ²	Faltan 0,60 cm ²	Faltan 0,12 cm ²	Cumple
GH2	3-4 ^{IV}	Faltan 1,15 cm ²	Faltan 0,46 cm ²	Faltan 1,41 cm ²	Faltan 1,09 cm ²	Faltan 0,26 cm ²	Faltan 0,82 cm ²

PISO 2		INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS (vigas)					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
A	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	O/S	Faltan 16,84 cm ²	O/S	O/S	Faltan 21,67 cm ²	O/S
	2 - 3	O/S	Faltan 9,19 cm ²	O/S	O/S	Faltan 12,74 cm ²	O/S
	3 - 4	O/S	Faltan 5,01 cm ²	O/S	O/S	Faltan 5,89 cm ²	O/S
	4 - 5	O/S	Faltan 17,13 cm ²	O/S	O/S	Faltan 22,05 cm ²	O/S
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
B	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 6,49 cm ²	Faltan 0,34 cm ²	Faltan 8,36 cm ²
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 8,51 cm ²	Faltan 7,36 cm ²	Faltan 7,48 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
C	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,33 cm ²	Faltan 8,36 cm ²	Faltan 13,63 cm ²

	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 14,11 cm ²	Faltan 8,36 cm ²	Faltan 2,33 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
D	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 0,64 cm ²	Faltan 7,77 cm ²	Faltan 10,74 cm ²
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 10,95 cm ²	Faltan 7,58 cm ²	Faltan 0,65 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
E	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 2,40 cm ²	Faltan 8,36 cm ²	Faltan 12,35 cm ²
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 12,47 cm ²	Faltan 8,36 cm ²	Faltan 2,38 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
F	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 7,15 cm ²	Faltan 10,75 cm ²	Faltan 21,33 cm ²
	2 - 3	Cumple	Faltan 5,22 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Faltan 4,24 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 20,97 cm ²	Faltan 11,14 cm ²	Faltan 7,05 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
G	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	O/S	Faltan 17,18 cm ²	Faltan 53,06 cm ²	O/S
	2 - 3	O/S	Faltan 46,03 cm ²	Faltan 0,47 cm ²	Faltan 54,32 cm ²	Faltan 2,93 cm ²	Cumple
	3 - 4	Faltan 0,47 cm ²	Faltan 44,10 cm ²	O/S	Cumple	Faltan 3,23 cm ²	Faltan 52,45 cm ²
	4 - 5	O/S	Cumple	Cumple	O/S	Faltan 55,00 cm ²	Faltan 17,71 cm ²
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
H	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

	1 - 2	O/S	Faltan 21,04 cm ²	O/S	O/S	Faltan 23,94 cm ²	O/S
	2 - 3	O/S	Faltan 13,54 cm ²	O/S	O/S	Faltan 16,86 cm ²	O/S
	3 - 4	O/S	Faltan 13,23 cm ²	O/S	O/S	Faltan 16,77 cm ²	O/S
	4 - 5	O/S	Faltan 27,03 cm ²	O/S	O/S	Faltan 31,68 cm ²	O/S
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
3b	A - B	O/S	Faltan 25,24 cm ²	O/S	O/S	Faltan 11,95 cm ²	O/S

PISO 2		INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS (nervios)					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S
	B-C	Faltan 1,74 cm ²	Cumple	Faltan 4,73 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 2,42 cm ²
	C-D	Faltan 5,94 cm ²	Cumple	Faltan 5,74 cm ²	Faltan 3,79 cm ²	Cumple	Faltan 3,35 cm ²
	D-E	Faltan 5,68 cm ²	Cumple	Faltan 5,79 cm ²	Faltan 3,32 cm ²	Cumple	Faltan 3,43 cm ²
	E-F	Faltan 5,39 cm ²	Cumple	Faltan 4,95 cm ²	Faltan 3,11 cm ²	Cumple	Faltan 2,63 cm ²
	F-G	Faltan 5,67 cm ²	Cumple	Faltan 5,95 cm ²	Faltan 3,31 cm ²	Cumple	Faltan 3,60 cm ²
	G-H	O/S	Faltan 11,79 cm ²	O/S	O/S	O/S	O/S
1'	G' - H'	Cumple	Faltan 2,04 cm ²	Faltan 2,56 cm ²	Cumple	Faltan 3,17 cm ²	Faltan 3,09 cm ²
1''	A-B	O/S	Faltan 6,68 cm ²	Faltan 6,10 cm ²	O/S	Faltan 9,22 cm ²	Faltan 4,31 cm ²
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 1,34 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,44 cm ²
	C-D	Faltan 2,11 cm ²	Cumple	Faltan 2,04 cm ²	Faltan 1,47 cm ²	Cumple	Faltan 1,04 cm ²
	D-E	Faltan 2,03 cm ²	Cumple	Faltan 2,12 cm ²	Faltan 1,12 cm ²	Cumple	Faltan 1,21 cm ²
	E-F	Faltan 1,85 cm ²	Cumple	Faltan 1,28 cm ²	Faltan 0,96 cm ²	Cumple	Faltan 0,44 cm ²
	F-G	Faltan 2,88 cm ²	Cumple	Faltan 3,73 cm ²	Faltan 0,75 cm ²	Cumple	Faltan 1,84 cm ²
	G-G'	Faltan 7,04 cm ²	Faltan 1,92 cm ²	Cumple	Faltan 5,06 cm ²	Faltan 1,77 cm ²	Cumple
1'''	A-B	Faltan 6,94 cm ²	Faltan 0,77 cm ²	Faltan 1,43 cm ²	Faltan 7,19 cm ²	Faltan 3,51 cm ²	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 0,88 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,09 cm ²
	C-D	Faltan 1,28 cm ²	Cumple	Faltan 1,32 cm ²	Faltan 1,03 cm ²	Cumple	Faltan 0,56 cm ²
	D-E	Faltan 1,36 cm ²	Cumple	Faltan 1,45 cm ²	Faltan 0,73 cm ²	Cumple	Faltan 0,84 cm ²
	E-F	Faltan 1,18 cm ²	Cumple	Faltan 0,50 cm ²	Faltan 0,54 cm ²	Cumple	Cumple

	F-G	Faltan 3,04 cm ²	Cumple	Faltan 4,77 cm ²	Faltan 1,05 cm ²	Cumple	Faltan 3,21 cm ²
	G-G'	Faltan 3,61 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 2,02 cm ²	Cumple	Cumple
1 ^{iv}	A-B	Faltan 6,49 cm ²	Faltan 0,26 cm ²	Faltan 2,39 cm ²	Faltan 6,88 cm ²	Faltan 3,02 cm ²	Faltan 0,22 cm ²
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 1,90 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,94 cm ²
	C-D	Faltan 2,20 cm ²	Cumple	Faltan 2,39 cm ²	Faltan 2,01 cm ²	Cumple	Faltan 1,51 cm ²
	D-E	Faltan 2,42 cm ²	Cumple	Faltan 2,52 cm ²	Faltan 1,74 cm ²	Cumple	Faltan 1,85 cm ²
	E-F	Faltan 2,19 cm ²	Cumple	Faltan 1,40 cm ²	Faltan 1,48 cm ²	Cumple	Faltan 0,89 cm ²
	F-G	Faltan 5,01 cm ²	Cumple	Faltan 7,76 cm ²	Faltan 2,82 cm ²	Cumple	Faltan 6,09 cm ²
	G-G'	Faltan 8,02 cm ²	Faltan 2,97 cm ²	Cumple	Faltan 5,41 cm ²	Faltan 2,40 cm ²	Cumple
1 ^v	G' - H'	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
1 ^{vi}	A-B	O/S	Faltan 4,50 cm ²	Faltan 8,49 cm ²	O/S	Faltan 7,11 cm ²	Faltan 6,08 cm ²
	B-C	Faltan 1,81 cm ²	Cumple	Faltan 4,32 cm ²	Faltan 2,16 cm ²	Cumple	Faltan 3,25 cm ²
	C-D	Faltan 4,88 cm ²	Cumple	Faltan 5,20 cm ²	Faltan 4,67 cm ²	Cumple	Faltan 4,12 cm ²
	D-E	Faltan 5,18 cm ²	Cumple	Faltan 5,33 cm ²	Faltan 4,36 cm ²	Cumple	Faltan 4,51 cm ²
	E-F	Faltan 4,85 cm ²	Cumple	Faltan 4,08 cm ²	Faltan 3,99 cm ²	Cumple	Faltan 3,46 cm ²
	F-G	Faltan 8,73 cm ²	Cumple	O/S	Faltan 7,38 cm ²	Faltan 2,63 cm ²	Faltan 12,07 cm ²
	G-H	O/S	Faltan 5,17 cm ²	O/S	O/S	Faltan 8,08 cm ²	O/S
G'	1' - 1 ^v	Cumple	Faltan 0,20 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,61 cm ²	Cumple
H'	1' - 1 ^v	Faltan 2,43 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 1,38 cm ²	Cumple	Cumple
2	A-B	O/S	Faltan 8,82 cm ²	O/S	O/S	Faltan 11,68 cm ²	O/S
	B-C	Faltan 8,17 cm ²	Cumple	Faltan 11,38 cm ²	Faltan 8,24 cm ²	Faltan 0,56 cm ²	Faltan 10,38 cm ²
	C-D	Faltan 12,09 cm ²	Cumple	O/S	Faltan 11,85 cm ²	Faltan 1,08 cm ²	Faltan 11,36 cm ²
	D-E	Faltan 12,49 cm ²	Cumple	O/S	Faltan 11,55 cm ²	Faltan 0,96 cm ²	Faltan 11,66 cm ²
	E-F	Faltan 12,16 cm ²	Cumple	Faltan 11,20 cm ²	Faltan 11,16 cm ²	Faltan 0,97 cm ²	Faltan 10,51 cm ²
	F-G	O/S	Faltan 3,35 cm ²	O/S	O/S	Faltan 6,10 cm ²	O/S
	G-H	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S
2'	A-B	O/S	Faltan 3,88 cm ²	Faltan 9,29 cm ²	Faltan 12,43 cm ²	Faltan 6,38 cm ²	Faltan 9,33 cm ²
	B-C	Faltan 3,17 cm ²	Cumple	Faltan 3,57 cm ²	Faltan 2,67 cm ²	Cumple	Faltan 3,21 cm ²
	C-D	Faltan 3,52 cm ²	Cumple	Faltan 4,19 cm ²	Faltan 3,45 cm ²	Cumple	Faltan 3,22 cm ²
	D-E	Faltan 4,01 cm ²	Cumple	Faltan 4,11 cm ²	Faltan 3,21 cm ²	Cumple	Faltan 3,28 cm ²
	E-F	Faltan 3,88 cm ²	Cumple	Faltan 2,93 cm ²	Faltan 3,05 cm ²	Cumple	Faltan 2,38 cm ²

	F-G	Faltan 5,69 cm ²	Cumple	Faltan 9,67 cm ²	Faltan 5,47 cm ²	Faltan 1,65 cm ²	Faltan 9,09 cm ²
	G-H	O/S	Faltan 3,64 cm ²	O/S	O/S	Faltan 6,19 cm ²	O/S
2"	A-B	Faltan 5,58 cm ²	Cumple	Faltan 4,85 cm ²	Faltan 6,10 cm ²	Faltan 1,92 cm ²	Faltan 1,55 cm ²
	B-C	Faltan 2,37 cm ²	Cumple	Faltan 0,15 cm ²	Faltan 0,97 cm ²	Cumple	Faltan 0,84 cm ²
	C-D	Cumple	Cumple	Faltan 0,46 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Faltan 0,19 cm ²	Cumple	Faltan 0,34 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Faltan 0,22 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 1,51 cm ²	Cumple	Faltan 4,62 cm ²	Faltan 1,77 cm ²	Cumple	Faltan 4,32 cm ²
	G-H	Faltan 8,09 cm ²	Cumple	Faltan 6,81 cm ²	Faltan 6,36 cm ²	Faltan 1,29 cm ²	Faltan 7,40 cm ²
2'''	A-B	Faltan 6,06 cm ²	Cumple	Faltan 6,01 cm ²	Faltan 6,64 cm ²	Faltan 2,09 cm ²	Faltan 2,29 cm ²
	B-C	Faltan 3,10 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,59 cm ²	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 4,21 cm ²
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 1,48 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 1,31 cm ²
	G-H	Faltan 3,98 cm ²	Cumple	Faltan 6,15 cm ²	Faltan 3,65 cm ²	Faltan 0,94 cm ²	Faltan 5,77 cm ²
2 ^v	A-B	O/S	Faltan 4,96 cm ²	O/S	O/S	Faltan 7,42 cm ²	Faltan 8,98 cm ²
	B-C	Faltan 4,90 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 1,42 cm ²	Cumple	Faltan 0,32 cm ²
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	G-H	Faltan 4,33 cm ²	Faltan 2,94 cm ²	Faltan 11,93 cm ²	Faltan 5,59 cm ²	Faltan 4,24 cm ²	Faltan 9,70 cm ²
3	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S
	B-C	Faltan 11,53 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 6,97 cm ²	Faltan 0,43 cm ²	Faltan 0,93 cm ²
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	G-H	Faltan 4,68 cm ²	Faltan 2,83 cm ²	Faltan 12,15 cm ²	Faltan 5,21 cm ²	Faltan 4,44 cm ²	Faltan 9,51 cm ²
3'	B-C	Faltan 6,00 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 1,74 cm ²	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	G-H	Faltan 4,68 cm ²	Faltan 2,83 cm ²	Faltan 12,15 cm ²	Faltan 5,21 cm ²	Faltan 4,44 cm ²	Faltan 9,51 cm ²
3''	B-C	Faltan 4,22 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 1,11 cm ²	Cumple	Cumple
	C-D	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Cumple	Cumple	Faltan 1,80 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,94 cm ²
	G-H	Faltan 4,24 cm ²	Cumple	Faltan 6,15 cm ²	Faltan 3,08 cm ²	Faltan 1,10 cm ²	Faltan 5,48 cm ²
3'''	B-C	Faltan 3,18 cm ²	Cumple	Faltan 0,39 cm ²	Faltan 1,32 cm ²	Cumple	Faltan 0,08 cm ²
	C-D	Cumple	Cumple	Faltan 0,32 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	Faltan 0,05 cm ²	Cumple	Faltan 0,21 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	Faltan 0,11 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 1,73 cm ²	Cumple	Faltan 4,88 cm ²	Faltan 1,44 cm ²	Cumple	Faltan 3,85 cm ²
	G-H	Faltan 8,18 cm ²	Cumple	Faltan 6,57 cm ²	Faltan 5,57 cm ²	Faltan 1,34 cm ²	Faltan 6,89 cm ²
3 ^{iv}	B-C	Faltan 3,41 cm ²	Cumple	Faltan 3,60 cm ²	Faltan 2,53 cm ²	Cumple	Faltan 2,16 cm ²
	C-D	Faltan 3,26 cm ²	Cumple	Faltan 3,93 cm ²	Faltan 3,16 cm ²	Cumple	Faltan 3,00 cm ²

	D-E	Faltan 3,76 cm ²	Cumple	Faltan 3,86 cm ²	Faltan 2,97 cm ²	Cumple	Faltan 3,06 cm ²
	E-F	Faltan 3,64 cm ²	Cumple	Faltan 2,66 cm ²	Faltan 2,82 cm ²	Cumple	Faltan 2,05 cm ²
	F-G	Faltan 5,76 cm ²	Cumple	Faltan 9,80 cm ²	Faltan 4,98 cm ²	Faltan 1,62 cm ²	Faltan 8,47 cm ²
	G-H	O/S	Faltan 3,04 cm ²	O/S	O/S	Faltan 5,98 cm ²	O/S
4	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 10,92 cm ²	Faltan 6,91 cm ²	Faltan 0,52 cm ²	Faltan 9,83 cm ²
	C-D	Faltan 11,57 cm ²	Cumple	Faltan 12,04 cm ²	Faltan 11,29 cm ²	Faltan 0,89 cm ²	Faltan 10,89 cm ²
	D-E	Faltan 11,99 cm ²	Cumple	Faltan 12,08 cm ²	Faltan 11,03 cm ²	Faltan 0,81 cm ²	Faltan 11,18 cm ²
	E-F	Faltan 11,63 cm ²	Cumple	Faltan 10,58 cm ²	Faltan 10,66 cm ²	Faltan 0,82 cm ²	Faltan 9,87 cm ²
	F-G	O/S	Faltan 3,02 cm ²	O/S	O/S	Faltan 5,84 cm ²	O/S
	G-H	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S
4'	A-B	Faltan 10,06 cm ²	Faltan 7,27 cm ²	O/S	Faltan 10,81 cm ²	Faltan 9,82 cm ²	Faltan 12,93 cm ²
	B-C	Faltan 0,57 cm ²	Cumple	Faltan 4,05 cm ²	Faltan 1,44 cm ²	Cumple	Faltan 2,85 cm ²
	C-D	Faltan 4,54 cm ²	Cumple	Faltan 4,70 cm ²	Faltan 4,24 cm ²	Cumple	Faltan 3,77 cm ²
	D-E	Faltan 4,83 cm ²	Cumple	Faltan 4,93 cm ²	Faltan 3,99 cm ²	Cumple	Faltan 4,17 cm ²
	E-F	Faltan 4,47 cm ²	Cumple	Faltan 3,63 cm ²	Faltan 3,63 cm ²	Cumple	Faltan 3,00 cm ²
	F-G	Faltan 7,91 cm ²	Cumple	Faltan 11,91 cm ²	Faltan 6,63 cm ²	Faltan 2,16 cm ²	Faltan 10,95 cm ²
	G-H	O/S	Faltan 3,22 cm ²	O/S	O/S	Faltan 6,16 cm ²	O/S
4"	A-B	Faltan 7,84 cm ²	Faltan 0,31 cm ²	Faltan 1,40 cm ²	Faltan 8,51 cm ²	Faltan 2,92 cm ²	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 1,73 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 0,66 cm ²
	C-D	Faltan 1,84 cm ²	Cumple	Faltan 1,98 cm ²	Faltan 1,59 cm ²	Cumple	Faltan 1,16 cm ²
	D-E	Faltan 2,05 cm ²	Cumple	Faltan 2,12 cm ²	Faltan 1,36 cm ²	Cumple	Faltan 1,50 cm ²

	E-F	Faltan 1,80 cm ²	Cumple	Faltan 0,98 cm ²	Faltan 1,11 cm ²	Cumple	Faltan 0,46 cm ²
	F-G	Faltan 4,17 cm ²	Cumple	Faltan 6,56 cm ²	Faltan 3,03 cm ²	Cumple	Faltan 5,91 cm ²
	G-H	Faltan 8,89 cm ²	Cumple	Faltan 6,71 cm ²	Faltan 5,52 cm ²	Faltan 1,96 cm ²	Faltan 7,48 cm ²
4 ^{III}	A-B	Faltan 7,30 cm ²	Faltan 0,19 cm ²	Faltan 0,19 cm ²	Faltan 7,83 cm ²	Faltan 2,80 cm ²	Cumple
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 0,58 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Faltan 0,84 cm ²	Cumple	Faltan 0,84 cm ²	Faltan 0,56 cm ²	Cumple	Faltan 0,16 cm ²
	D-E	Faltan 0,89 cm ²	Cumple	Faltan 0,97 cm ²	Faltan 0,29 cm ²	Cumple	Faltan 0,42 cm ²
	E-F	Faltan 0,70 cm ²	Cumple	Faltan 0,00 cm ²	Faltan 0,12 cm ²	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 2,14 cm ²	Cumple	Faltan 3,47 cm ²	Faltan 1,25 cm ²	Cumple	Faltan 2,95 cm ²
	G-H	Faltan 6,87 cm ²	Cumple	Faltan 6,78 cm ²	Faltan 4,09 cm ²	Faltan 2,48 cm ²	Faltan 7,30 cm ²
4 ^{IV}	A-B	O/S	Faltan 4,97 cm ²	Faltan 4,95 cm ²	O/S	Faltan 7,57 cm ²	Faltan 3,59 cm ²
	B-C	Cumple	Cumple	Faltan 0,64 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	Faltan 1,45 cm ²	Cumple	Faltan 1,32 cm ²	Faltan 0,89 cm ²	Cumple	Faltan 0,52 cm ²
	D-E	Faltan 1,30 cm ²	Cumple	Faltan 1,38 cm ²	Faltan 0,53 cm ²	Cumple	Faltan 0,64 cm ²
	E-F	Faltan 1,14 cm ²	Cumple	Faltan 0,54 cm ²	Faltan 0,41 cm ²	Cumple	Cumple
	F-G	Faltan 1,73 cm ²	Cumple	Faltan 2,19 cm ²	Faltan 0,75 cm ²	Cumple	Faltan 1,48 cm ²
	G-H	Faltan 9,88 cm ²	Faltan 5,45 cm ²	O/S	Faltan 7,50 cm ²	Faltan 8,23 cm ²	O/S
5	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	Faltan 13,41 cm ²
	B-C	Faltan 0,94 cm ²	Cumple	Faltan 4,38 cm ²	Cumple	Cumple	Faltan 1,03 cm ²
	C-D	Faltan 5,87 cm ²	Cumple	Faltan 5,59 cm ²	Faltan 2,63 cm ²	Cumple	Faltan 2,25 cm ²
	D-E	Faltan 5,48 cm ²	Cumple	Faltan 5,59 cm ²	Faltan 2,12 cm ²	Cumple	Faltan 2,24 cm ²
	E-F	Faltan 5,27 cm ²	Cumple	Faltan 4,71 cm ²	Faltan 2,01 cm ²	Cumple	Faltan 1,38 cm ²

	F-G	Faltan 5,11 cm ²	Cumple	Faltan 5,17 cm ²	Faltan 1,76 cm ²	Cumple	Faltan 1,81 cm ²
	G-H	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S

PISO 3		INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS (vigas)					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
A	1'-1	O/S	Cumple	Faltan 10,13 cm ²	O/S	Faltan 1,91 cm ²	Faltan 2,19 cm ²
	1 - 2	Faltan 40,94 cm ²	Faltan 11,63 cm ²	Faltan 22,87 cm ²	Faltan 34,30 cm ²	Faltan 11,15 cm ²	Faltan 21,56 cm ²
	2 - 3	Faltan 22,59 cm ²	Faltan 6,48 cm ²	Faltan 27,22 cm ²	Faltan 22,40 cm ²	Faltan 6,48 cm ²	Faltan 24,21 cm ²
	3 - 4	Faltan 19,65 cm ²	Faltan 4,82 cm ²	Faltan 17,05 cm ²	Faltan 17,11 cm ²	Faltan 6,48 cm ²	Faltan 16,80 cm ²
	4 - 5	Faltan 26,43 cm ²	Faltan 10,60 cm ²	Faltan 40,45 cm ²	Faltan 24,36 cm ²	Faltan 10,56 cm ²	Faltan 34,99 cm ²
	5 - 6	Faltan 4,83 cm ²	Faltan 2,81 cm ²	Faltan 3,59 cm ²	Faltan 0,45 cm ²	Cumple	Faltan 3,59 cm ²
B	1'-1	O/S	Cumple	Cumple	O/S	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
C	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
D	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
E	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
F	1'-1	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	1 - 2	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
G	1'-1	O/S	Cumple	Cumple	O/S	Cumple	Cumple
	1 - 2	Faltan 1,89 cm ²	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Faltan 9,37 cm ²
	2 - 3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	Cumple	Cumple	Faltan 0,53 cm ²	Faltan 9,27 cm ²	Cumple	Cumple
	5 - 6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
H	1'-1	O/S	Faltan 3,73 cm ²	Faltan 10,41 cm ²	O/S	Faltan 2,04 cm ²	Faltan 2,32 cm ²
	1 - 2	O/S	Faltan 17,69 cm ²	Faltan 33,75 cm ²	O/S	Faltan 17,48 cm ²	Faltan 36,16 cm ²
	2 - 3	Faltan 28,50 cm ²	Faltan 7,20 cm ²	Faltan 37,09 cm ²	Faltan 31,95 cm ²	Faltan 7,20 cm ²	Faltan 29,91 cm ²
	3 - 4	Faltan 37,54 cm ²	Faltan 7,31 cm ²	Faltan 28,77 cm ²	Faltan 30,09 cm ²	Faltan 7,21 cm ²	Faltan 32,35 cm ²
	4 - 5	Faltan 33,18 cm ²	Faltan 17,06 cm ²	O/S	Faltan 35,37 cm ²	Faltan 17,16 cm ²	Faltan 51,11 cm ²
	5 - 6	Faltan 4,90 cm ²	Faltan 2,88 cm ²	O/S	Faltan 0,45 cm ²	Cumple	O/S

En la Tabla V.2.7.2.1 y V.2.7.2.2 se indica para cada zona de la viga y en cada piso la cantidad y el porcentaje de vigas y nervios que tienen un área de acero suficiente, las que no y las que presentan el mensaje O/S el cual

indica que la cantidad de acero que requiere el elemento no cabe dentro de la sección.

Tabla V.2.7.2.1: Cuadro resumen de la comparación entre el acero colocado y el calculado en las vigas para el Laboratorio de Hidráulica en ambas direcciones

		Dirección X					
		Izquierda		Centro		Derecha	
		Ar.	Ab.	Ar.	Ab.	Ar.	Ab.
Piso 1	Vigas con Acero Suficiente	38	36	40	41	37	29
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	93	88	98	100	90	71
	Vigas con Acero Faltante	3	5	1	0	3	12
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	7	12	2	0	7	29
	Vigas con O/S	0	0	0	0	1	0
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	0	0	0	0	2	0
	Total de Vigas	41	41	41	41	41	41
Piso 2	Vigas con Acero Suficiente	24	26	21	29	23	18
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	53	58	47	64	51	40
	Vigas con Acero Faltante	8	11	23	15	9	20
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	18	24	51	33	20	34
	Vigas con O/S	13	8	1	1	13	7
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	29	18	2	2	29	16
	Total de Vigas	45	45	45	45	45	45
Piso 3	Vigas con Acero Suficiente	18	10	25	26	18	10
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	60	33	83	87	60	33
	Vigas con Acero Faltante	8	20	5	4	7	20
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	27	67	17	13	23	67
	Vigas con O/S	4	0	0	0	5	0
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	13	0	0	0	17	0
	Total de Vigas	30	30	30	30	30	30
Total de toda la estructura	Vigas con Acero Suficiente	80	72	86	96	78	57
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	69	62	74	83	67	49
	Vigas con Acero Faltante	19	36	29	19	19	52
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	16	31	25	16	16	45
	Vigas con O/S	17	8	1	1	19	7
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	15	7	1	1	16	6
	Total de Vigas	116	116	116	116	116	116

		Dirección Y					
		Izquierda		Centro		Derecha	
		Ar.	Ab.	Ar.	Ab.	Ar.	Ab.
Piso 1	Vigas con Acero Suficiente	28	24	29	29	27	28
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	97	83	100	100	93	97
	Vigas con Acero Faltante	1	5	0	0	2	1
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	3	17	0	0	7	3
	Vigas con O/S	0	0	0	0	0	0
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	0	0	0	0	0	0
	Total de Vigas	29	29	29	29	29	29
Piso 2	Vigas con Acero Suficiente	0	0	14	10	0	1
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	0	0	56	40	0	4
	Vigas con Acero Faltante	0	6	11	15	1	4
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	0	24	44	60	4	16
	Vigas con O/S	25	19	0	0	24	20
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	100	76	0	0	96	80
	Total de Vigas	25	25	25	25	25	25
Piso 3	Vigas con Acero Suficiente	0	0	6	4	0	0
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	0	0	100	67	0	0
	Vigas con Acero Faltante	0	0	0	2	0	0
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	0	0	0	33	0	0
	Vigas con O/S	6	6	0	0	6	6
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	100	100	0	0	100	100
	Total de Vigas	6	6	6	6	6	6
Total de toda la estructura	Vigas con Acero Suficiente	28	24	49	43	27	29
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	46	40	82	72	45	48
	Vigas con Acero Faltante	1	11	11	17	3	5
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	2	18	18	28	5	8
	Vigas con O/S	31	25	0	0	30	26
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	52	42	0	0	50	44
	Total de Vigas	60	60	60	60	60	60

Tabla V.2.7.2.2: Cuadro resumen de la comparación entre el acero colocado y el calculado en las vigas y nervios para el Instituto de Mecánica de Fluidos

		Zona de las Vigas					
		Izquierda		Centro		Derecha	
		Ar.	Ab.	Ar.	Ab.	Ar.	Ab.
Piso 1	Vigas con Acero Suficiente	37	27	30	27	37	27
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	76	55	61	55	76	55
	Vigas con Acero Faltante	1	15	19	22	2	14
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	2	31	39	45	4	29
	Vigas con O/S	11	7	0	0	10	8
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	22	14	0	0	20	16
	Total de Vigas	49	49	49	49	49	49
Piso 2	Vigas con Acero Suficiente	36	26	35	25	36	26
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	73	53	71	51	73	53
	Vigas con Acero Faltante	2	13	14	24	2	13
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	4	27	29	49	4	27
	Vigas con O/S	11	10	0	0	11	10
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	22	20	0	0	22	20
	Total de Vigas	49	49	49	49	49	49
Piso 3	Vigas con Acero Suficiente	33	33	37	38	35	35
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	69	69	77	79	73	73
	Vigas con Acero Faltante	10	10	11	10	11	12
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	21	21	23	21	23	25
	Vigas con O/S	5	5	0	0	2	1
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	10	10	0	0	4	2
	Total de Vigas	48	48	48	48	48	48
Total de toda la estructura	Vigas con Acero Suficiente	106	86	102	90	108	88
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente (%)	73	59	70	62	74	60
	Vigas con Acero Faltante	13	38	44	56	15	39
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante (%)	9	26	30	38	10	27
	Vigas con O/S	27	22	0	0	23	19
	Porcentaje de Vigas con O/S (%)	18	15	0	0	16	13
	Total de Vigas	146	146	146	146	146	146

		Zona de las Vigas					
		Izquierda		Centro		Derecha	
		Ar.	Ab.	Ar.	Ab.	Ar.	Ab.
Piso 1	Nervios con Acero Suficiente	60	83	152	137	64	85
	Porcentaje de Nervios con Acero Suficiente (%)	36	49	90	81	38	50
	Nervios con Acero Faltante	94	72	16	31	87	71
	Porcentaje de Nervios con Acero Faltante (%)	56	43	9	4	51	42
	Nervios con O/S	15	14	1	1	18	13
	Porcentaje de Nervios con O/S (%)	9	8	1	1	11	8
	Total de Nervios	169	169	169	169	169	169
Piso 2	Nervios con Acero Suficiente	32	37	114	93	31	40
	Porcentaje de Nervios con Acero Suficiente (%)	22	25	78	63	21	27
	Nervios con Acero Faltante	95	91	26	46	95	92
	Porcentaje de Nervios con Acero Faltante (%)	65	62	18	31	65	63
	Nervios con O/S	20	19	7	8	21	15
	Porcentaje de Nervios con O/S (%)	14	13	5	5	14	10
	Total de Nervios	147	147	147	147	147	147
Total de toda la estructura	Nervios con Acero Suficiente	92	120	266	230	95	125
	Porcentaje de Nervios con Acero Suficiente (%)	29	38	84	73	30	40
	Nervios con Acero Faltante	189	163	42	77	182	163
	Porcentaje de Nervios con Acero Faltante (%)	60	52	13	24	58	52
	Nervios con O/S	35	33	8	9	39	28
	Porcentaje de Nervios con O/S (%)	11	10	3	3	12	9
	Total de Nervios	316	316	316	316	316	316

En las tablas puede notarse que el Laboratorio de Hidráulica cuenta con un 61% de vigas que poseen acero suficiente, mientras que el Instituto de Mecánica de Fluidos posee un 66% de vigas y un 49% de nervios con esta misma condición.

V.2.8. Acero transversal

Para verificar el acero por corte (en términos de la separación de los aceros transversales) se revisó un pórtico por edificación, comparando el acero obtenido en el programa con el acero indicado en los planos.

En las tablas V.2.8.1, V.2.8.2, V.2.8.3 y V.2.8.4 se encuentran las comparaciones y se indica si cumple o no con el acero requerido para soportar las solicitaciones impuestas.

Tabla V.2.8.1: Verificación de acero transversal de las columnas en pórtico 5 (dir X) en el Laboratorio de Hidráulica.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA				
Columna	Nivel	Área de Acero ETABS (cm ² /cm)	Área de Acero real (cm ² /cm)	Revisión
5-A	Piso 1	0,427	0,032	Falta 0,395 cm ² /cm
	Piso 2	O/S	0,032	O/S
	Piso 3	0,198	0,032	Falta 0,166 cm ² /cm
5-B	Piso 1	0,126	0,032	Falta 0,094 cm ² /cm
	Piso 2	0,273	0,032	Falta 0,241 cm ² /cm
	Piso 3	0,308	0,032	Falta 0,276 cm ² /cm
5-C	Piso 1	0,133	0,032	Falta 0,101 cm ² /cm
	Piso 2	0,261	0,032	Falta 0,229 cm ² /cm
	Piso 3	0,305	0,032	Falta 0,273 cm ² /cm
5-D	Piso 1	0,134	0,032	Falta 0,102 cm ² /cm
	Piso 2	0,26	0,032	Falta 0,228 cm ² /cm
	Piso 3	0,304	0,032	Falta 0,272 cm ² /cm
5-E	Piso 1	0,132	0,032	Falta 0,1 cm ² /cm
	Piso 2	0,258	0,032	Falta 0,226 cm ² /cm
	Piso 3	0,303	0,032	Falta 0,271 cm ² /cm
5-F	Piso 1	0,141	0,032	Falta 0,109 cm ² /cm
	Piso 2	0,273	0,032	Falta 0,241 cm ² /cm
	Piso 3	0,317	0,032	Falta 0,285 cm ² /cm
5-G	Piso 1	0,111	0,032	Falta 0,079 cm ² /cm
	Piso 2	0,217	0,032	Falta 0,185 cm ² /cm
	Piso 3	0,227	0,032	Falta 0,195 cm ² /cm

Tabla V.2.8.2: Verificación de acero transversal de las vigas en pórtico 5 (dir X) en el Laboratorio de Hidráulica.

LABORATORIO DE HIDRÁULICA										
PÓRTICO 5		ACERO TRANSVERSAL VIGAS ETABS (cm ² /cm)			ACERO TRANSVERSAL VIGAS REAL (cm ² /cm)			CUMPLIMIENTO CON CANTIDAD MINIMA DE ACERO TRANSVERSAL		
NIVEL	Eje Transv.	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	A-B	0,129	O/S	O/S	0,142	0,142	0,142	Cumple	O/S	O/S
	B-C	0,149	0,12	0,147	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,29 cm ²	Cumple	Faltan 0,29 cm ²
	C-D	0,154	0,123	0,152	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,30 cm ²	Cumple	Faltan 0,29 cm ²
	D-E	0,154	0,125	0,151	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,30 cm ²	Cumple	Faltan 0,29 cm ²
	E-F	0,15	0,116	0,151	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,29 cm ²	Cumple	Faltan 0,29 cm ²
	F-G	0,228	0,143	0,234	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,37 cm ²	Faltan 0,29 cm ²	Faltan 0,38 cm ²
2	A-B	0,000	0,000	0,000	0,142	0,142	0,142	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	0,000	0,000	0,000	0,142	0,142	0,142	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	0,000	0,000	0,000	0,142	0,142	0,142	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	0,000	0,000	0,000	0,142	0,142	0,142	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	0,000	0,000	0,000	0,142	0,142	0,142	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	0,000	0,000	0,000	0,142	0,142	0,142	Cumple	Cumple	Cumple
3	A-B	0,000	0,000	0,000	0,079	0,079	0,079	Cumple	Cumple	Cumple
	B-C	0,000	0,000	0,000	0,079	0,079	0,079	Cumple	Cumple	Cumple
	C-D	0,000	0,000	0,000	0,079	0,079	0,079	Cumple	Cumple	Cumple
	D-E	0,000	0,000	0,000	0,079	0,079	0,079	Cumple	Cumple	Cumple
	E-F	0,000	0,000	0,000	0,079	0,079	0,079	Cumple	Cumple	Cumple
	F-G	0,000	0,000	0,000	0,079	0,079	0,079	Cumple	Cumple	Cumple

Tabla V.2.8.3: Verificación de acero transversal de las columnas en pórtico D (dir Y) en el Instituto de Mecánica de Fluidos.

INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS				
Columna	Nivel	Área de Acero ETABS (cm ² /cm)	Área de Acero real (cm ² /cm)	Revisión
1-D	Piso 1	0,144	0,022	Falta 0,122 cm ² /cm
	Piso 2	0,136	0,022	Falta 0,114 cm ² /cm
	Piso 3	0,282	0,022	Falta 0,26 cm ² /cm
2-D	Piso 1	0,49	0,022	Falta 0,468 cm ² /cm
	Piso 2	0,458	0,022	Falta 0,436 cm ² /cm
	Piso 3	0,232	0,022	Falta 0,21 cm ² /cm
3-D	Piso 1	---	---	---
	Piso 2	---	---	---
	Piso 3	---	---	---
4-D	Piso 1	0,425	0,022	Falta 0,403 cm ² /cm
	Piso 2	0,449	0,022	Falta 0,427 cm ² /cm
	Piso 3	0,16	0,022	Falta 0,138 cm ² /cm
5-D	Piso 1	0,13	0,022	Falta 0,108 cm ² /cm
	Piso 2	0,131	0,022	Falta 0,109 cm ² /cm
	Piso 3	0,204	0,022	Falta 0,182 cm ² /cm

Tabla V.2.8.4: Verificación de acero transversal de las vigas en pórtico D en el Instituto de Mecánica de Fluidos.

INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS										
PÓRTICO D		ACERO TRANSVERSAL VIGAS ETABS (cm ² /cm)			ACERO TRANSVERSAL VIGAS REAL (cm ² /cm)			CUMPLIMIENTO CON CANTIDAD MINIMA DE ACERO TRANSVERSAL		
Nivel	Tramo	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	1'-1	O/S	O/S	0,000	0,071	0,071	0,071	O/S	O/S	Cumple
	1 - 2	0,375	O/S	O/S	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,52 cm ²	O/S	O/S
	2 - 3	O/S	O/S	0,322	0,142	0,142	0,142	O/S	O/S	Faltan 0,46 cm ²
	3 - 4	0,311	O/S	O/S	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,45 cm ²	O/S	O/S
	4 - 5	O/S	O/S	0,350	0,142	0,142	0,142	O/S	O/S	Faltan 0,49 cm ²
	5 - 6	0,000	O/S	O/S	0,071	0,071	0,071	Cumple	O/S	O/S
2	1'-1	O/S	O/S	0,000	0,071	0,071	0,071	O/S	O/S	Cumple
	1 - 2	0,343	0,387	O/S	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,49 cm ²	Faltan 0,53 cm ²	O/S
	2 - 3	O/S	O/S	0,264	0,142	0,142	0,142	O/S	O/S	Faltan 0,41 cm ²
	3 - 4	0,262	O/S	O/S	0,142	0,142	0,142	Faltan 0,40 cm ²	O/S	O/S
	4 - 5	O/S	0,390	0,342	0,142	0,142	0,142	O/S	Faltan 0,53 cm ²	Faltan 0,48 cm ²

	5 -6	0,000	O/S	O/S	0,071	0,071	0,071	Cumple	O/S	O/S
3	1'-1	O/S	O/S	O/S	0,071	0,071	0,071	O/S	O/S	O/S
	1 - 2	O/S	O/S	O/S	0,071	0,071	0,071	O/S	O/S	O/S
	2 - 3	0,000	0,000	0,000	0,071	0,071	0,071	Cumple	Cumple	Cumple
	3 - 4	0,000	0,000	0,000	0,071	0,071	0,071	Cumple	Cumple	Cumple
	4 - 5	0,130	0,105	0,100	0,071	0,071	0,071	Faltan 0,20 cm ²	Faltan 0,18 cm ²	Faltan 0,17 cm ²
	5 -6	O/S	O/S	O/S	0,071	0,071	0,071	O/S	O/S	O/S

Mediante esta revisión se pudo constatar que algunas vigas en ambos edificios cumplen con el acero de corte requerido; en aquellas con valores de acero requerido cero (0), el corte está siendo resistido por el concreto. Por otra parte las que arrojan las siglas O/S indican que la combinación de corte y torsión exceden el máximo permitido.

Para el caso de las columnas ninguna cumple con el acero requerido para soportar las solicitaciones a las cuales están sometidas.

V.2.9. Verificación de los Muros Estructurales

En vista de no disponer de los planos de detallado de los aceros en los muros estructurales, ni de poder determinar mediante el Ferroskan el diámetro de las barras, se empleó la información geométrica encontrada en los planos de planta y corte del Laboratorio de Hidráulica, pero no se pudo comparar la cuantía de acero que calculó el programa con la real. (Ver Anexo G)

A manera de resumen, los muros estructurales fueron considerados para el modelaje de la estructura y así calcular el comportamiento de la misma en general, mas no se pudo chequear si los mismos cuentan con el acero necesario para soportar las solicitaciones a las que puedan estar sometidos.

Es importante destacar que al diseñar los muros fue chequeado que cumplieran con los criterios mínimos establecidos en la norma ACI-2005 para

este tipo de elementos estructurales y ninguno de ellos presentó algún problema al realizar el diseño mediante el programa ETABS v.9.

Fue verificado si los muros cuentan con las dimensiones mínimas establecidas por la Fondonorma 1753-2006 pues era la única información con la que se disponía. A continuación se presenta esta información para cada uno de los muros.

Espesor mínimo establecido en el artículo 14.2.1 de la Fondonorma 1753-2006:

- 10 cm
- El menor entre $L_n/25$ y $L_w/25$

V.2.9.1 Muro de 30 cm de espesor, largo 4,60 m y altura 5,9 m (pórticos G, entre ejes 2 y 3)

- $L_n/25 = 460/25 = 18,4$ cm
- $L_w/25 = 590/25 = 23,6$ cm
- 10 cm

El espesor es mayor a 23,6 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la Norma.

V.2.9.2 Muro de 30 cm de espesor, largo 4,60 m y altura 1,5 m (pórticos 2 y 4 entre ejes C y F y pórtico C entre ejes 2 y 4)

- $L_n/25 = 460/25 = 18,4$ cm
- $L_w/25 = 150/25 = 6$ cm
- 10 cm

El espesor es mayor a 10 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la Norma.

V.2.9.3 Muro de 30 cm de espesor, largo 2,85 m y altura 1,5 m (pórticos F, entre ejes 2 y 3)

- $L_n/25 = 285/25 = 11,4$ cm
- $L_w/25 = 150/25 = 6$ cm
- 10 cm

El espesor es mayor a 10 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la norma.

V.2.9.4 Muro de 30 cm de espesor, largo 1,75 m y altura 3 m (pórtico F, entre ejes 2 y 3)

- $L_n/25 = 175/25 = 7$ cm
- $L_w/25 = 300/25 = 12$ cm
- 10 cm

El espesor es mayor a 10 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la norma.

V.2.9.5 Muro de 30 cm de espesor, largo 4,6 m y altura 1,90 m (pórtico 2, entre ejes F y G)

- $L_n/25 = 460/25 = 18,4$ cm
- $L_w/25 = 190/25 = 7,6$ cm
- 10 cm

El espesor es mayor a 10 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la Norma.

V.2.9.6 Muro de 20 cm de espesor, largo 1,75 m y altura 1,90 m (pórtico G, entre ejes 2 y 3)

- $L_n/25 = 175/25 = 7$ cm
- $L_w/25 = 190/25 = 7,6$ cm
- 10 cm

El espesor es mayor a 10 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la Norma.

V.2.9.5 Muro de 30 cm de espesor, largo 2,85 m y altura 1,90 m (pórtico G, entre ejes 2 y 3)

- $L_n/25 = 285/25 = 11,4$ cm
- $L_w/25 = 190/25 = 7,6$ cm
- 10 cm

El espesor es mayor a 10 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la Norma.

Por otra parte, fue constatado que el espesor de las vigas que se apoyan en los muros es superior a los espesores de los mismos, cumpliendo así con el artículo 14.2.2 de la Fondonorma 1753-2006 “Arriostramiento Lateral de Muros”.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó la evaluación de los edificios que sirven de sede al Laboratorio de Hidráulica y del Instituto de Mecánica de Fluidos aplicando el protocolo establecido por trabajos de investigación anteriores de la misma línea de investigación del Departamento de Ingeniería Estructural. Para ello se recopiló la información planimétrica, se llevó a cabo un levantamiento de daños, se recalculó la estructura mediante el programa ETABS v.9 y se presentaron los resultados de la verificación de las áreas de acero para vigas, el Factor de Resistencia (F_r) de las columnas, el acero transversal en vigas y columnas para pórticos determinados y la verificación de los muros estructurales. A continuación se presentan las conclusiones más relevantes encontradas durante el desarrollo de este trabajo especial de grado.

Se pudo identificar que en el año 2004 se realizó una construcción y dotación de aproximadamente 80 m² de nuevas oficinas y remodelación de espacios en el Instituto de Mecánica de Fluidos que contribuyó a una variación de las cargas que actúan sobre los elementos estructurales. Sin embargo se desconoce si estas cargas son superiores o inferiores a aquellas contempladas en el diseño original. Adicional a esto, algunas áreas de las edificaciones no poseen el uso que estaba previsto según la información planimétrica.

Se pudo observar que las edificaciones en su interior presentan muy pocos daños, sólo se destaca la presencia de carbonatación en las losas en zonas donde se encuentran tuberías provenientes de los equipos. Por el contrario, el exterior de las estructuras se encuentra en un estado deterioro progresivo por la falta de mantenimiento.

En las mediciones realizadas a vigas y columnas se comprobó que las dimensiones de los elementos estructurales poseen una pequeña variación con respecto a lo reflejado en los planos suministrados por la Casona Ibarra.

En las pruebas realizadas con el Ferroskan a las vigas y columnas se comprobó que estos elementos estructurales no presentan variaciones representativas entre el proyecto original y lo construido.

Por otra parte, para la determinación de los aceros transversales con el Ferroskan, tanto para las vigas como para las columnas, no existe un confinamiento en las cercanías del núcleo lo que indica que el acero transversal en estos elementos es insuficiente de acuerdo a las Normas venezolanas vigentes.

El centro de masa de cada piso no se encuentra muy alejado del centro de rigidez, esto se observa tanto para el Instituto de Mecánica de Fluidos, como para el Laboratorio de Hidráulica.

El valor máximo de Deriva contemplado en la Norma COVENIN 1756-2001 fue cumplido totalmente en el modelo del Laboratorio de Hidráulica, pues en ningún piso la Deriva sobrepasó este valor. Para el Piso 3 del Instituto de Mecánica de Fluidos el valor máximo es superado, incumpliendo así la Norma correspondiente.

Cabe destacar que los niveles en las losas en ambos edificios se encuentran a la misma altura exceptuando el techo que en el Laboratorio de Hidráulica tiene un nivel de entrepiso de 4 m mientras que para el Instituto de Mecánica de Fluidos posee un nivel de entrepiso de 3.80 m, por lo que sería recomendable revisar un posible efecto de golpeteo en vigas, columnas y mampostería.

El modelo del Instituto de Mecánica de Fluidos alcanzó el 90% de la masa participativa requerida por Norma en su modo de vibración ocho (8), sin embargo el modelo del Laboratorio de Hidráulica no alcanzó dicha cifra en el número de modos de vibración máximos definidos por Norma, esto debido a la presencia de un núcleo de muros que conforman el estanque de planta baja, que requieren de la definición de una cantidad de modos de vibración mayor.

Por este motivo fueron definidos 16 modos de vibración, alcanzando así más del 90% de la masa participativa en su modo de vibración número 15.

La verificación del Factor de Resistencia (F_r) de las columnas para el Instituto de Mecánica de Fluidos muestra que ninguna columna posee la resistencia necesaria para soportar las solicitaciones a las que pueda estar sometida. Las variaciones de este factor por nivel se deben a los usos de cada área que determinan las cargas que actúan sobre las mismas. Para el caso del Laboratorio de Hidráulica existen 19 columnas ubicadas en planta que resisten las solicitaciones a las que son sometidas, el resto de las columnas presentan Factores de Resistencia superiores a uno (1,000). Para ambos edificios las columnas más comprometidas son aquellas en las que se encuentran elementos de gran peso como por el ejemplo en el Laboratorio de Hidráulica se encuentra un estanque de nivel constante de grandes dimensiones y en el caso del Instituto de Mecánica de Fluidos que cuenta con varios depósitos y una biblioteca en su último nivel en donde las consideraciones de carga son elevadas.

Por otra parte se determinó que en el Laboratorio de Hidráulica un 19% de las vigas verificadas presenta falta de acero y un 20% requiere de un área de acero que no es posible colocar dentro de la sección, al menos en una de las zonas evaluadas de cada una de ellas. En el caso del Instituto de Mecánica de Fluidos presenta un 23% de vigas y un 43% de nervios con acero faltante, además de un 10% de vigas y un 8% de nervios que requieren de un área de acero que no puede ser colocado dentro de la sección en al menos una de las zonas evaluadas.

Adicionalmente al protocolo seguido por otros Trabajos Especiales de Grado de la misma línea de investigación, fue verificado el acero transversal en el pórtico 5 del Laboratorio de Hidráulica y en el pórtico D del Instituto de Mecánica de Fluidos mediante una comparación entre los planos originales y los resultados obtenidos por el programa estructural, obteniendo como resultado un incumplimiento de las columnas para soportar las solicitaciones a

las cuales están sometidas, esto debido a que la mayoría de las columnas poseen ligaduras de $\frac{1}{4}$ " incumpliendo con el artículo 7.5.2.a de la Fondonorma 1753-2006, donde establece que el diámetro mínimo para ligaduras es de $\frac{3}{8}$ " cuando el acero longitudinal cuenta con barras Número 10 o menos. Para el caso de las vigas presentes en el Laboratorio de Hidráulica en el pórtico analizado todas cumplieron, mientras que para el Instituto de Mecánica de Fluidos existen tramos de vigas que no soportaron las solicitaciones impuestas. Además de ello mediante el ensayo con el Ferroskan y los planos originales se constató que tanto las vigas como las columnas no cumplen con la distancia mínima para la zona de confinamiento establecida en la Fondonorma 1753-2006 en su Capítulo 12, donde se establece que la zona de confinamiento debe tener como mínimo un cuarto de la luz libre del elemento.

Los muros estructurales ubicados en el Laboratorio de Hidráulica fueron chequeados por el programa y se corroboró que para su geometría los mismos pueden resistir las demandas de resistencia impuestas en las normas que fueron empleadas para los modelos.

Los resultados del recálculo de las estructuras indican que las mismas no cumplen con los requerimientos mínimos exigidos por las Normas vigentes en el país.

Se recomienda que se ejecute un proyecto de adecuación o refuerzo estructural a ambos edificios, tomando en cuenta los lineamientos establecidos por la COPRED, pues es un edificio de carácter patrimonial.

El uso de programas de cálculo estructural requiere de responsabilidad y experiencia pues la entrada de datos juega un papel primordial para la veracidad e interpretación de los resultados arrojados por el programa.

REFERENCIAS

1. Abadías, P. y Carmona E. (2010). Análisis de la rehabilitación de fachadas desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales. Proyecto final de grado. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. Consultado el 5 de noviembre desde <http://bit.ly/17G40ql>.
 2. Asociación Española de Ensayos No Destructivos. (2002) ¿Qué son los ensayos no destructivos? Consultado el 10 de Julio del 2013 desde <http://bit.ly/1hUrJen>.
 3. Astorga, A. (2009). Patologías en las Edificaciones (Módulo III – Sección IV). Consultado el 5 de Noviembre del 2013 desde <http://bit.ly/1cUDptX>.
 4. Bacci, M. (2013). El Patrimonio y la arquitectura de la Ciudad Universitaria de Caracas, campus principal de la Universidad Central de Venezuela. Consultado el 5 de Julio del 2013 desde <http://bit.ly/1dVADZ5>.
 5. Comercializadora Tudor. (S/F). PS 200 Ferroscon. Consultado el 10 de Julio desde <http://bit.ly/1c7hf6M>.
 6. Facultad de Ingeniería UCV. (S/F). Memorias de la Facultad de Ingeniería. Años 1954-55, 1955-56, 1956-57.
 7. FONDONORMA. (2006). Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural FONDONORMA 1753:2001.
 8. Gonzáles, M. (1991). Ataque Químico al Concreto. Exposición en el ciclo organizado por el ACI, Capítulo Peruano sobre Corrosión en Estructuras de Concreto. Consultado el 4 de Noviembre del 2013 desde <http://bit.ly/1hkW2gz>.
 9. Hernández, E. (S/F). E T A B S: Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (*Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones*). Consultado el 12 de octubre del 2013 desde <http://bit.ly/17G4BOZ>.
-

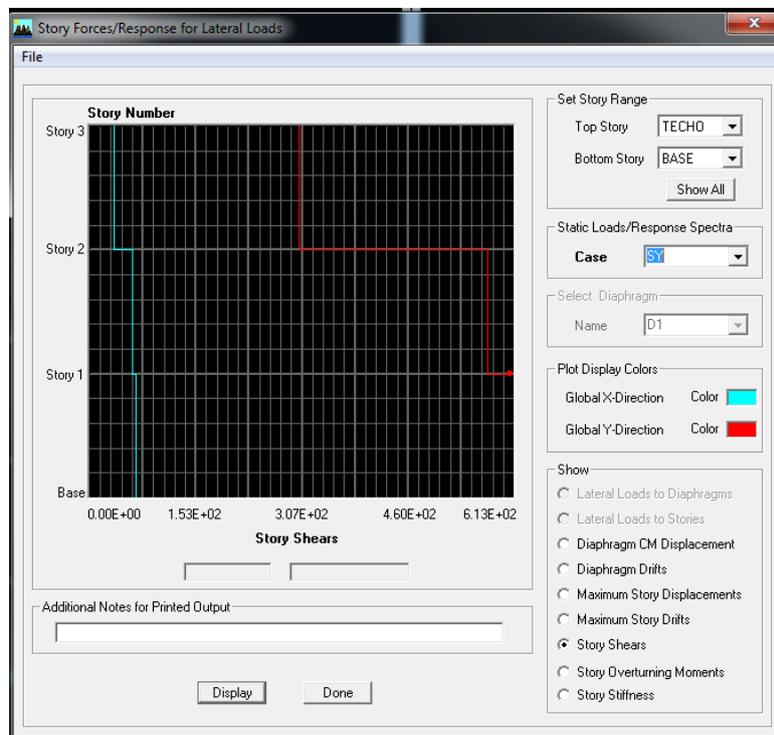
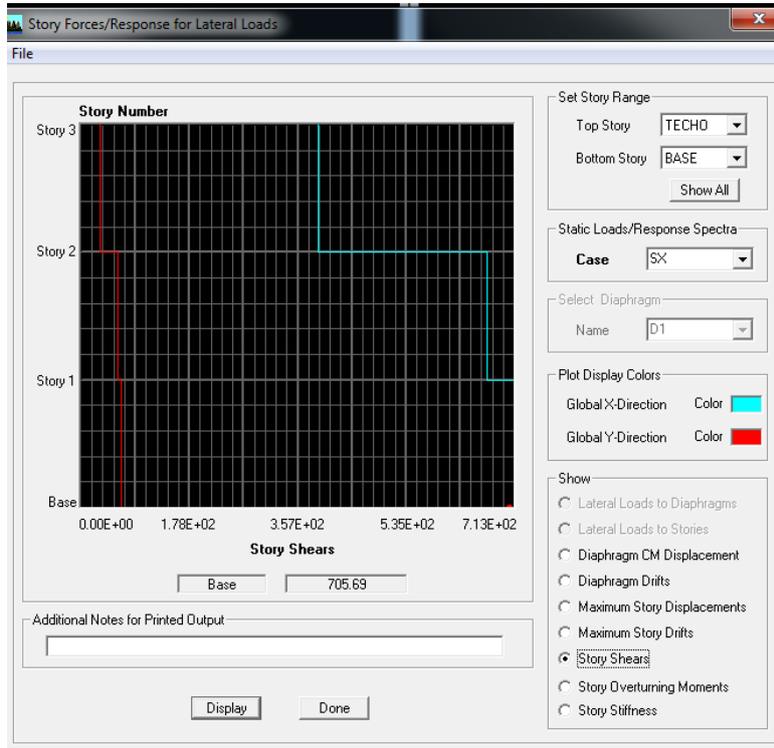
10. ICOMOS. (1999). Informe de Evaluación para la propuesta de inscripción de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial ante la UNESCO. Consultado el 8 de Noviembre del 2013 desde <http://bit.ly/180uvYb>.
 11. Instituto de Mecánica de Fluidos (IMF) – UCV. (S/F). Conociendo al IMF. Consultado el 4 de Julio del 2013 desde <http://bit.ly/196Q7Sf>.
 12. Jaua M. (1999). Expediente de Postulación de la Ciudad Universitaria de Caracas a la lista de Patrimonio Mundial. Proyecto Ciudad Universitaria de Caracas-Patrimonio. Consultado el 3 de Julio del 2013 desde <http://bit.ly/180uvYb>.
 13. Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España. (S/F). Patrimonio Mundial UNESCO. Inscripción en la Lista de Patrimonio Mundial. Consultado el 8 de Noviembre del 2013 desde <http://bit.ly/1iSXwtO>.
 14. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios e Instalaciones Industriales. (1945). Normas Para la Construcción de Edificios 1945.
 15. Montani, R. (2000). La carbonatación, enemigo olvidado del concreto. Consultado el 4 de Noviembre del 2013 desde <http://bit.ly/1hkVFCH>.
 16. Prieto, M. y Barros, J. (2009) Evaluación estructural de los edificios patrimoniales Escuela Luis Razetti y Ambulatorio de la Ciudad Universitaria de Caracas. Trabajo de grado no publicado para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Central de Venezuela.
 17. Nunes, Vasco. (2008) Evaluación estructural del edificio sede principal de la Facultad de Ciencias Económicas y sociales de la Ciudad Universitaria de Caracas. Trabajo de grado no publicado para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Central de Venezuela.
 18. Acero, M. y Dominguez, J. (2005). Estudio geológico-geotécnico y evaluación de las condiciones del terreno que constituye el campus de la
-

- Ciudad Universitaria de Caracas (CUC). Trabajo no publicado para optar por el Título de Ingeniero en Geología. Universidad Central de Venezuela.
19. UNESCO. (S/F). Introducing UNESCO. What we are. Consultado el 8 de Noviembre del 2013 desde <http://bit.ly/dcouBA>.
20. UNESCO. (S/F). The Organization's history. Consultado el 8 de Julio del 2013 desde <http://bit.ly/bdNrbl>.
21. Universidad Central de Venezuela (1999). COPRED. Programas y proyectos. Consultado el 4 de Julio del 2013 desde <http://bit.ly/1fqgWzN>.
22. Universidad Central de Venezuela (1999). Expediente N° C-986. Informe presentado por la Universidad Central de Venezuela ante la UNESCO con motivo de la solicitud de Declaratoria de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio de la Humanidad. Consultado el 9 de Noviembre del 2013 desde <http://bit.ly/17TkTSx>.
23. Universidad Central de Venezuela (1999). La Ciudad Universitaria de Caracas – CUC. Consultado el 3 de Julio del 2013 desde <http://bit.ly/YJyMd8>.
24. Universidad Central de Venezuela. (2009). Reseña Histórica de la UCV. Consultado el 2 de Julio del 2013 desde <http://bit.ly/g3r48G>.
25. UCV Noticias (2012). 12 años de la Declaración de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial. Consultado el 24 de Noviembre del 2014 desde <http://bit.ly/1tqHbRO>.
26. PEMECO Industrial Supplies (S/F). PS 200 Ferrosan System. Consultado el 24 de Noviembre del 2014 desde <http://bit.ly/1FIBb5e>.
27. IIHR—Hydroscience & Engineering (2013). Fluids Lab. Consultado el 24 de Noviembre del 2014 desde <http://bit.ly/1rIVw2g>.
-

ANEXOS

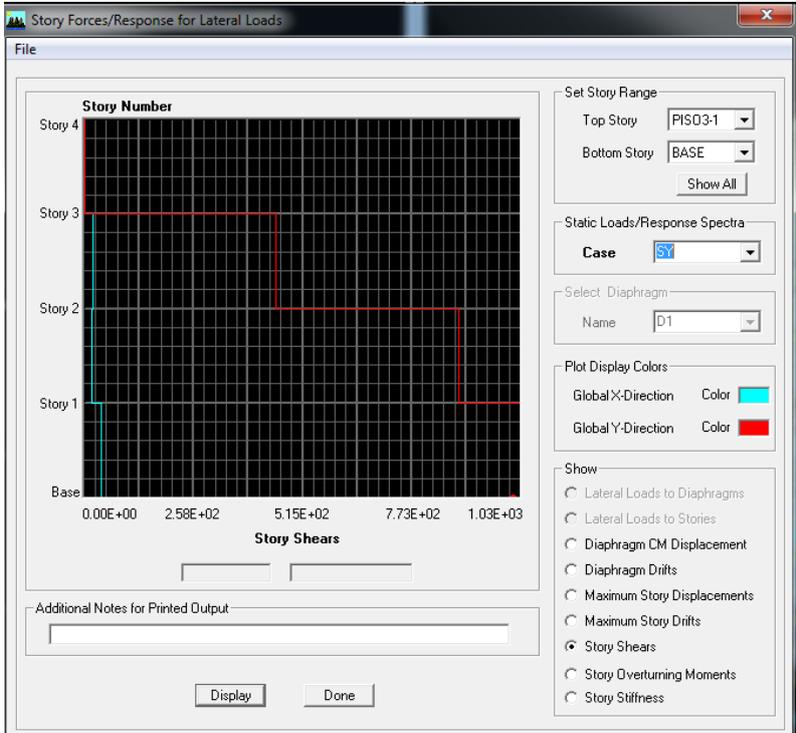
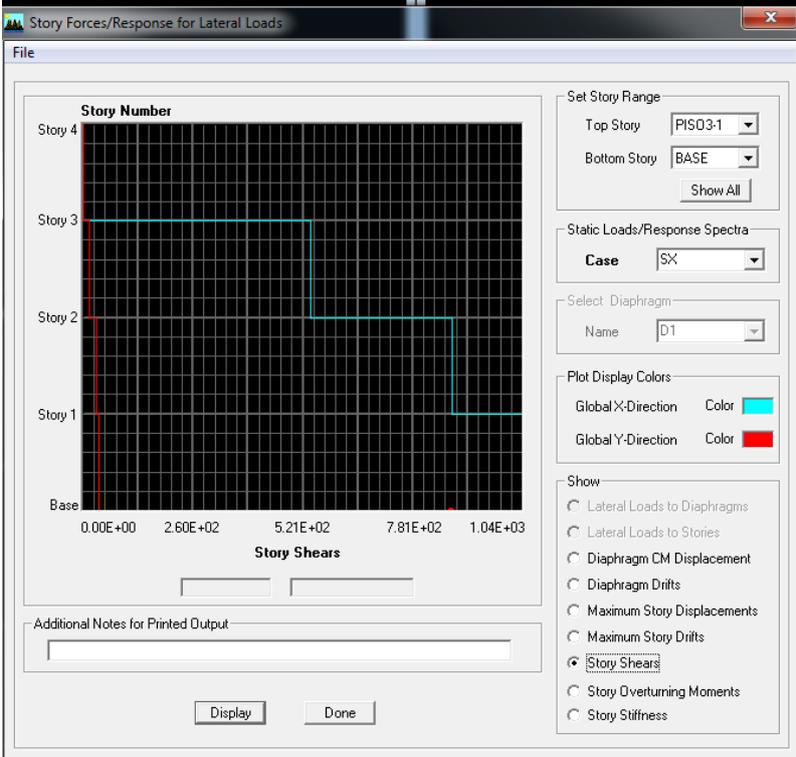
ANEXO A

Gráficos del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Laboratorio de Hidráulica en ambas direcciones principales.



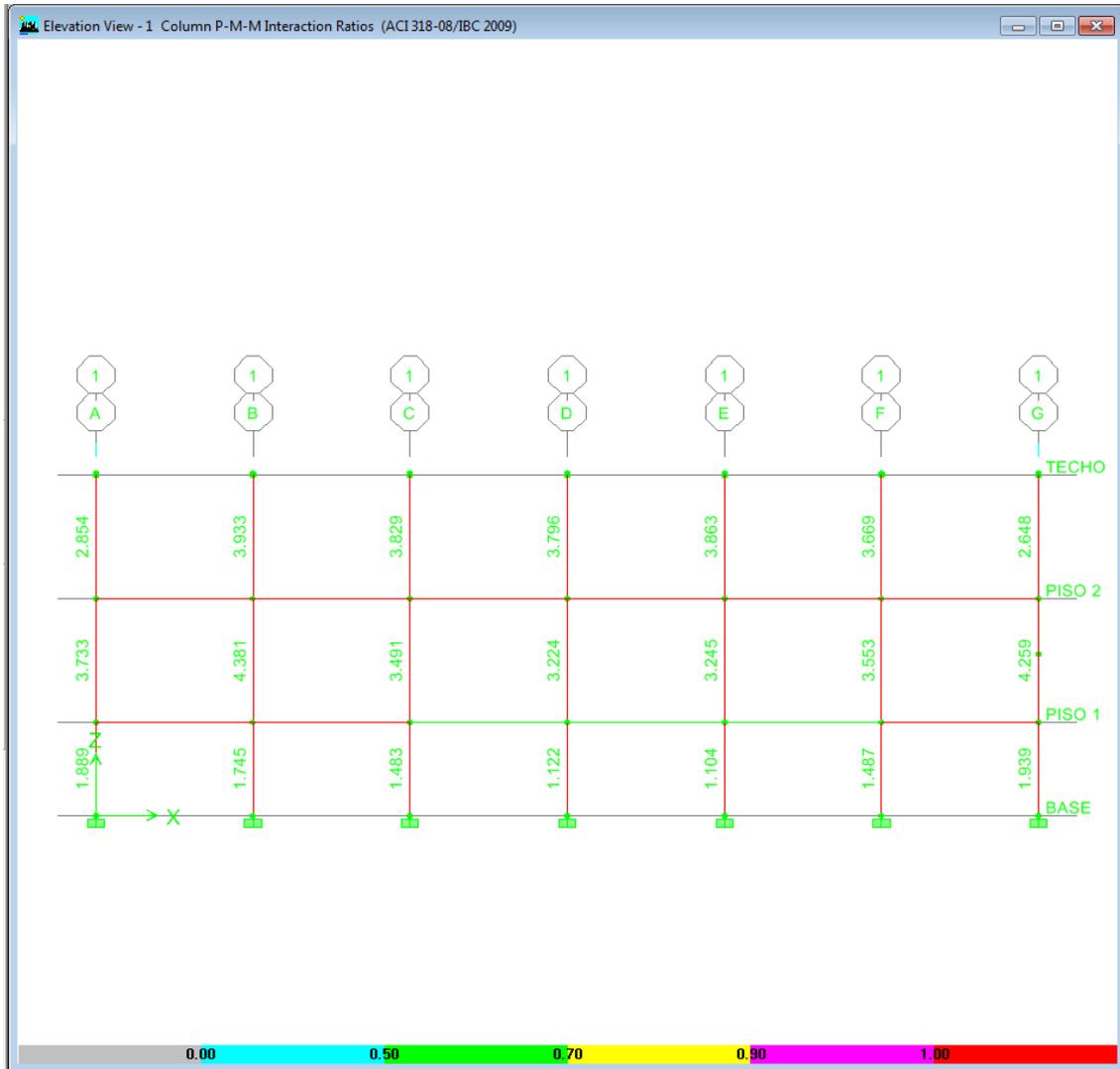
ANEXO B

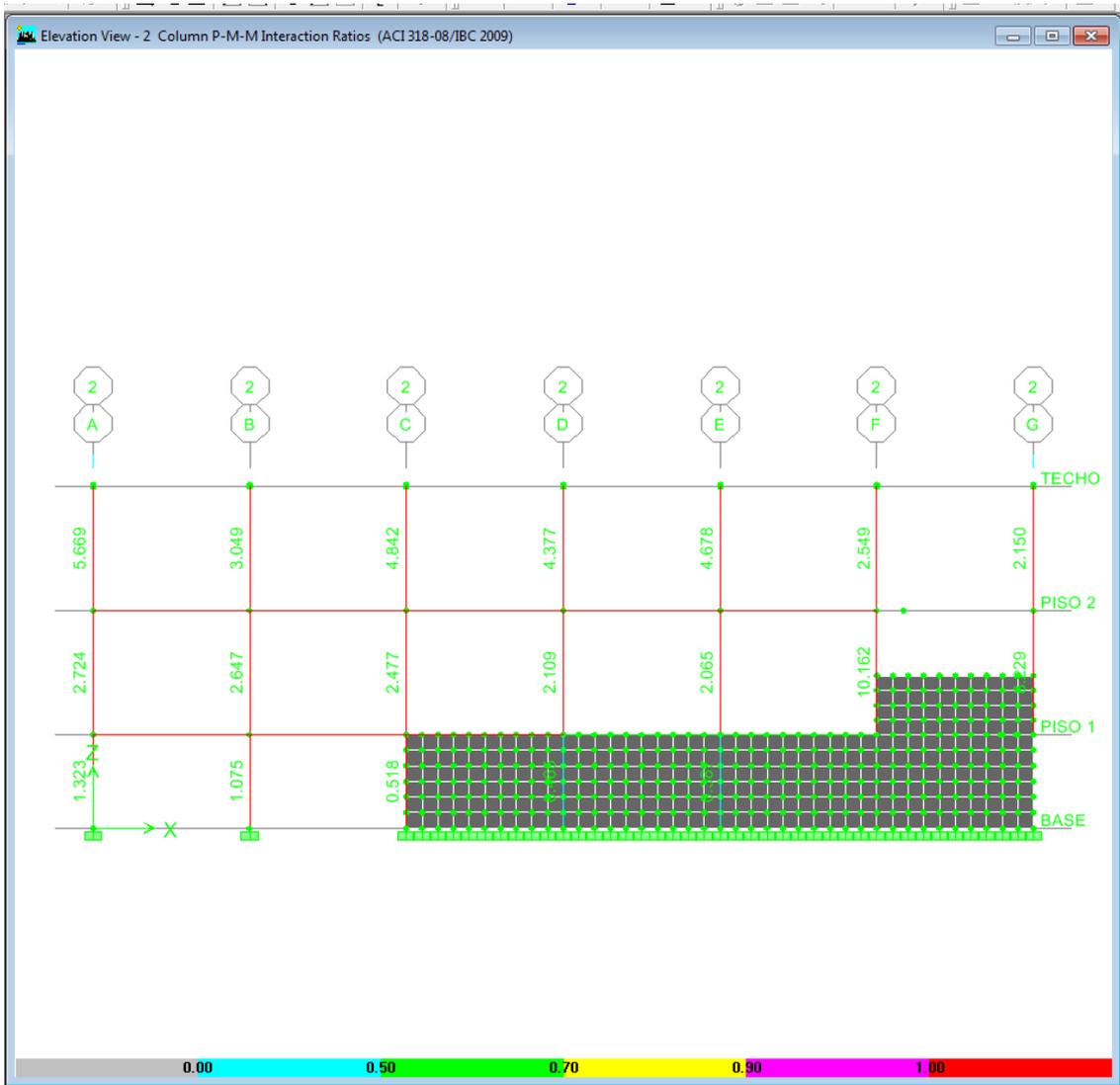
Gráficos del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Laboratorio de Hidráulica en ambas direcciones principales.



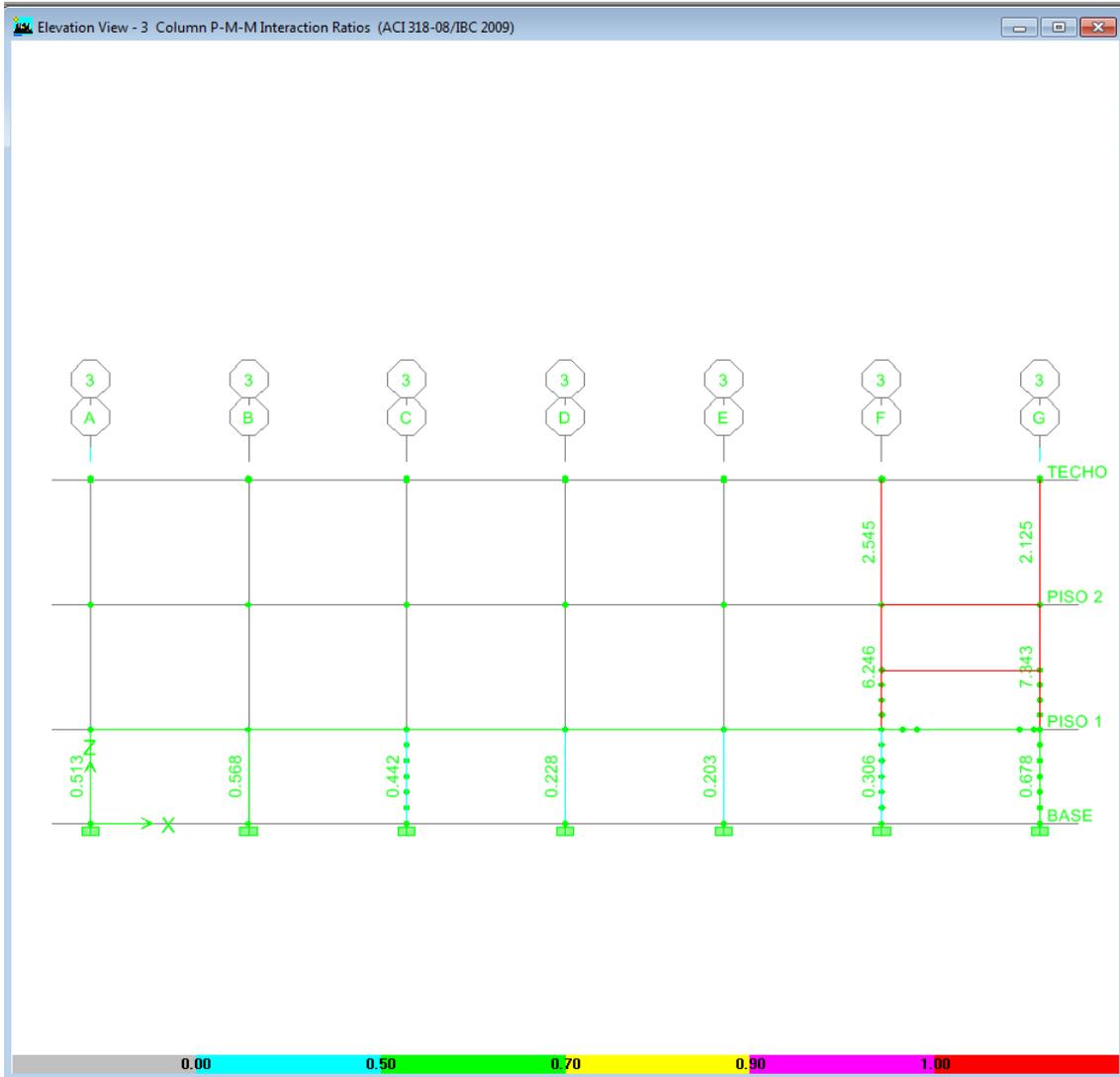
ANEXO C

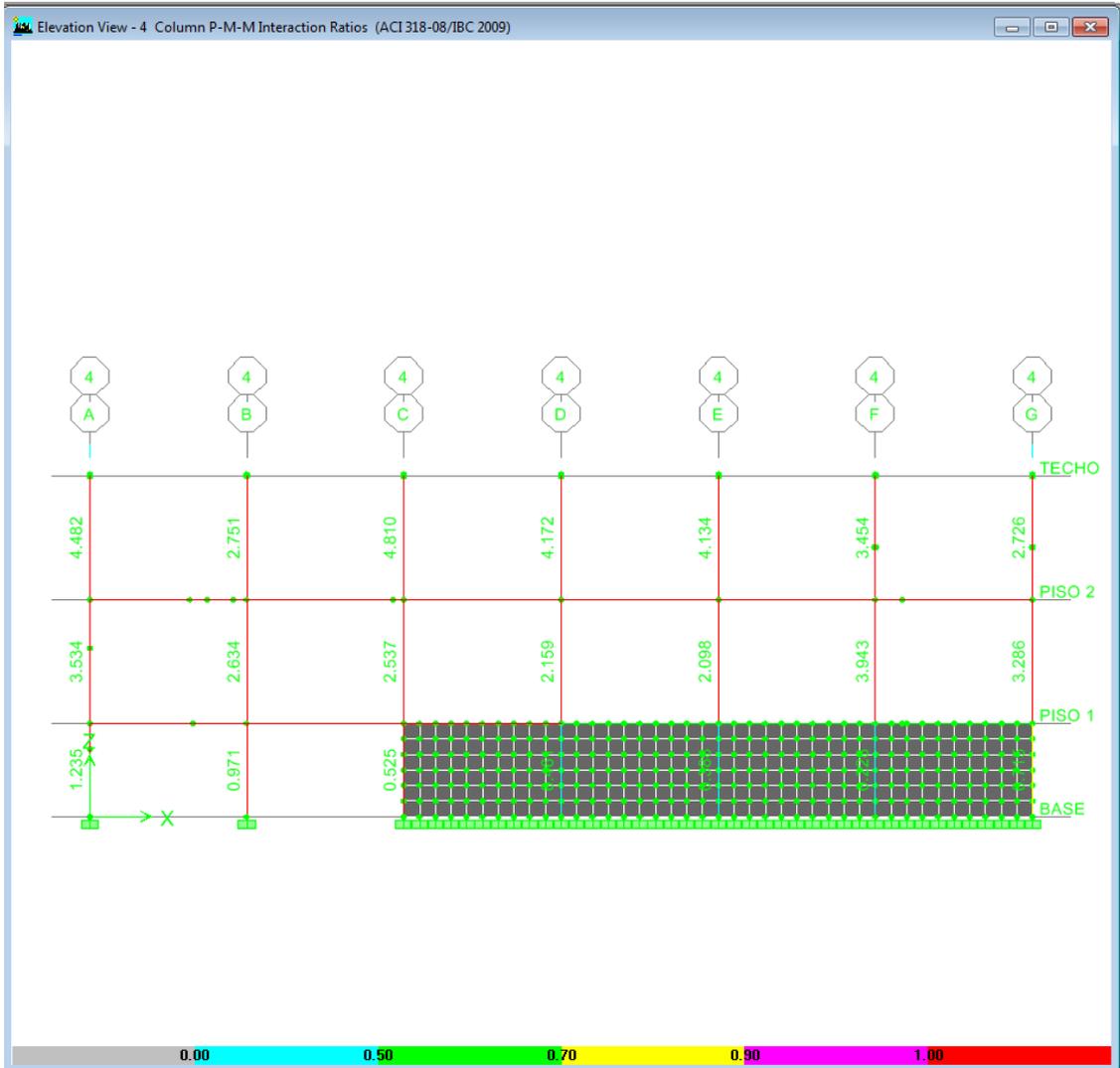
Imágenes tomadas del programa donde se muestra los Factores de Resistencia (Fr) de cada columna para cada pódico del Laboratorio de Hidráulica



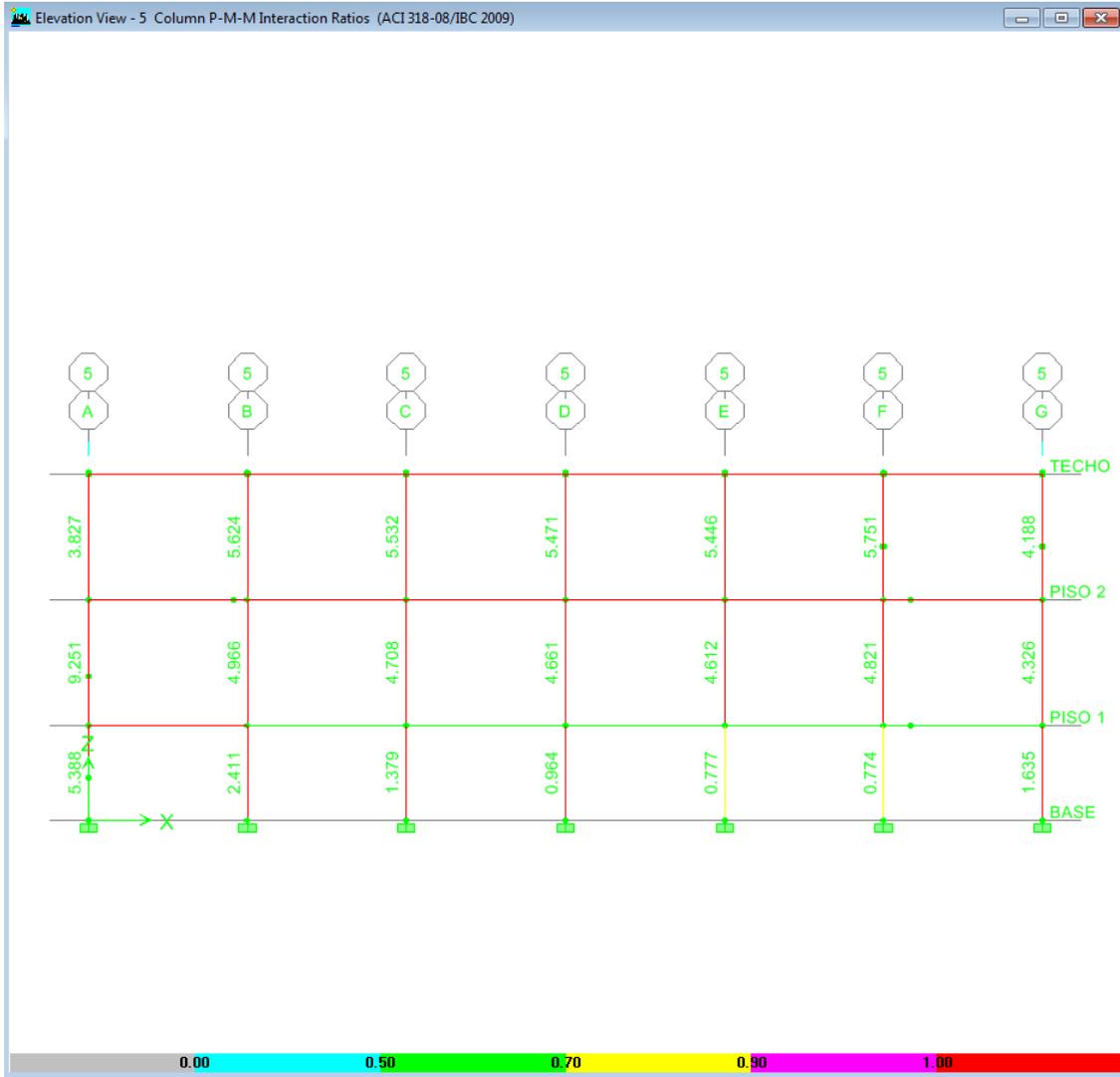


Anexo C



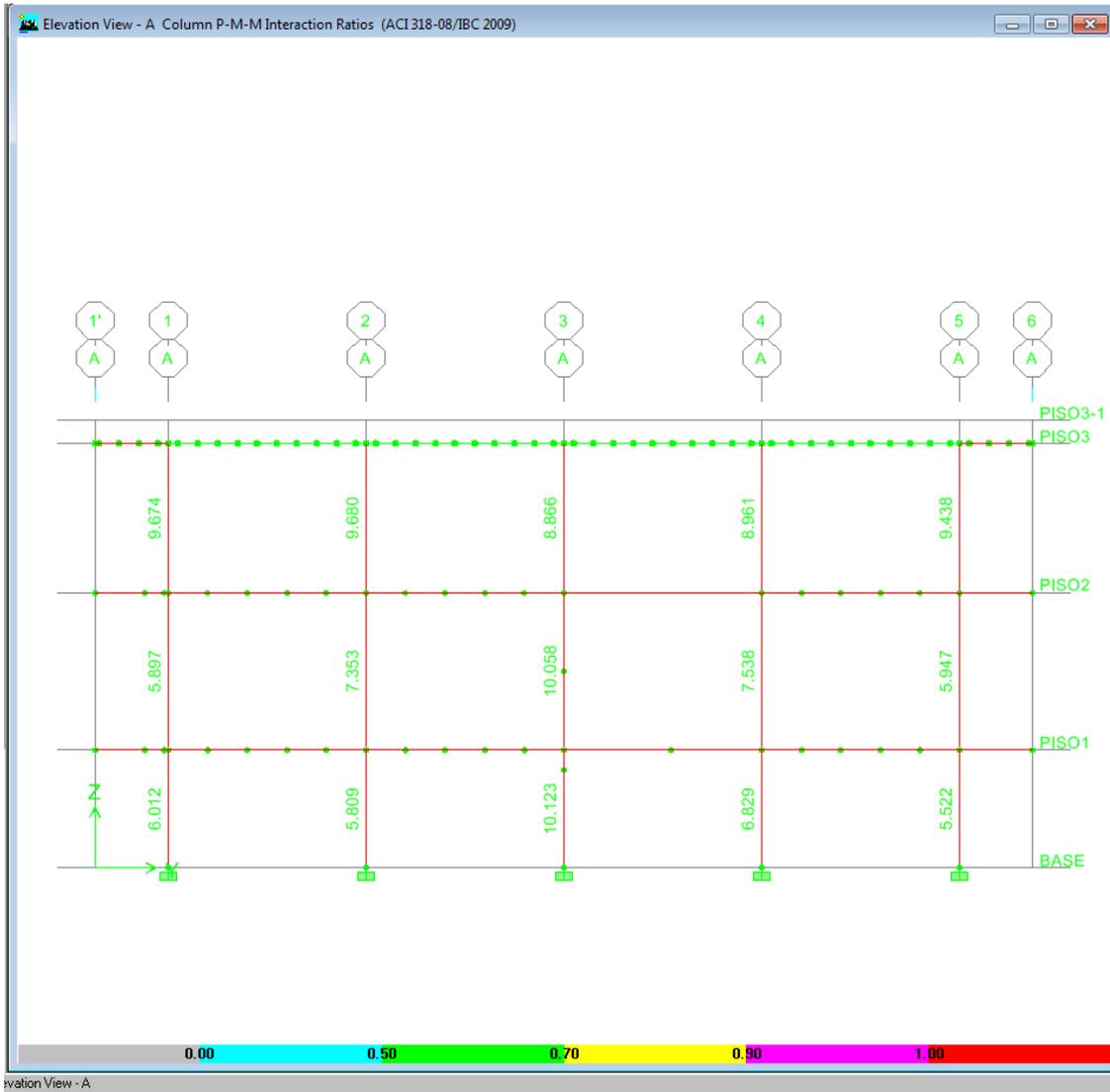


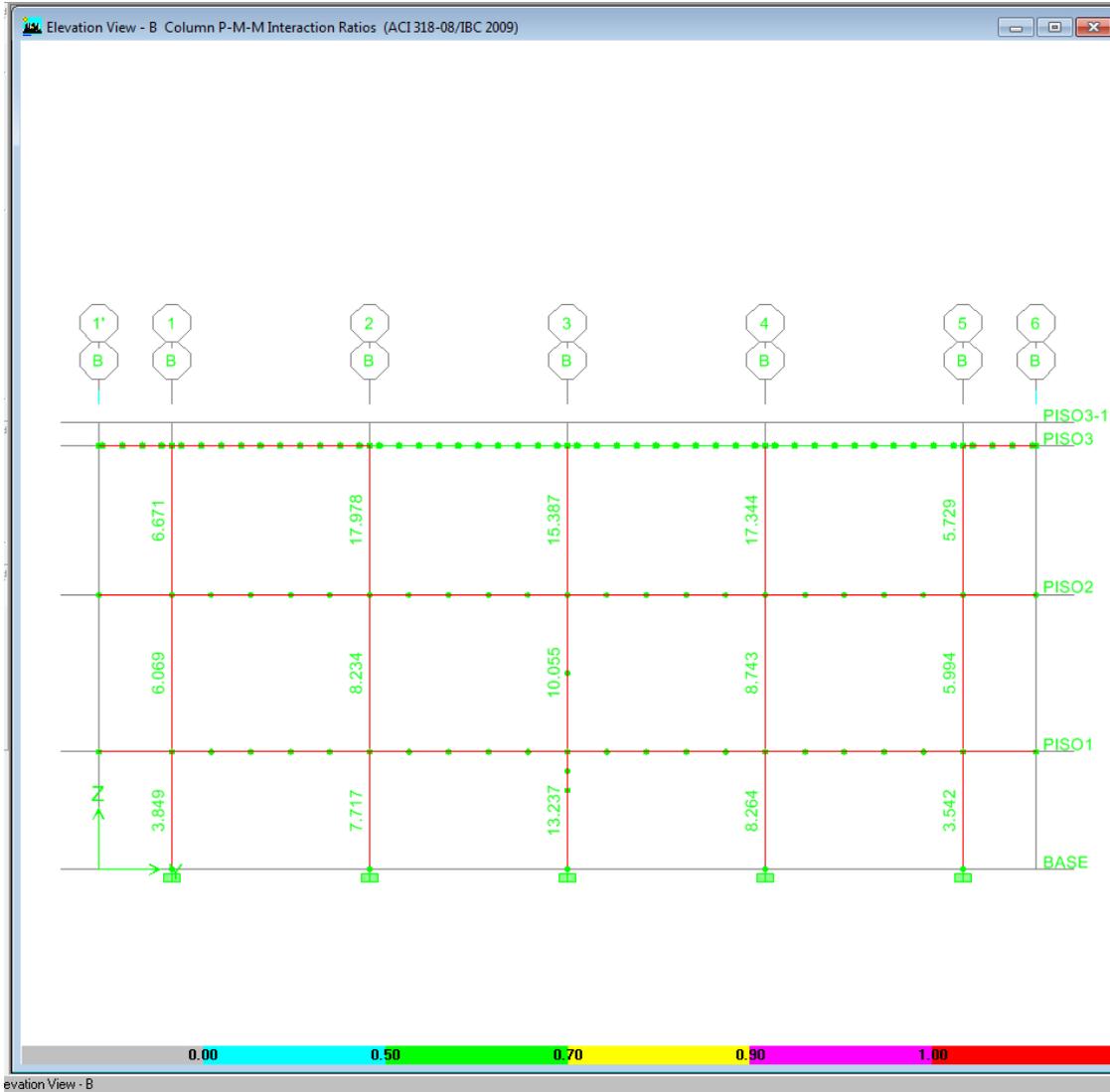
Anexo C



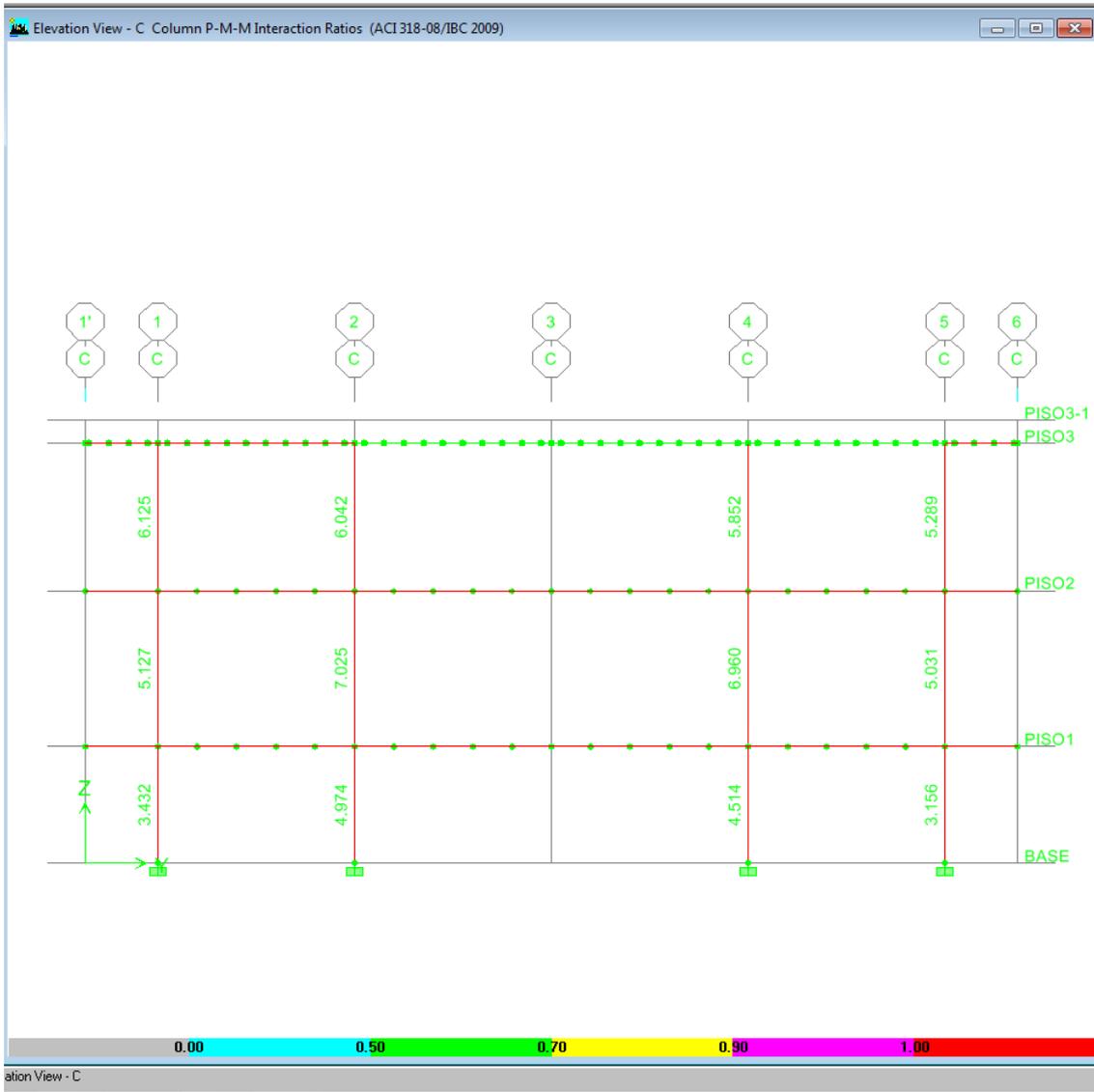
ANEXO D

(Imágenes tomadas del programa donde se muestran los Factores de Resistencia (Fr) de cada columna para cada pórtico del Instituto de Mecánica de Fluidos.)

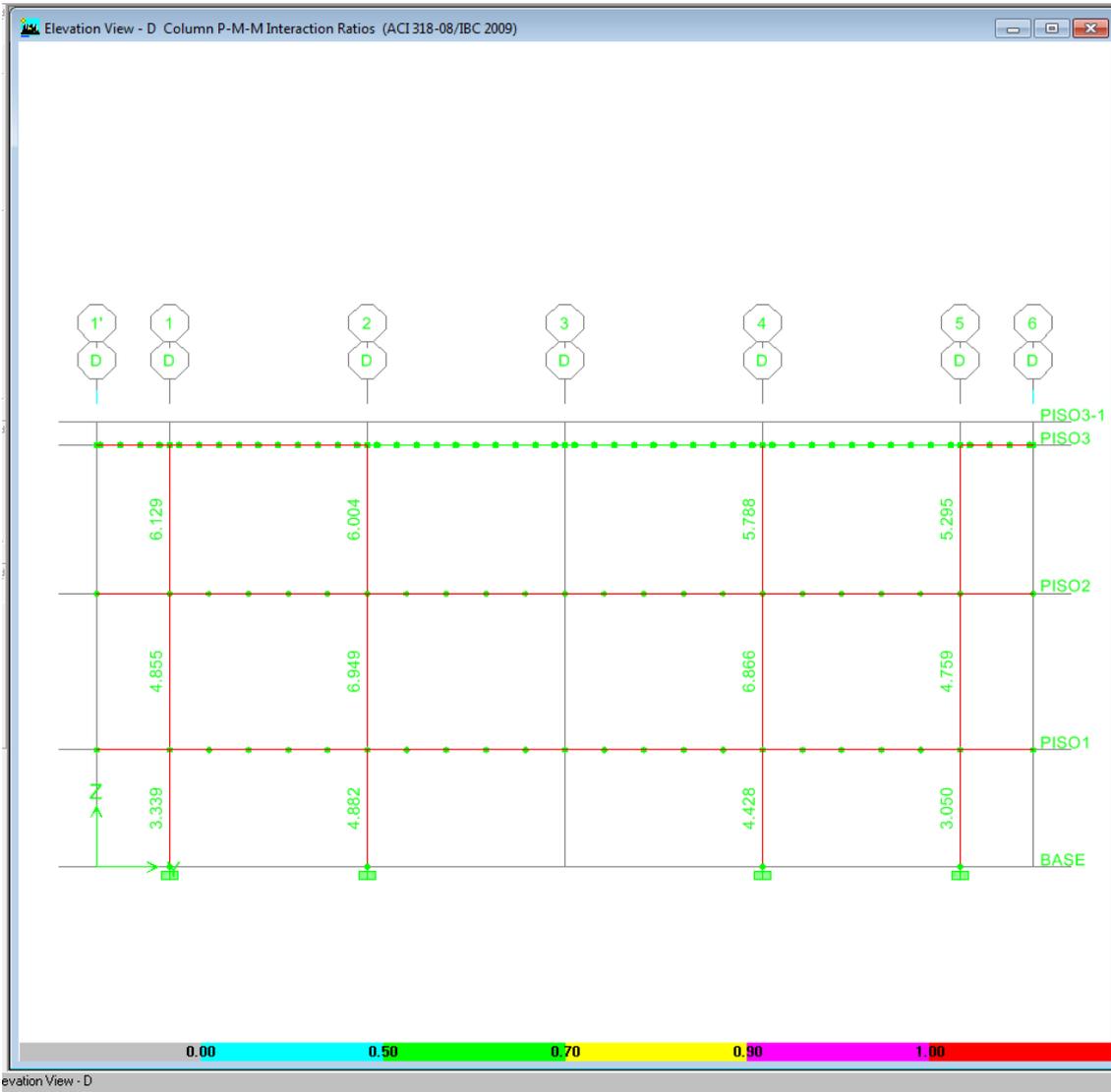




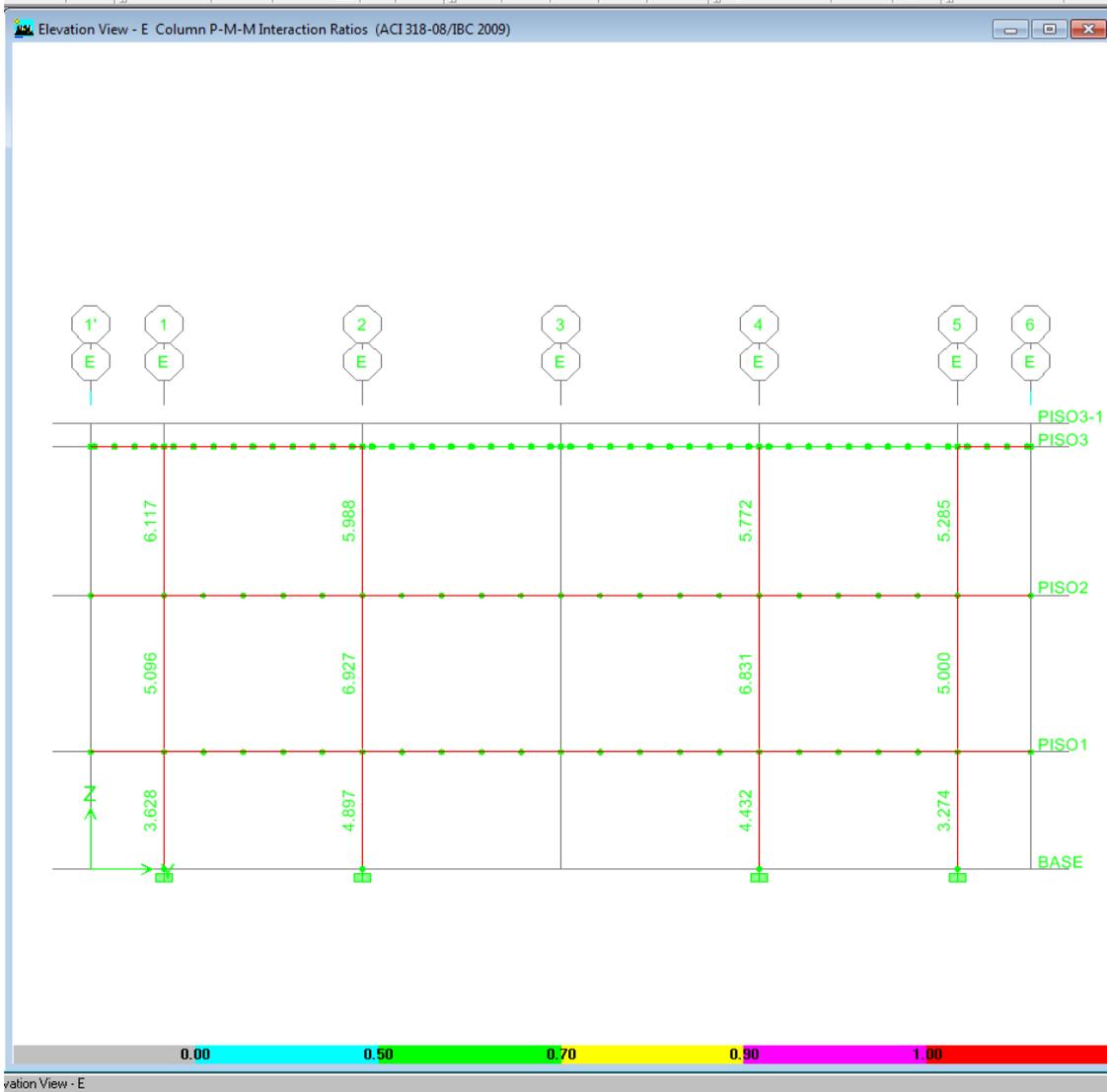
Anexo D

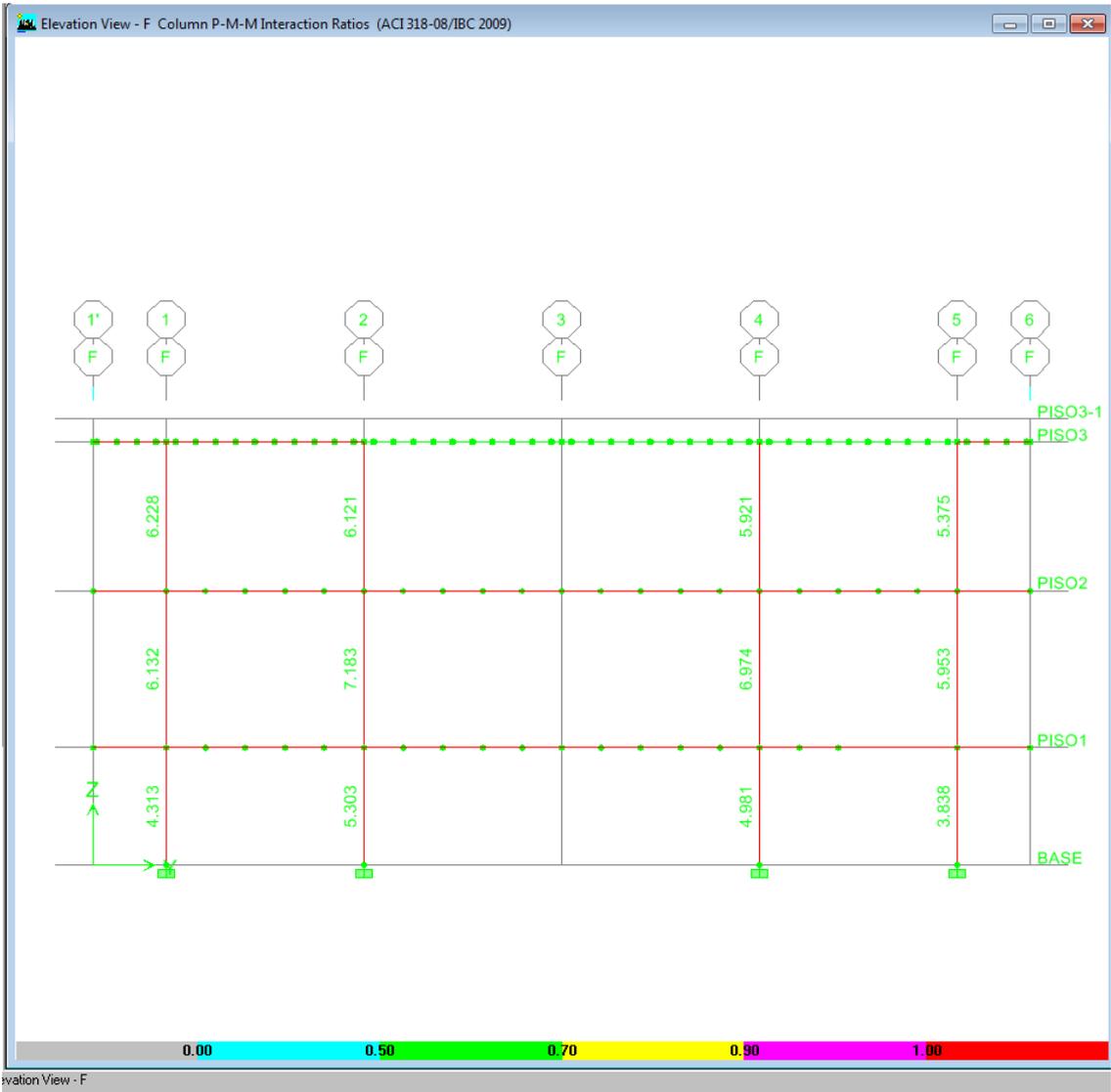


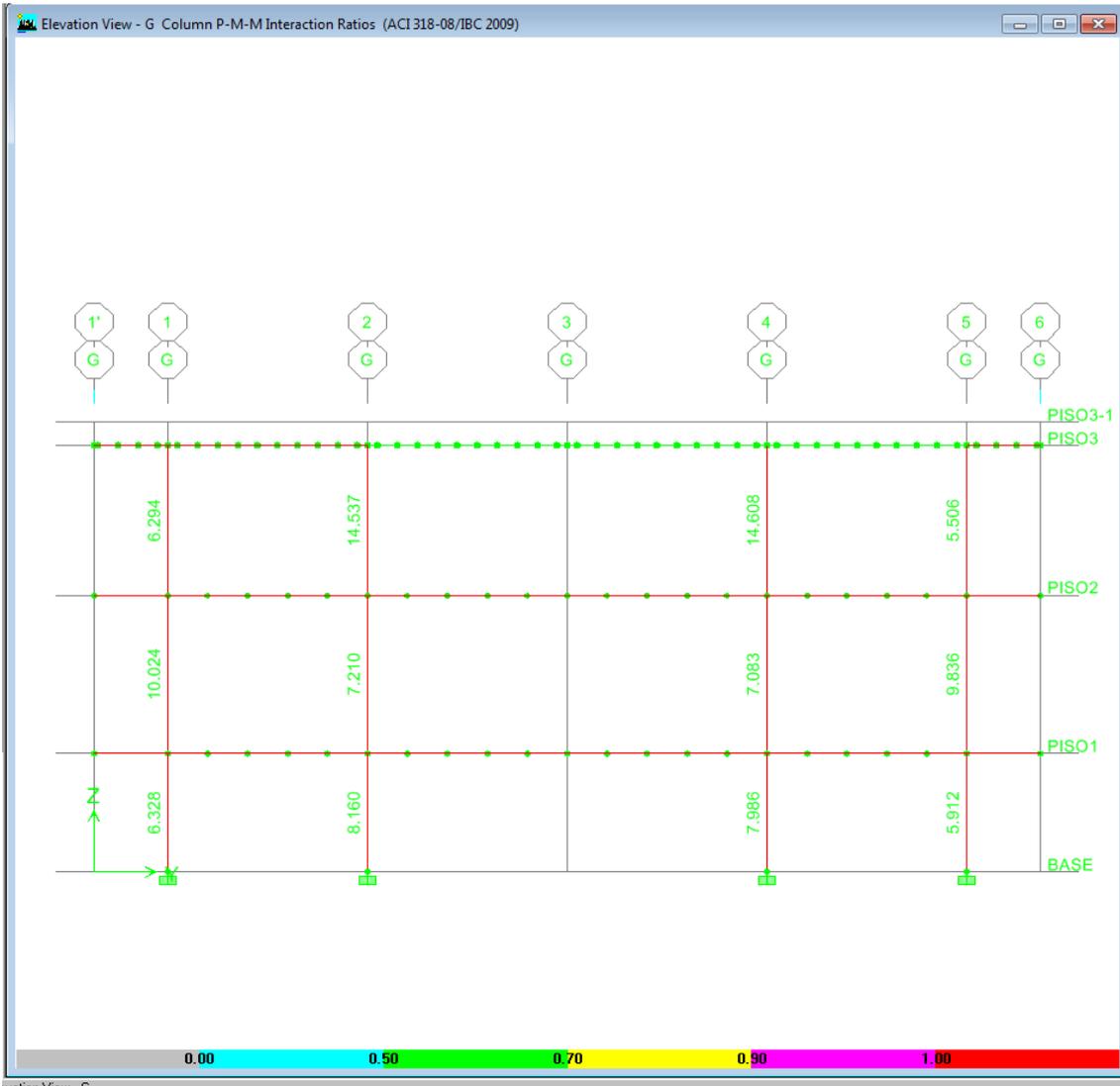
Anexo D

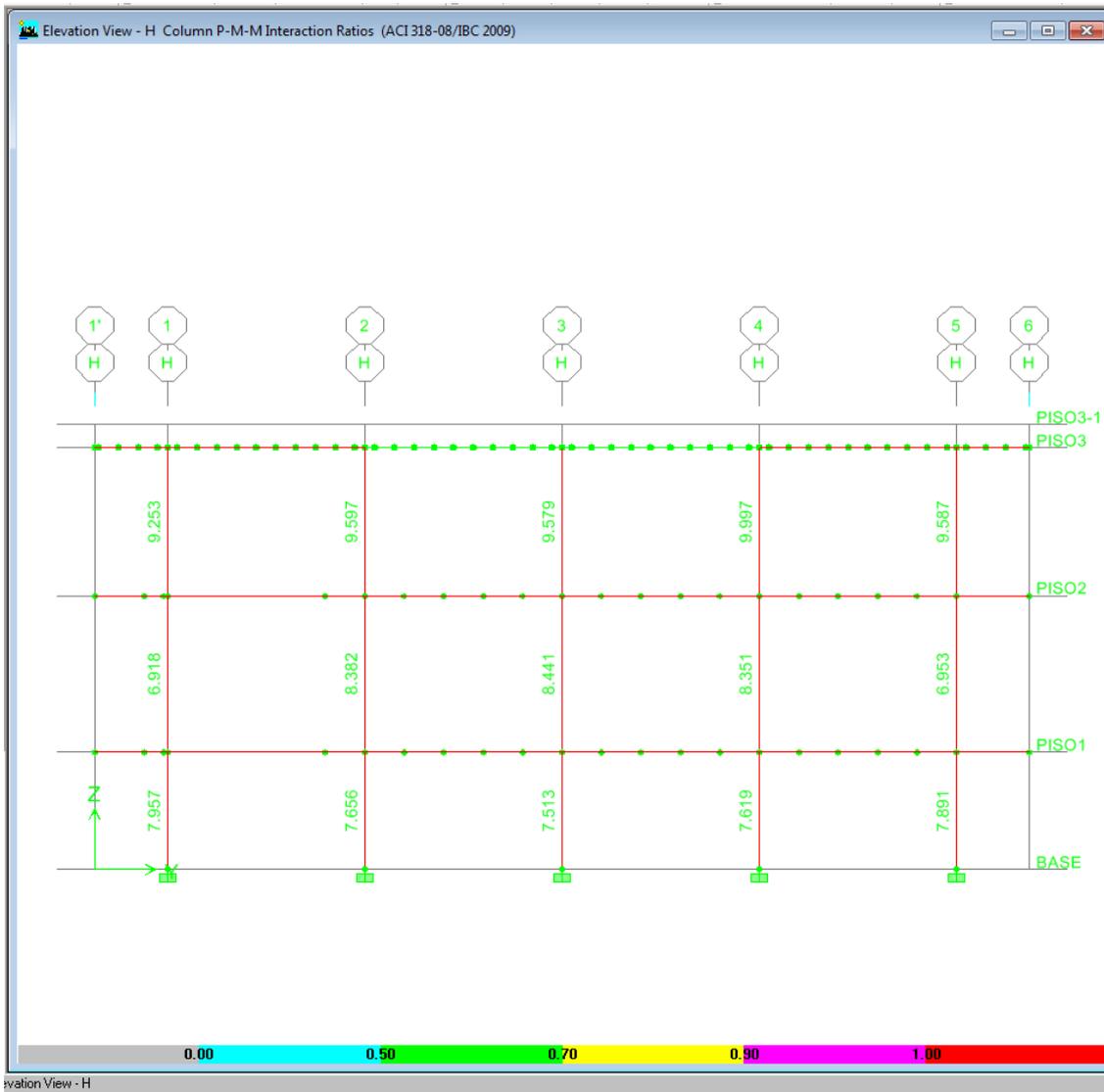


Elevation View - D









ANEXO E

Tablas donde se muestra el área de acero real y el área de acero calculado por el programa para cada una de las vigas en el Laboratorio de Hidráulica

Anexo E

LABORATORIO DE HIDRÁULICA													
PISO 1		ACERO LONGITUDINAL VIGAS ETABS						ACERO LONGITUDINAL VIGAS REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)			Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
A	1a-1	3,009	3,859	5,524	3,009	2,905	3,082	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
	1-2	24,811	5,397	24,276	11,347	11,833	11,362	20,27	10,13	25,34	10,13	15,2	20,27
	2-3	17,58	5,084	9,136	8,092	6,085	5,022	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	20,27
	3-4	8,755	4,316	14,2	5,022	5,762	6,657	25,34	10,13	25,34	20,27	15,2	10,13
	4-5	22,805	7,868	O/S	11,913	11,199	16,755	25,34	10,13	20,27	20,27	15,2	10,13
	5-6	3,175	2,125	1,96	1,574	1,454	1,96	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
B	1a-1	2,577	3,415	5,39	2,577	2,555	2,655	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
	1-2	25,7	7,031	26,517	15,166	11,548	19,023	20,27	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	2-3	21,215	7,38	8,634	11,412	8,226	6,403	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	3-4	8,241	6,534	18,513	5,666	7,65	9,835	25,34	10,13	30,4	10,13	15,2	10,13
	4-5	28,707	9,818	30,327	22,031	14,364	21,015	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	5-6	4,222	2,479	2,257	2,086	1,931	2,257	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
C	1a-1	2,461	3,235	5,153	2,461	2,443	2,54	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
	1-2	18,893	6,7	12,761	9,726	7,392	7,031	20,27	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	2-3	15,683	4,868	4,868	13,682	4,868	4,868	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	3-4	4,662	4,662	14,967	4,662	4,662	13,647	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	4-5	13,361	6,135	15,159	7,031	7,21	9,59	25,34	10,13	20,27	10,13	15,2	10,13
	5-6	3,301	1,951	2,038	1,636	1,511	2,038	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
D	1a-1	2,468	3,243	5,168	2,468	2,45	2,547	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
	1-2	14,656	5,129	14,214	7,981	7,031	7,74	20,27	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	2-3	11,454	3,807	7,031	7,031	7,031	4,266	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	3-4	7,031	3,799	12,024	4,425	7,031	7,031	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	4-5	15,031	4,68	13,366	7,488	7,031	7,881	25,34	10,13	20,27	10,13	15,2	10,13
	5-6	3,234	1,963	1,996	1,603	1,48	1,996	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
E	1a-1	2,474	3,256	5,18	2,474	2,456	2,553	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
	1-2	12,072	3,813	11,807	7,031	7,031	7,031	20,27	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	2-3	9,47	3,028	7,031	6,137	7,031	4,263	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	3-4	7,031	3,333	10,474	4,464	7,031	6,765	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	4-5	12,148	3,836	10,787	7,031	7,031	7,031	25,34	10,13	20,27	10,13	15,2	10,13
	5-6	3,212	1,947	1,983	1,592	1,471	1,983	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
F	1a-1	2,562	3,554	5,36	2,562	2,541	2,641	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
	1-2	12,467	13,861	27,93	7,578	15,48	17,569	15,2	10,13	30,4	10,13	20,27	25,34
	2-3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	3-4	3,23	5,105	7,031	2,842	3,829	6,699	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13
	4-5	7,445	2,673	8,317	4,855	7,031	5,534	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13
	5-6	3,081	1,906	1,901	1,528	1,411	1,901	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
G	1a-1	3,016	3,87	5,524	3,016	2,905	3,089	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
	1-2	12,112	3,96	12,911	7,286	11,155	6,093	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	2-3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	3-4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	4-5	13,197	4,04	9,695	6,889	8,436	5,022	25,34	10,13	25,34	10,13	15,2	10,13
	5-6	1,86	1,335	1,144	0,925	0,852	1,144	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
Fa	4-5	9,052	2,832	2,832	5,178	5,553	3,057	20,27	10,13	20,27	10,13	20,27	10,13
Aa	4-5	5,19	6,753	15,879	5,202	9,017	12,241	20,27	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13

LABORATORIO DE HIDRÁULICA													
PISO 1		ACERO LONGITUDINAL VIGAS ETABS						ACERO LONGITUDINAL VIGAS REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)			Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	A-B	12,412	3,766	13,02	5,745	8,979	6	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	B-C	11,304	3,414	11,183	5,275	4,207	5,223	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	C-D	11,19	3,387	11,205	5,226	4,237	5,233	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	D-E	11,315	3,419	11,321	5,279	4,381	5,282	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	E-F	11,433	3,548	11,806	5,33	4,319	5,489	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	F-G	12,159	3,766	12,889	5,639	8,791	5,945	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	A-B	15,345	4,68	15,455	7,634	10,148	7,225	15,2	15,2	15,2	10,13	15,2	15,2
2	B-C	11,399	3,547	8,347	5,435	5,797	5,273	30,4	15,2	25,34	10,13	15,2	20,27
	C-D	10,457	3,952	7,829	12,36	3,952	12,822	25,34	15,2	25,34	10,13	20,27	15,2
	D-E	7,718	4,217	8,788	12,511	4,217	13,768	25,34	15,2	25,34	10,13	20,27	15,2
	E-F	7,811	3,856	5,303	12,483	3,856	6,213	30,4	15,2	25,34	10,13	15,2	20,27
	F-G	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	A-B	5,273	2,357	7,385	4,63	6,3	4,78	15,2	15,2	30,4	10,13	15,2	15,2
	B-C	6,411	2,058	5,849	4,166	5,459	3,811	30,4	15,2	25,34	10,13	15,2	20,27
3	C-D	6,317	2,066	6,435	4,138	5,903	4,182	25,34	15,2	25,34	10,13	20,27	20,27
	D-E	6,722	2,154	6,428	4,698	6,269	4,178	25,34	15,2	25,34	10,13	20,27	20,27
	E-F	5,91	1,903	5,273	3,849	5,273	2,788	30,4	15,2	25,34	10,13	15,2	20,27
	F-G	4,035	0,992	3,976	1,994	3,293	1,965	15,2	15,2	30,4	10,13	15,2	15,2
	A-B	14,805	5,273	15,592	10,224	6,558	8,157	15,2	15,2	25,34	10,13	20,27	10,13
	B-C	11,481	3,57	8,603	5,472	5,809	5,273	25,34	15,2	25,34	20,27	15,2	10,13
	C-D	10,355	4,079	7,744	12,215	4,079	13,275	25,34	15,2	25,34	20,27	20,27	20,27
4	D-E	7,835	4,13	8,103	12,842	4,13	13,457	25,34	15,2	25,34	20,27	20,27	20,27
	E-F	7,825	3,928	6,526	12,733	3,928	9,734	25,34	15,2	25,34	10,13	20,27	20,27
	F-G	6,769	3,169	7,694	9,671	3,169	10,101	25,34	15,2	15,2	10,13	20,27	10,13
	A-B	16,045	6,948	14,281	12,114	8,035	8,655	25,34	10,13	25,34	14,01	14,01	14,01
	B-C	16,598	5,429	16,667	8,424	8,035	9,399	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	C-D	17,458	6,252	17,143	9,312	8,035	9,546	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	D-E	17,435	6,621	16,891	9,14	8,035	9,487	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
5	E-F	17,094	6,459	17,194	9,207	7,836	9,011	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	F-G	19,899	6,124	19,275	9,566	8,035	12,798	25,34	15,2	7,76	20,27	10,13	10,13

LABORATORIO DE HIDRÁULICA													
PISO 2		ACERO LONGITUDINAL ETABS						ACERO LONGITUDINAL REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)			Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)		
		Izquierda	Centro	Derecha									
A	1a-1	3,578	4,303	5,571	3,578	2,905	3,637	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
	1-2	O/S	14,629	O/S	O/S	18,949	20,806	15,2	25,34	55,77	10,13	10,13	35,49
	2-3	O/S	32,105	14,583	40,844	29,478	17,764	55,77	10,13	10,13	15,2	45,6	45,6
	3-4	18,544	45,796	O/S	26,649	45,496	58,622	10,13	10,13	55,77	45,6	45,6	15,2
	4-5	O/S	14,774										

Anexo E

C	1-2	O/S	22,004	O/S	O/S	23,878	26,763	10,13	10,13	65,91	10,13	10,13	20,27
	2-3	56,382	25,24	16,07	29,769	24,69	20,073	65,91	10,13	10,13	20,27	50,67	65,91
	3-4	16,07	27,849	59,895	23,766	29,425	33,618	10,13	10,13	65,91	65,91	50,67	20,27
	4-5	29,565	25,813	O/S	20,232	22,022	O/S	65,91	10,13	10,13	20,27	10,13	10,13
	5-6	3,407	2,02	2,105	1,688	1,56	2,105	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
	1a-1	2,466	3,233	5,163	2,466	2,448	2,545	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
D	1-2	40,827	16,937	42,537	38,39	18,565	22,652	10,13	10,13	60,84	10,13	10,13	20,27
	2-3	43,318	23,942	14,107	21,267	20,045	17,456	60,84	15,2	10,13	20,27	91,26	106,47
	3-4	13,928	22,765	42,726	17,457	20,346	21,247	10,13	15,2	60,84	106,47	91,26	20,27
	4-5	43,783	16,333	39,173	22,035	18,466	37,906	60,84	10,13	10,13	20,27	10,13	10,13
	5-6	3,895	2,114	2,257	1,927	1,782	2,257	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
	1a-1	2,469	3,217	5,169	2,469	2,45	2,548	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
E	1-2	32,454	13,326	36,111	29,791	14,899	16,384	10,13	10,13	60,84	10,13	10,13	20,27
	2-3	35,977	18,95	13,265	18,079	17,116	17,758	60,84	15,2	10,13	20,27	91,26	106,47
	3-4	13,254	18,347	36,138	17,757	16,976	18,079	10,13	15,2	60,84	106,47	91,26	20,27
	4-5	37,998	12,866	31,138	17,311	15,121	29,112	60,84	10,13	10,13	20,27	10,13	10,13
	5-6	3,547	1,97	2,192	1,756	1,623	2,192	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
	1a-1	2,457	3,257	5,144	2,457	2,439	2,536	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
F	1-2	27,9	11,345	32,247	25,116	13,115	14,814	10,13	10,13	60,84	10,13	10,13	20,27
	2-3	31,187	15,91	13,265	18,079	15,815	15,764	60,84	15,2	10,13	20,27	91,26	106,47
	3-4	13,254	15,708	32,349	15,736	15,708	18,079	10,13	15,2	60,84	106,47	91,26	20,27
	4-5	33,101	11,094	26,762	15,166	13,42	24,382	60,84	10,13	10,13	20,27	10,13	10,13
	5-6	3,326	1,949	2,054	1,648	1,522	2,054	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
	1a-1	3,084	4,303	5,524	3,084	2,905	3,156	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
G	1-2	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	20,27	10,13	30,4	10,13	20,27	10,13
	2-3	O/S	10,704	O/S	33,232	11,784	34,198	30,4	10,13	30,54	10,13	20,27	10,13
	3-4	O/S	8,513	29,097	29,554	10,822	20,419	50,54	10,13	30,4	10,13	20,27	10,13
	4-5	24,569	7,582	24,962	14,76	10,668	18,863	30,4	10,13	10,13	10,13	10,13	
	5-6	4,285	2,169	2,257	2,117	1,96	2,257	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
	1a-1	3,862	4,303	6	3,862	3,008	3,91	10,13	10,13	10,13	7,6	7,6	2,53
Fa	1-2	O/S	12,763	O/S	O/S	16,585	O/S	20,27	10,13	15,2	10,13	10,13	10,13
	2-3	O/S	11,33	O/S	O/S	13,868	O/S	15,2	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	3-4	O/S	9,048	O/S	23,41	13,235	18,439	25,34	10,13	30,4	10,13	15,2	10,13
	4-5	O/S	6,894	O/S	15,129	8,264	16,086	30,4	10,13	25,34	15,2	15,2	15,2
	5-6	3,46	2,061	2,138	1,714	1,584	2,138	10,13	10,13	10,13	2,53	7,6	7,6
	1-2	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	20,27	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13
Aa	4-5	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	20,27	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13
	1-2	O/S	45,672	O/S	O/S	46,582	O/S	20,27	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13

LABORATORIO DE HIDRÁULICA													
PISO 2		ACERO LONGITUDINAL VIGAS ETABS						ACERO LONGITUDINAL VIGAS REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)			Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	A-B	O/S	11,813	O/S	O/S	14,967	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	B-C	O/S	8,646	O/S	O/S	10,835	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	C-D	O/S	9,42	O/S	O/S	11,225	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	D-E	O/S	9,122	O/S	O/S	11,021	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	E-F	O/S	9,989	O/S	O/S	12,504	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	F-G	O/S	12,66	O/S	O/S	14,802	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	G-H	O/S	7,443	O/S	O/S	9,561	O/S	15,2	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
2	A-B	O/S	6,101	O/S	O/S	6,833	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	B-C	O/S	6,361	O/S	O/S	7,018	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	C-D	O/S	6,056	O/S	O/S	6,941	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	D-E	O/S	12,364	O/S	O/S	15,051	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	E-F	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	F-G	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	G-H	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3	A-B	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	B-C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	C-D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	D-E	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	E-F	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	F-G	O/S	23,04	O/S	O/S	24,789	O/S	10,13	10,13	10,13	15,2	15,2	15,2
	G-H	O/S	6,18	O/S	O/S	6,992	O/S	15,2	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
4	A-B	O/S	6,043	O/S	O/S	6,579	O/S	25,34	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	B-C	O/S	6,32	O/S	O/S	6,852	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	C-D	O/S	6,155	O/S	O/S	6,788	O/S	20,27	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
	D-E	O/S	6,471	O/S	O/S	7,512	O/S	20,27	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	E-F	O/S	11,451	O/S	O/S	13,11	O/S	25,34	10,13	15,2	10,13	10,13	10,13
	F-G	O/S	23,161	O/S	O/S	24,804	O/S	25,34	10,13	25,34	14,01	14,01	14,01
	G-H	O/S	13,739	O/S	36,185	16,219	36,773	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
5	A-B	O/S	14,697	O/S	35,862	16,378	36,439	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	B-C	O/S	14,383	O/S	36,042	16,191	36,755	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	C-D	O/S	13,922	O/S	34,987	15,729	33,991	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	D-E	O/S	19,027	O/S	37,841	23,166	O/S	25,34	15,2	7,76	20,27	10,13	10,13
	E-F	O/S	3,822	12,182	12,048	4,325	8,291	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13
	F-G	O/S	3,822	12,182	12,048	4,325	8,291	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13
	G-H	O/S	3,822	12,182	12,048	4,325	8,291	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13

LABORATORIO DE HIDRÁULICA													
PISO 3		VERIFICACION						ACERO LONGITUDINAL REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)			Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)		
		Izquierda	Centro	Derecha									
A	1-2	O/S	10,482	O/S	27,297	11,495	24,86	10,13	10,13	30,4	10,13	10,13	10,13
	2-3	33,022	15,782	9,039	15,133	13,346	11,19	30,4	10,13	10,13	10,13	20,27	20,27
	3-4	9,039	14,204	32,543	9,039	11,496	14,936	10,13	10,13	30,4	20,27	20,27	10,13
	4-5	29,483	10,952	O/S	18,772	12,591	29,031	30,4	10,13	10,13	10,13	10,13	10,13
B	1-2	32,274	10,319	37,147	27,708	11,513	18,485	10,13	10,13	70,98	10,13	10,13	20,27
	2-3	26,484	14,504	10,936	12,616	10,313	10,936	70,98	20,27	10,13	10,13	40,54	50,67
	3-4	10,794	14,265	26,129	10,794	10,18	12,456	10,13	20,27	70,98	50,67	40,54	10,13
	4-5	35,85	10,888	29,642	17,139	12,137	27,894	70,98	10,13	10,13	20,27	10,13	10,13
C	1-2	25,359	9,039	31,679	22,135	9,66	14,579	10,13	10,13	70,98	10,13	10,13	20,27
	2-3	23,203	12,207	9,619	12,053	9,197	9,813	70,98	20,27	10,13	10,13	40,54	50,67
	3-4	9,559	12,104	23,054	9,813	9,197	12,053	10,13	20,27	70,98	50,67	40,54	10,13
	4-5	31,821	9,039	23,363									

Anexo E

E	1 - 2	21,195	9,039	26,63	17,868	9,039	12,445	10,13	10,13	70,98	10,13	10,13	20,27
	2 - 3	20,463	10,365	8,51	12,053	8,782	8,69	70,98	20,27	10,13	10,13	40,54	50,67
	3 - 4	8,463	10,275	20,348	8,69	8,782	12,053	10,13	20,27	70,98	50,67	40,54	10,13
	4 - 5	26,825	9,039	19,276	12,529	9,039	18,023	70,98	10,13	10,13	20,27	10,13	10,13
F	1 - 2	27,602	7,53	21,772	20,004	10,525	12,215	20,27	10,13	30,4	10,13	20,27	10,13
	2 - 3	16,64	5,293	17,179	8,019	7,031	9,12	30,4	10,13	25,34	10,13	20,27	10,13
	3 - 4	21,093	6,403	21,213	11,739	7,031	13,49	25,34	10,13	30,4	10,13	20,27	10,13
	4 - 5	25,98	7,702	26,107	15,945	9,786	20,444	30,4	10,13	20,27	10,13	20,27	10,13
G	1 - 2	21,78	5,894	22,047	14,949	7,883	14,641	20,27	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	2 - 3	18,066	5,022	18,667	11,189	5,393	12,233	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	3 - 4	20,871	5,351	23,651	13,243	7,324	17,84	25,34	10,13	25,34	10,13	10,13	10,13
	4 - 5	O/S	7,607	O/S	20,365	9,181	22,289	25,34	10,13	20,27	10,13	10,13	10,13
F'	4 - 5	O/S	9,891	O/S	17,068	12,233	16,002	25,34	15,2	25,34	15,2	25,34	15,2
G'	4 - 5	O/S	11,056	O/S	20,268	13,506	19,131	25,34	15,2	25,34	15,2	25,34	15,2

LABORATORIO DE HIDRÁULICA													
PISO 3		ACERO LONGITUDINAL VIGAS ETABS						ACERO LONGITUDINAL VIGAS REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)			Área de Acero Superior (cm ²)			Área de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha									
5	A-B	O/S	8,523	O/S	O/S	11,685	O/S	15,2	10,13	15,2	10,13	10,13	10,13
	B-C	O/S	7,31	O/S	O/S	9,112	O/S	15,2	10,13	15,2	10,13	10,13	10,13
	C-D	O/S	7,244	O/S	O/S	9,037	O/S	15,2	10,13	15,2	10,13	10,13	10,13
	D-E	O/S	7,248	O/S	O/S	9,048	O/S	15,2	10,13	15,2	10,13	10,13	10,13
	E-F	O/S	7,333	O/S	O/S	8,934	O/S	15,2	10,13	15,2	10,13	10,13	10,13
	F-G	O/S	8,668	O/S	O/S	11,902	O/S	15,2	10,13	15,2	10,13	10,13	10,13

ANEXO F

**Tablas donde se muestra el área de acero real y el área de acero
calculado por el programa para cada una de las vigas y nervios en el
Instituto de mecánica de Fluidos**

Anexo F

INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS													
PISO 1		ACERO LONGITUDINAL VIGAS ETABS						ACERO LONGITUDINAL VIGAS REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)			Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
A	1-1	2,223	3,215	4,27	2,223	2,002	2,116	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
	1-2	O/S	25,569	O/S	O/S	29,668	O/S	15,52	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	2-3	O/S	21,264	O/S	43,227	24,952	O/S	19,39	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	3-4	O/S	17,57	O/S	46,722	14,405	45,988	19,39	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	4-5	O/S	24,288	O/S	45,233	28,804	O/S	19,39	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
	5-6	3,812	2,554	2,257	1,891	1,746	2,257	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
B	1-1	2,826	4,163	5,524	2,826	2,801	2,954	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-2	27,005	27,018	47,369	22,508	28,625	30,496	40,25	40,25	100,6	20,27	20,27	20,27
	2-3	72,668	28,625	69,202	54,977	28,625	57,783	100,6	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	3-4	61,144	28,625	63,337	50,974	28,625	53,251	100,6	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	4-5	48,12	28,625	26,839	33,897	28,625	23,111	100,6	40,25	40,25	20,27	20,27	20,27
	5-6	5,281	3,113	2,489	2,612	2,472	2,489	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
C	1-1	2,43	3,312	5,155	2,43	2,416	2,55	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-2	24,29	41,814	77,735	24,29	38,589	53,904	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	2-3	84,221	47,709	26,164	42,313	36,691	28,625	100,6	40,25	40,25	80,51	80,51	80,51
	3-4	25,415	46,017	81,619	28,625	37,245	42,835	40,25	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	4-5	77,83	43,371	24,317	53,274	37,753	24,317	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	5-6	4,05	2,379	2,225	2,008	1,897	2,225	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
D	1-1	2,448	3,348	5,191	2,448	2,432	2,568	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-2	23,085	40,096	73,609	23,085	35,834	47,348	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	2-3	82,267	46,609	25,602	39,23	33,516	28,625	100,6	40,25	40,25	80,51	80,51	80,51
	3-4	24,995	45,056	80,166	28,625	34,233	38,279	40,25	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	4-5	72,788	41,876	22,844	47,434	35,105	22,844	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	5-6	4,099	2,407	2,225	2,033	1,92	2,225	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
E	1-1	2,436	3,325	5,167	2,436	2,421	2,556	22,8	22,8	22,8	10,13	10,13	10,13
	1-2	26,037	45,846	83,78	26,037	40,619	56,663	114	114	114	20,27	20,27	20,27
	2-3	92,112	52,544	28,41	43,644	38,765	28,625	114	45,6	45,6	100,6	100,6	100,6
	3-4	27,679	50,691	89,529	28,625	39,276	42,492	45,6	45,6	114	100,6	100,6	100,6
	4-5	82,297	47,693	25,61	56,806	40,037	25,61	114	114	114	20,27	20,27	20,27
	5-6	4,14	2,426	2,225	2,052	1,939	2,225	22,8	22,8	22,8	10,13	10,13	10,13
F	1-1	2,424	3,299	5,141	2,424	2,409	2,543	22,8	22,8	22,8	10,13	10,13	10,13
	1-2	28,625	58,356	102,812	28,625	52,079	71,759	114	114	114	20,27	20,27	20,27
	2-3	111,536	65,584	28,625	55,494	51,039	33,976	114	45,6	45,6	100,6	100,6	100,6
	3-4	28,625	63,39	108,112	34,523	51,435	56,957	45,6	45,6	114	100,6	100,6	100,6
	4-5	98,907	60,252	28,625	73,138	51,592	28,625	114	114	114	20,27	20,27	20,27
	5-6	4,094	2,396	2,225	2,03	1,917	2,225	22,8	22,8	22,8	10,13	10,13	10,13
G	1-1	3,332	4,373	5,524	3,332	2,94	3,466	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-2	38,826	74,922	O/S	38,826	78,269	O/S	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	2-3	O/S	88,942	41,55	133,092	86,074	42,66	100,6	40,25	40,25	80,51	80,51	80,51
	3-4	40,852	87,232	O/S	43,464	85,635	131,667	40,25	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	4-5	O/S	79,223	37,85	O/S	79,79	37,85	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	5-6	5,524	4,096	3,245	3,381	2,943	3,245	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
H	1-1	2,528	3,974	5,36	2,528	2,511	2,65	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
	1-2	O/S	29,646	O/S	O/S	32,716	O/S	15,52	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	2-3	O/S	24,73	O/S	O/S	26,741	O/S	19,39	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	3-4	O/S	24,397	O/S	O/S	26,498	O/S	19,39	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	4-5	O/S	33,39	O/S	O/S	37,17	O/S	19,39	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
	5-6	4,992	3,375	2,315	2,471	2,285	2,315	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
3a	A-B	O/S	17,212	24,879	O/S	18,164	22,12	11,64	7,76	11,64	7,76	7,76	7,76

INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS													
PISO 2		ACERO LONGITUDINAL ETABS						ACERO LONGITUDINAL REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)			Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)		
		Izquierda	Centro	Derecha									
A	1-1	2,223	3,527	4,628	2,223	2,169	2,292	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
	1-2	O/S	32,362	O/S	O/S	37,194	O/S	15,52	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	2-3	O/S	24,708	O/S	O/S	28,256	O/S	19,39	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	3-4	O/S	20,532	O/S	O/S	21,414	O/S	19,39	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	4-5	O/S	32,654	O/S	O/S	37,572	O/S	19,39	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
	5-6	4,186	2,775	2,257	2,075	1,917	2,257	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
B	1-1	2,983	4,373	5,524	2,983	2,94	3,113	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-2	28,625	18,611	40,165	26,759	20,606	28,625	40,25	40,25	100,6	20,27	20,27	20,27
	2-3	57,142	25,137	54,677	38,923	28,625	45,075	100,6	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	3-4	49,111	26,678	48,122	39,028	25,028	35,423	100,6	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	4-5	40,913	24,228	28,625	28,625	27,475	27,599	100,6	40,25	40,25	20,12	20,12	20,12
	5-6	5,524	3,502	2,893	3,024	2,866	2,893	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
C	1-1	2,424	3,297	5,142	2,424	2,41	2,544	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-2	25,737	32,393	65,541	22,597	28,625	33,902	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	2-3	71,055	35,523	22,334	34,124	28,625	28,625	100,6	40,25	40,25	80,51	80,51	80,51
	3-4	21,766	34,645	69,129	28,625	28,625	33,239	40,25	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	4-5	67,261	33,411	25,482	34,382	28,625	22,598	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	5-6	4,081	2,385	2,225	2,023	1,911	2,225	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
D	1-1	2,436	3,322	5,166	2,436	2,421	2,556	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-2	23,953	31,937	64,293	20,907	28,036	31,006	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	2-3	69,25	34,29	21,802	33,295	28,625	28,625	100,6	40,25	40,25	80,51	80,51	80,51
	3-4	21,612	33,846	68,61	28,625	28,625	33	40,25	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	4-5	64,764	32,287	23,75	31,224	27,852	20,917	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	5-6	4,083	2,387	2,225	2,025	1,912	2,225	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
E	1-1	2,44	3,332	5,176	2,44	2,425	2,56	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-2	25,691	33,813	67,781	22,674	28,625	32,618	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	2-3	72,224	36,323	22,678	34,66	28,661	28,625	100,6	40,25	40,25	80,51	80,51	80,51
	3-4	22,543	35,978	71,762	28,625	28,856	34,449	40,25	40,25	100,6	80,51	80,51	80,51
	4-5	68,046	34,012	25,518	32,74	28,625	22,652	100,6	100,6	100,6	20,27	20,27	20,27
	5-6	4,082											

Anexo F

H	5 - 6	5,524	4,353	3,468	3,605	2,943	3,468	20,12	20,12	20,12	10,13	10,13	10,13
	1-1	2,733	4,27	5,524	2,733	2,711	2,859	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
	1 - 2	O/S	36,557	O/S	O/S	39,463	O/S	15,52	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	2 - 3	O/S	29,059	O/S	O/S	32,378	O/S	19,39	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	3 - 4	O/S	28,753	O/S	O/S	32,293	O/S	19,39	15,52	19,39	15,52	15,52	15,52
	4 - 5	O/S	42,552	O/S	O/S	47,2	O/S	19,39	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52
5 - 6	5,387	3,596	2,5	2,664	2,465	2,5	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	15,52	
3b	A - B	O/S	32,996	O/S	O/S	35,22	O/S	7,76	7,76	7,76	23,27	23,27	23,27

INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS													
PISO 3		VERIFICACION						ACERO LONGITUDINAL REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero Superior (cm ²)			Area de Acero Inferior (cm ²)			Area de Acero Superior (cm ²)			Area de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha									
A	1-1	O/S	2,629	15,198	O/S	6,984	7,264	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07
	1 - 2	46,014	16,702	30,465	40,628	17,478	27,891	5,07	5,07	7,6	6,33	6,33	6,33
	2 - 3	30,193	11,55	33,548	27,472	11,55	29,282	7,6	5,07	6,33	5,07	5,07	5,07
	3 - 4	25,98	9,894	24,654	22,176	11,545	21,869	6,33	5,07	7,6	5,07	5,07	5,07
	4 - 5	34,032	15,671	45,519	30,685	16,894	41,324	7,6	5,07	5,07	6,33	6,33	6,33
	5 - 6	9,897	7,879	8,664	5,524	4,57	8,664	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07
B	1-1	O/S	7,419	10,951	O/S	5,176	5,524	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
	1 - 2	13,048	6,152	9,792	9,145	6,774	4,849	15,2	15,2	40,54	15,2	15,2	15,2
	2 - 3	10,224	2,846	11,55	5,061	4,376	5,828	40,54	15,2	40,54	35,47	35,47	35,47
	3 - 4	7,812	2,002	8,103	3,876	2,719	4,02	40,54	15,2	40,54	35,47	35,47	35,47
	4 - 5	11,55	4,707	11,887	6,072	6,595	10,05	40,54	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
	5 - 6	6,736	4,653	5,708	4,406	3,191	5,708	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
C	1-1	8,036	6,659	9,192	8,036	4,349	5,524	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
	1 - 2	11,682	6,681	13,921	7,668	4,514	9,109	15,2	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2
	2 - 3	13,02	4,23	4,23	8,53	11,55	11,55	40,54	40,54	15,2	35,47	35,47	35,47
	3 - 4	4,28	4,28	13,178	11,55	11,512	8,632	15,2	40,54	40,54	35,47	35,47	35,47
	4 - 5	14,167	5,865	11,55	9,267	4,592	8,691	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2	15,2
	5 - 6	6,443	4,296	5,442	4,219	3,053	5,442	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
D	1-1	8,031	6,668	9,188	8,031	4,347	5,524	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
	1 - 2	11,55	6,485	13,634	7,49	4,424	8,925	15,2	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2
	2 - 3	12,87	4,182	4,182	8,434	11,55	11,55	40,54	40,54	15,2	35,47	35,47	35,47
	3 - 4	4,236	4,236	13,041	11,55	11,534	8,544	15,2	40,54	40,54	35,47	35,47	35,47
	4 - 5	13,84	5,669	11,55	9,057	4,489	8,301	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2	15,2
	5 - 6	6,454	4,308	5,452	4,226	3,059	5,452	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
E	1-1	8,034	6,668	9,19	8,034	4,348	5,524	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
	1 - 2	11,985	6,817	13,995	8,023	4,537	9,157	15,2	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2
	2 - 3	13,153	4,272	4,272	8,616	11,55	11,55	40,54	40,54	15,2	35,47	35,47	35,47
	3 - 4	4,322	4,322	13,312	11,55	11,534	8,718	15,2	40,54	40,54	35,47	35,47	35,47
	4 - 5	14,185	6,002	11,55	9,279	4,597	9,043	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2	15,2
	5 - 6	6,458	4,311	5,456	4,229	3,061	5,456	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
F	1-1	8,057	6,676	9,213	8,057	4,359	5,524	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
	1 - 2	13,617	7,83	14,969	10,105	4,843	9,78	15,2	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2
	2 - 3	14,012	4,543	4,543	9,168	11,55	11,55	40,54	40,54	15,2	35,47	35,47	35,47
	3 - 4	4,582	4,582	14,137	11,55	11,548	9,248	15,2	40,54	40,54	35,47	35,47	35,47
	4 - 5	15,133	6,994	12,567	9,885	4,958	11,135	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2	15,2
	5 - 6	6,46	4,311	5,458	4,23	3,061	5,458	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
G	1-1	O/S	7,445	10,953	O/S	5,176	5,524	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
	1 - 2	17,087	16,577	36,673	11,55	13,22	24,574	15,2	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2
	2 - 3	39,599	19,456	11,55	21,571	18,607	11,55	40,54	40,54	15,2	35,47	35,47	35,47
	3 - 4	11,55	19,589	39,775	11,55	18,65	21,596	15,2	40,54	40,54	35,47	35,47	35,47
	4 - 5	36,977	16,338	15,726	24,467	13,327	11,55	40,54	40,54	15,2	15,2	15,2	15,2
	5 - 6	6,756	4,674	5,727	4,42	3,201	5,727	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
H	1-1	O/S	8,804	15,475	O/S	7,109	7,389	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07
	1 - 2	O/S	22,76	41,349	O/S	23,805	42,486	5,07	5,07	7,6	6,33	6,33	6,33
	2 - 3	36,097	12,274	43,42	37,015	12,274	34,975	7,6	5,07	6,33	5,07	5,07	5,07
	3 - 4	43,865	12,376	36,368	35,164	12,281	37,424	6,33	5,07	7,6	5,07	5,07	5,07
	4 - 5	40,781	22,126	O/S	41,696	23,494	57,443	7,6	5,07	5,07	6,33	6,33	6,33
	5 - 6	9,971	7,948	O/S	5,524	4,604	O/S	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07

INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS													
PISO 1		ACERO LONGITUDINAL DE NERVIOS (ETABS)						ACERO LONGITUDINAL NERVIOS REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero Superior (cm ²)			Area de Acero Inferior (cm ²)			Area de Acero Superior (cm ²)			Area de Acero Inferior (cm ²)		
		Izquierda	Centro	Derecha									
1	A-B	O/S	11,677	17,241	O/S	13,44	13,472	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	9,335	3,808	10,193	5,554	4,068	6,37	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	10,522	3,527	10,557	6,764	4,068	6,533	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	10,447	3,442	10,598	6,491	4,068	6,607	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7
	E-F	10,459	4,068	10,459	6,547	4,084	6,463	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83
	F-G	10,742	4,068	10,671	6,795	4,104	6,632	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	17,681	9,596	O/S	13,37	11,212	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	G' - H'	1,954	4,068	4,39	3,061	4,92	5,063	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
1'	A-B	12,838	7,338	10,212	11,162	8,659	7,339	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	7,157	3,259	8	4,803	3,843	5,362	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	8,54	3,023	8,575	5,876	4,068	5,654	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	8,491	2,937	8,625	5,646	3,982	5,708	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7
	E-F	8,647	3,724	8,641	5,834	4,068	5,701	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83
	F-G	9,229	4,068	9,46	6,272	4,068	6,548	11,64	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	G-G'	9,359	6,131	3,147	6,488	4,904	3,435	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	8,196	4,163	8,057	7,458	5,709	5,048	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
1''	B-C	7,445	3,382	8,24	5,424	3,799	5,733	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	8,859	3,209	8,903	6,433	4,068	6,187	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	8,819	3,145	8,967	6,211	4,068	6,238	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7
	E-F	8,973	3,95	9,011	6,404	4,068	6,258	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83
	F-G	9,943	4,068	10,582	7,121	4,191	7,911	11,64	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	G-G'	7,525	4,865	2,417	5,023	4,068	2,403	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	8,367	4,068	9,57	7,714	5,518	6,325	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	9,28	4,068	10,07	7,258	4,068	7,433	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
1'''	C-D	10,775	4,061	10,866	8,313</								

Anexo F

	B-C	12,904	4,594	13,528	10,812	4,906	10,852	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	C-D	14,426	4,473	14,45	12,009	5,287	11,594	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	D-E	14,345	4,465	14,598	11,706	5,164	11,735	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	14,387	5,351	14,784	11,799	5,941	11,898	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	15,824	6,491	17,689	12,862	7,031	14,836	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	16,636	6,308	O/S	12,362	6,8	19,82	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
G'	1' - 1'	0,998	4,42	4,068	1,596	4,744	4,484	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	
H'	1' - 1'	6,646	3,929	2,225	5,704	4,318	3,831	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	
2	A-B	O/S	8,717	O/S	O/S	10,218	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	B-C	O/S	6,405	O/S	19,828	6,956	O/S	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	C-D	O/S	6,206	O/S	O/S	7,137	O/S	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	D-E	O/S	6,235	O/S	O/S	7,014	O/S	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	O/S	7,723	O/S	O/S	8,418	O/S	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	O/S	9,18	O/S	O/S	9,777	O/S	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	O/S	9,632	O/S	O/S	10,139	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	2'	A-B	11,387	5,764	13,801	10,245	7,031	10,23	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
B-C		13,097	4,85	13,538	10,109	5,413	10,965	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
C-D		12,391	4,694	13,107	10,189	5,596	10,24	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
D-E		12,918	4,756	13,066	10,209	5,444	10,126	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
E-F		13,24	5,232	13,054	10,098	5,978	9,761	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
F-G		13,975	6,286	14,776	10,707	6,98	11,253	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
G-H		18,517	6,493	12,41	13,929	7,64	1,515	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
2''		A-B	6,164	3,966	9,025	5,529	4,068	5,241	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	10,949	4,068	9,332	7,515	4,068	8,053	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	C-D	8,273	3,401	8,743	6,829	4,068	6,708	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	D-E	8,713	3,423	8,844	6,736	4,068	6,733	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	8,903	3,897	8,949	6,5	4,068	6,535	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	9,446	4,068	10,25	7,165	4,097	7,604	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	11,878	4,068	9,106	8,771	4,612	8,334	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	2'''	A-B	4,387	2,917	7,061	4,068	4,068	4,068	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
B-C		9,664	3,696	6,719	5,212	3,925	6,417	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
C-D		5,754	2,209	6,266	4,313	3,202	4,304	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
D-E		6,281	2,247	6,357	4,214	2,907	4,256	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
E-F		6,562	2,53	6,389	4,087	3,329	4,068	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
F-G		7,135	3,302	7,764	4,909	4,068	5,183	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
G-H		9,171	3,77	8,851	7,259	4,114	7,112	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
2''''		A-B	5,073	2,798	6,018	4,468	4,068	4,068	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	9,067	3,588	4,833	4,374	3,404	5,491	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	C-D	4,51	1,62	5	4,068	2,651	4,068	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	D-E	5,057	1,657	5,096	3,972	2,378	4,068	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	5,382	1,838	5,087	3,87	2,62	3,804	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	5,816	2,381	6,121	4,068	4,068	4,068	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	8,415	4,512	12,2	8,067	5,493	8,825	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	3	B-C	9,677	4,068	4,068	4,656	3,049	4,734	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
C-D		4,172	1,497	4,609	3,743	2,631	3,715	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
D-E		4,688	1,528	4,706	3,478	2,377	3,598	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
E-F		5,029	1,63	4,685	3,392	2,394	3,327	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
F-G		5,291	1,956	5,351	4,068	4,068	3,976	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
G-H		7,761	7,381	O/S	8,386	7,622	19,87	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
B-C		8,983	3,835	4,286	4,335	2,971	4,979	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
C-D		4,594	1,606	4,955	4,068	2,622	4,068	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
3'	D-E	5,035	1,635	5,047	3,935	2,379	4,037	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	5,37	1,808	5,081	3,824	2,594	3,823	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	5,901	2,424	6,224	4,068	4,068	4,068	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	8,081	4,4	11,843	7,768	5,373	8,46	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	B-C	9,334	3,715	5,92	5,22	3,456	5,698	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	C-D	5,749	2,12	6,146	4,283	3,134	4,192	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	D-E	6,202	2,202	6,24	4,121	2,871	4,177	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	6,531	2,457	6,389	4,068	3,29	4,091	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
3''	F-G	7,272	3,349	7,908	5,073	4,068	5,282	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	8,742	3,697	8,516	6,893	4,068	6,741	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	B-C	10,457	4,068	8,56	7,368	4,068	7,372	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	C-D	8,072	3,236	8,536	6,56	4,068	6,497	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	D-E	8,506	3,317	8,637	6,48	3,977	6,571	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	8,831	3,785	8,958	6,315	4,068	6,578	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	9,611	4,068	10,255	7,328	4,078	7,539	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	11,366	4,068	8,65	8,326	4,443	7,798	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
3'''	B-C	12,632	4,559	12,413	10,013	5,218	10,061	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	C-D	12,074	4,509	12,376	9,895	5,291	9,664	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	D-E	12,582	4,596	12,387	9,925	5,279	9,664	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	13,082	5,189	12,76	9,904	5,882	9,664	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	13,759	6,048	14,41	10,654	6,723	10,959	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	17,367	6,162	11,588	13,037	7,026	10,677	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	10,13	10,13	20,27	20,27	20,27	20,27	20,27
	B-C	19,837	6,038	O/S	17,277	6,64	19,75	10,13	10,13	10,13	7,76	5,7	5,7	5,7
4	C-D	O/S	5,944	O/S	O/S	6,671	20,116	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	D-E	O/S	6,014	O/S	O/S	6,674	20,243	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	E-F	O/S	7,599	O/S	O/S	8,129	O/S	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	O/S	8,814	O/S	O/S	9,299	O/S	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	O/S	9,142	O/S	O/S	9,537	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	A-B	12,851	4,068	9,304	12,262	4,73	7,172	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	B-C	12,194	4,545	12,921	10,491	4,864	10,753	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	C-D	12,988	4,339	13,372	11,37	4,871	11,448	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
4'	D-E	13,053	4,389	13,319	11,355	4,881	11,673	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7	
	E-F	13,858	5,604	14,615	12,039	5,915	12,87	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	15,598	6,397	16,783	13,59	6,696	15,004	11,64	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	14,702	5,549	11,996	7,688	4,068	7,308	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73	
	A-B	6,143	2,813	6,909	5,954	4,068	4,744	10,13	10,13	20,27	6,73	6,73	6,73	
	B-C	9,825	4,068	9,327	8,093	4,068	8,595	10,13	10,13	20,27	20,27	20,27	20,27	
	C-D	9,37	4,068	10,826	7,589	4,068	8,595	10,13	10,13	10,13	20,27	20,27	20,27	
	D-E	9,867	4,068	10,017	8,138	4,068	8,386	20,27	20,27	11,64	5,7	5,7	5,7	
4''	E-F	11,377	4,591	12,032	9,467	4,889	10,261	7,76	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83	
	F-G	13,595	5,013	13,058	11,518	5,271	11,209	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7	
	G-H	10,221	4,068	7,313	7,688	4,068	7,308	7,76	7,76	7,76	7,92	7,92	7,92	
	A-B	6,849	3,56	7,037	6,372	4,068	4,808	5,7	5,7	5,7	8,55	8,55	8,55	
	B-C	2,366	4,068	7,405	2,366	4,068	5,526	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	
	C-C'	7,302	4,068	2,335	5,659	4,068	2,335	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	
	D-D'	0,023	0,479	0,724	0,03	0,216	0,361	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	
	E-E'	8,561	3,54	8,787	6,686	4,068	7,1	5,7	5,					

Anexo F

	G - H	10,535	4,891	11,192	8,628	6,194	10,2	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
B'	4" - 4w	0,659	1,273	0,215	0,722	1,835	0,195	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
C'	4" - 4w	0,957	1,122	0,378	0,901	1,794	0,28	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
5	A-B	O/S	10,201	15,996	O/S	11,932	11,727	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	9,601	3,357	10,234	4,952	4,068	5,745	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	10,615	3,376	10,785	6,101	4,068	6,144	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	11,04	3,511	11,093	6,397	4,083	6,947	7,76	7,76	11,64	5,7	5,7	5,7
	E-F	12,85	4,068	13,532	8,019	4,918	9,301	11,64	7,76	11,64	15,83	15,83	15,83
	F-G	13,747	4,068	12,949	9,425	5,062	8,1	11,64	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	G-H	18,03	9,44	O/S	13,745	11,439	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	BC1	2-2'	1,21	0,79	1,191	0,93	0,632	0,973	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
BC2	2-2'	1,698	1,035	1,211	1,187	0,668	0,83	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
BC1	3-4w	0,83	0,81	1,216	0,729	0,723	0,954	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
BC2	3-4w	1,255	0,97	1,584	0,942	0,659	1,112	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
CD1	2-2'	1,579	0,996	1,466	0,958	0,514	0,976	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
CD2	2-2'	1,734	1,054	1,312	1,077	0,523	0,763	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
CD1	3-4w	1,291	0,987	1,564	0,909	0,59	0,998	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
CD2	3-4w	1,286	0,959	1,56	0,836	0,517	0,975	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
DE1	2-2'	1,674	1,029	1,361	1,028	0,488	0,786	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
DE2	2-2'	1,675	1,099	1,533	1,008	0,538	0,94	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
DE1	3-4w	1,205	0,993	1,63	0,731	0,537	1,046	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
DE2	3-4w	1,479	1,021	1,53	0,977	0,548	0,939	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
EF1	2-2'	1,794	1,198	1,359	1,094	0,657	0,784	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
EF2	2-2'	1,686	1,272	1,799	0,96	0,714	1,214	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
EF1	3-4w	1,218	1,117	1,709	0,76	0,674	1,081	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
EF2	3-4w	1,709	1,18	1,57	1,233	0,725	0,933	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
FG1	2-2'	2,004	1,489	1,511	1,273	0,932	0,936	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
FG2	2-2'	1,889	1,895	2,884	1,216	1,357	2,281	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
FG1	3-4w	1,393	1,38	1,876	0,935	0,922	1,219	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
FG2	3-4w	2,76	1,839	1,827	2,253	1,387	1,228	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
GH1	2-2'	2,232	2,203	2,659	1,548	1,687	2,109	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
GH2	2-2'	2,887	1,976	2,788	2,236	1,695	2,64	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
GH1	3-4w	2,478	1,974	2,032	2,029	1,551	1,422	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
GH2	3-4w	2,576	1,892	2,838	2,52	1,69	2,248	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43

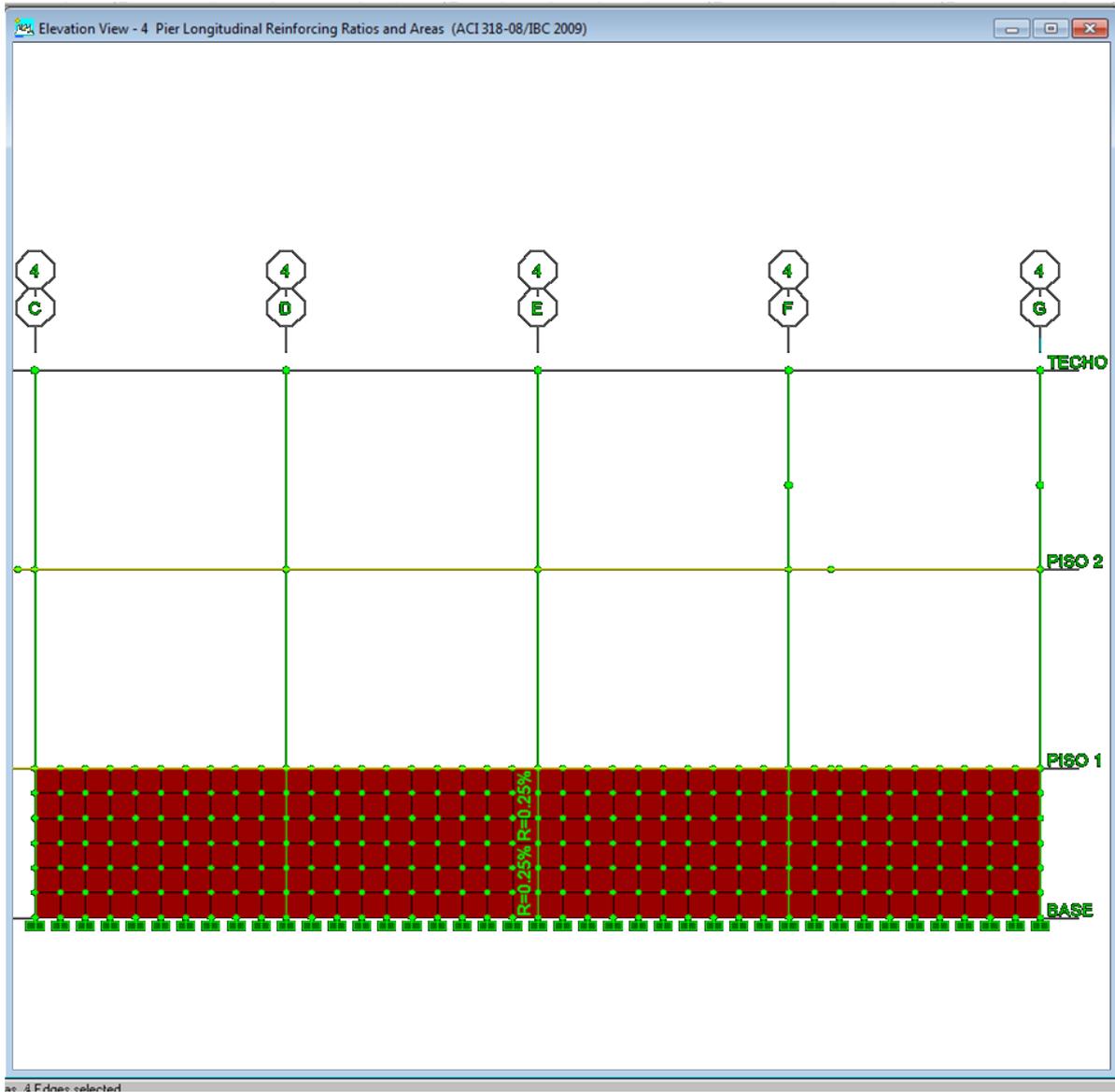
INSTITUTO DE MECANICA DE FLUIDOS													
PISO 2		ACERO LONGITUDINAL DE NERVIOS (ETABS)						ACERO LONGITUDINAL NERVIOS REAL					
Eje Long.	Eje Transv.	Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)			Área de Acero Superior (cm²)			Área de Acero Inferior (cm²)		
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
1	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	9,496	4,068	12,493	5,653	4,831	8,12	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	13,701	4,068	13,502	9,491	4,885	9,054	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	13,438	4,068	13,55	9,024	4,7	9,129	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	13,146	4,068	12,705	8,813	4,704	8,326	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	13,427	4,068	13,71	9,007	4,978	9,295	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	O/S	19,545	O/S	O/S	O/S	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	G' - H'	2,615	7,741	8,261	3,91	8,868	8,791	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
1"	A-B	O/S	14,435	13,858	O/S	15,954	11,038	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	6,35	4,068	9,097	4,245	4,068	6,143	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	9,867	3,647	9,795	7,174	4,068	6,739	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	9,794	3,651	9,883	6,816	4,068	6,913	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	9,609	3,653	9,04	6,655	4,068	6,136	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	10,64	4,068	11,485	7,478	4,41	8,573	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	G-G'	14,8	9,676	4,068	11,788	8,496	4,068	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	14,7	8,533	9,191	13,918	10,237	6,279	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
1'''	B-C	5,99	4,068	8,635	4,338	4,068	5,794	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	9,037	3,308	9,083	6,732	4,068	6,263	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	9,116	3,385	9,213	6,43	4,068	6,541	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	8,939	3,415	8,258	6,244	4,068	5,694	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	10,797	4,153	12,528	7,775	4,937	9,944	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	G-G'	11,372	7,469	3,588	8,754	6,225	3,546	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	14,25	8,02	10,149	13,613	9,748	6,951	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	7,043	4,068	9,657	5,44	4,068	6,638	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
1''	C-D	9,958	3,701	10,146	7,709	4,068	7,208	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	10,175	3,852	10,277	7,436	4,068	7,553	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	9,949	3,883	9,161	7,177	4,068	6,593	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	12,77	5,38	15,52	9,554	6,186	12,824	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	G-G'	15,775	10,733	4,91	12,14	9,125	5,071	7,76	7,76	7,76	6,12	6,12	6,12
	A-B	4,068	2,264	4,281	4,074	4,068	4,622	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
	B-C	O/S	12,258	16,245	O/S	13,836	12,812	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	C-D	9,571	4,278	12,077	7,86	4,455	8,945	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
G'	D-E	12,644	4,068	12,958	10,366	4,792	9,82	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	12,94	4,068	13,087	10,059	4,676	10,209	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	12,608	4,068	11,835	9,685	4,708	9,164	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	16,493	7,517	O/S	13,075	8,33	17,771	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	O/S	12,929	O/S	O/S	14,806	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	1' - 1'	1,228	5,902	4,068	2,026	6,307	4,394	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
	1' - 1'	8,125	4,068	3,718	7,076	5,231	4,318	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
	2	A-B	O/S	16,58	O/S	O/S	18,406	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73
B-C		15,933	6,019	19,14	13,939	6,259	16,075	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
C-D		19,85	5,805	O/S	17,55	6,775	17,055	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
D-E		20,247	5,915	O/S	17,253	6,661	17,359	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
E-F		19,916	5,91	18,959	16,864	6,674	16,207	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
F-G		O/S	11,114	O/S	O/S	11,802	O/S	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
G-H		O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
A-B		O/S	11,644	17,049	19,161	13,111	18,06	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
2'	B-C	10,93	4,068	11,333	8,369	4,068	8,914	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	11,279	4,068	11,947	9,145	4,43	8,919	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	11,765	4,068	11,87	8,911	4,328	8,978	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	11,642	4,068	10,69	8,745	4,385	8,076	7,7					

Anexo F

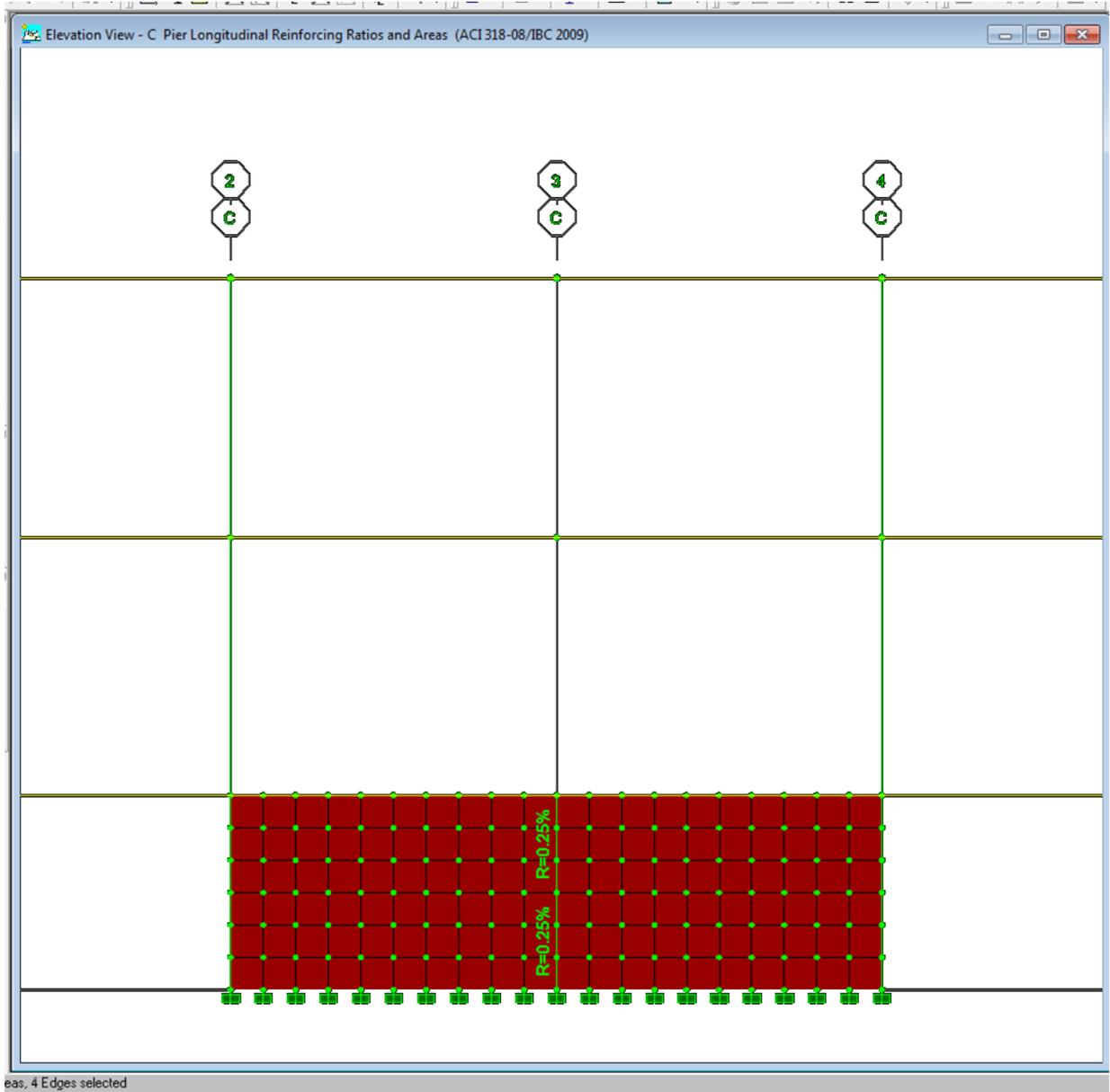
	D-E	5,728	1,904	5,905	4,068	2,832	4,068	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	5,921	2,042	5,26	4,068	3,15	9,905	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	6,872	4,068	9,242	5,298	4,068	7,005	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	11,735	6,691	13,91	10,382	7,669	12,496	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	O/S	12,716	O/S	O/S	14,154	15,711	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
2"	B-C	12,663	5,188	5,34	7,122	4,455	6,02	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	4,399	1,626	5,018	3,425	2,94	3,891	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	4,593	1,553	4,787	3,009	2,295	3,134	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	4,904	1,59	4,26	3,427	2,694	2,795	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	5,411	3,113	7,163	4,068	3,824	5,016	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	12,094	10,697	19,685	12,324	10,969	16,425	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	19,291	7,099	5,469	12,669	6,134	6,629	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
3	C-D	4,068	1,521	4,684	2,92	2,819	3,523	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	4,232	1,441	4,432	2,777	2,277	3,116	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	4,894	1,587	4,227	3,395	2,673	2,773	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	5,699	2,98	7,464	4,068	3,905	4,735	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	12,439	10,593	19,91	11,938	11,17	16,24	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	13,763	5,561	5,553	8,472	5,028	6,279	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	C-D	4,315	1,616	4,985	3,317	2,915	3,846	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	4,564	1,545	4,76	2,991	2,277	3,116	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
3'	E-F	4,894	1,587	4,227	3,395	2,673	2,773	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	5,699	2,98	7,464	4,068	3,905	4,735	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	12,439	10,593	19,91	11,938	11,17	16,24	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	11,98	4,407	6,265	7,84	4,324	6,018	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	C-D	5,36	1,94	6,02	4,068	3,292	4,068	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	5,659	1,883	5,84	4,068	2,793	4,068	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	5,88	2,034	5,185	4,068	3,108	3,745	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	7,161	4,068	9,557	5,02	4,068	6,642	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
3''	G-H	11,997	6,464	13,911	9,805	7,826	12,208	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	10,937	4,068	8,148	8,047	4,068	6,809	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	C-D	7,422	2,803	8,083	5,49	4,068	5,527	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	7,814	2,796	7,968	5,254	3,791	5,356	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	7,867	2,951	7,088	5,281	3,998	4,64	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	9,492	4,313	12,636	7,136	4,974	9,547	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	15,944	6,312	14,328	12,3	8,072	13,622	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	11,174	4,068	11,355	9,263	4,094	8,888	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
3'''	C-D	11,019	4,068	11,688	8,856	4,313	8,703	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	11,524	4,068	11,62	8,666	4,236	8,761	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	11,403	4,068	10,423	8,515	4,295	7,75	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	13,519	6,582	17,558	10,68	7,315	14,166	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	O/S	10,803	O/S	O/S	12,709	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	26,6	10,13	30,4	15,2	20,27	15,2
	B-C	14	5,903	18,681	12,613	6,225	15,525	20,27	10,13	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	19,327	5,659	19,8	16,989	6,586	16,585	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
4	D-E	19,75	5,747	19,841	16,733	6,505	16,882	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	19,387	5,768	18,343	16,359	6,515	15,571	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	O/S	10,775	O/S	O/S	11,542	O/S	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	17,821	15,028	O/S	17,543	16,551	19,655	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	8,33	4,295	11,813	7,137	4,528	8,546	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	12,296	4,068	12,456	9,944	4,63	9,474	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	12,59	4,068	12,689	9,689	4,549	9,865	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
4'	E-F	12,229	4,068	11,394	9,329	4,584	8,701	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	15,667	7,084	19,673	12,33	7,864	16,649	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	O/S	10,975	O/S	O/S	12,89	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	15,598	8,069	9,164	15,239	9,653	6,308	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	8,16	4,068	9,49	5,004	4,068	6,355	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	9,602	3,535	9,74	7,288	4,068	6,859	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	9,813	3,663	9,88	7,064	4,068	7,203	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	9,558	3,733	8,743	6,814	4,068	6,155	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
4''	F-G	11,929	4,834	14,323	8,732	5,572	11,609	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	16,653	6,736	14,472	12,251	8,692	14,213	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	15,062	7,952	7,95	14,562	9,528	5,414	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	5,129	4,027	8,341	4,068	4,068	5,442	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	8,604	3,118	8,602	6,264	4,068	5,858	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	8,653	3,159	8,726	5,991	4,068	6,119	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	8,464	3,234	7,765	5,823	4,068	5,209	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	9,896	4,068	11,234	6,945	4,23	8,648	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
4'''	G-H	14,633	7,326	14,539	10,817	9,211	14,025	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	A-B	O/S	12,725	12,711	O/S	14,302	10,318	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	5,218	4,068	8,404	4,068	4,068	5,534	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	9,205	3,419	9,078	6,591	4,068	6,215	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	9,061	3,365	9,14	6,23	4,068	6,343	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	8,896	3,419	8,304	6,112	4,068	5,525	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	9,486	3,906	9,953	6,449	4,068	7,178	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	17,64	13,214	O/S	14,233	14,958	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
5	A-B	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	20,141	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73
	B-C	8,704	4,068	12,141	4,233	4,637	6,73	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	C-D	13,629	4,068	13,35	8,326	4,632	7,947	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	D-E	13,241	4,068	13,345	7,823	4,426	7,936	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	E-F	13,029	4,03	12,469	7,711	4,469	7,083	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	F-G	12,869	3,991	12,925	7,46	4,163	7,51	7,76	7,76	7,76	5,7	5,7	5,7
	G-H	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	7,76	7,76	7,76	6,73	6,73	6,73

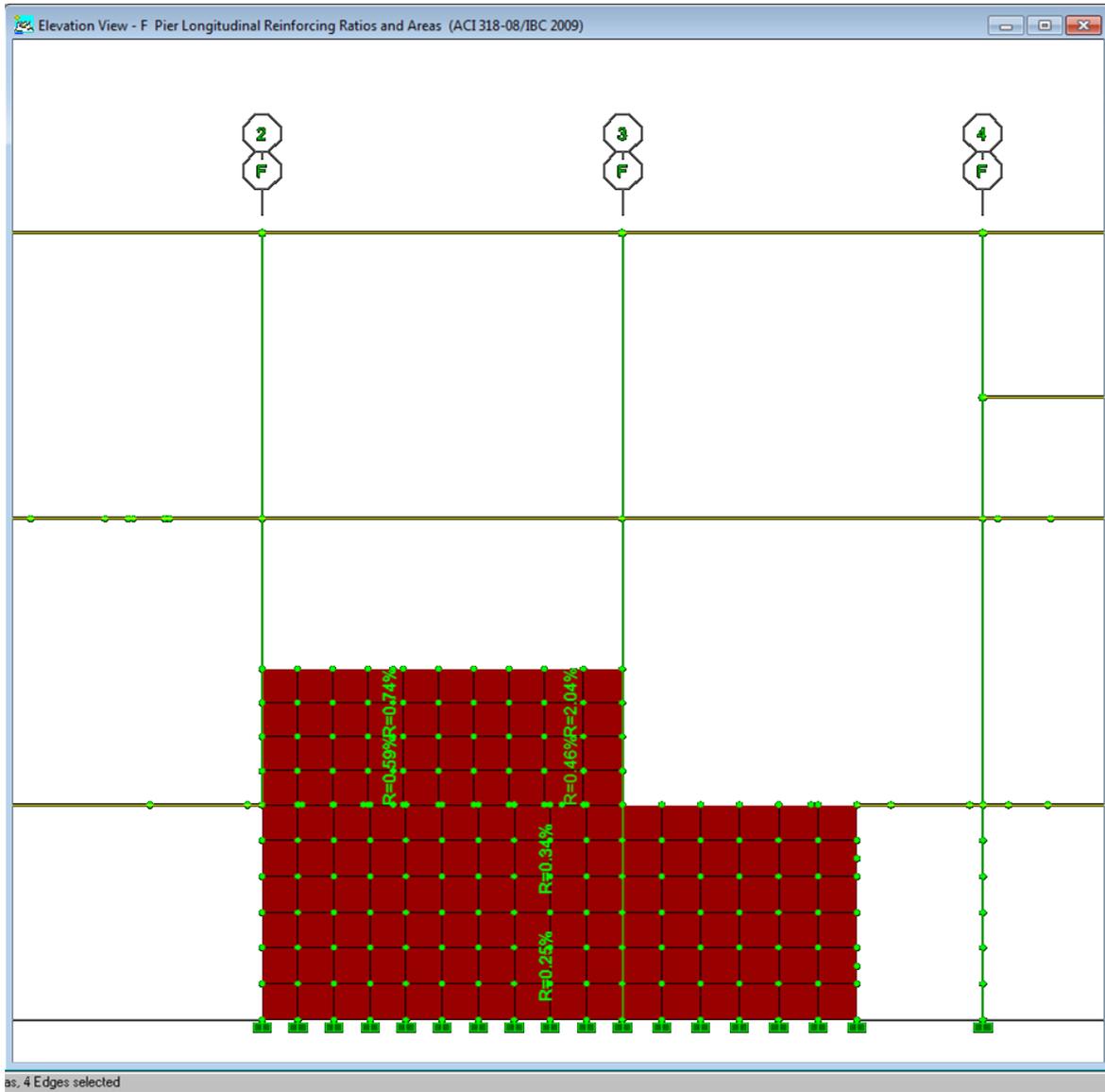
ANEXO G

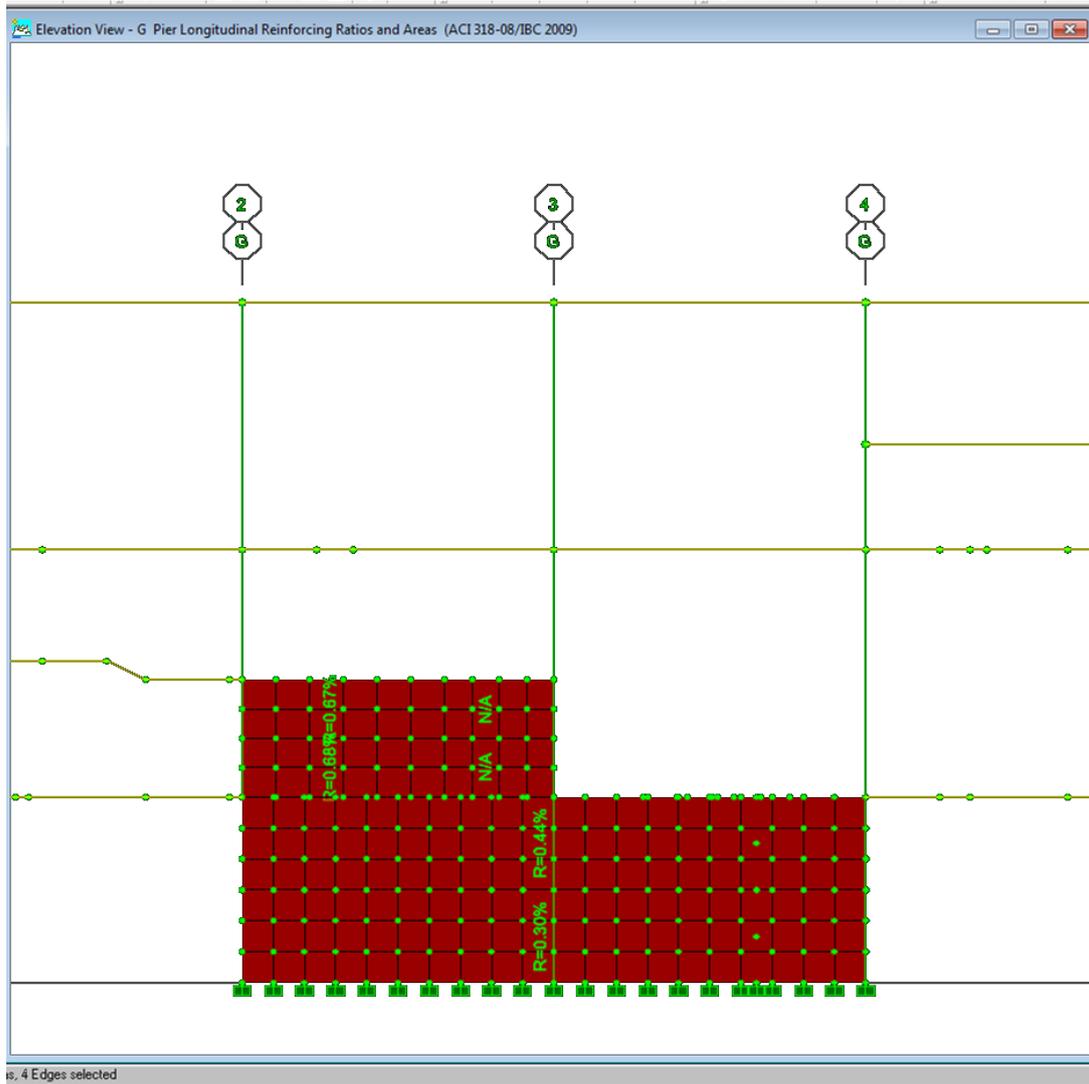
**Imagen de los pórticos del Laboratorio de Hidráulica que contienen muros
y la cuantía arrojada por el programa**

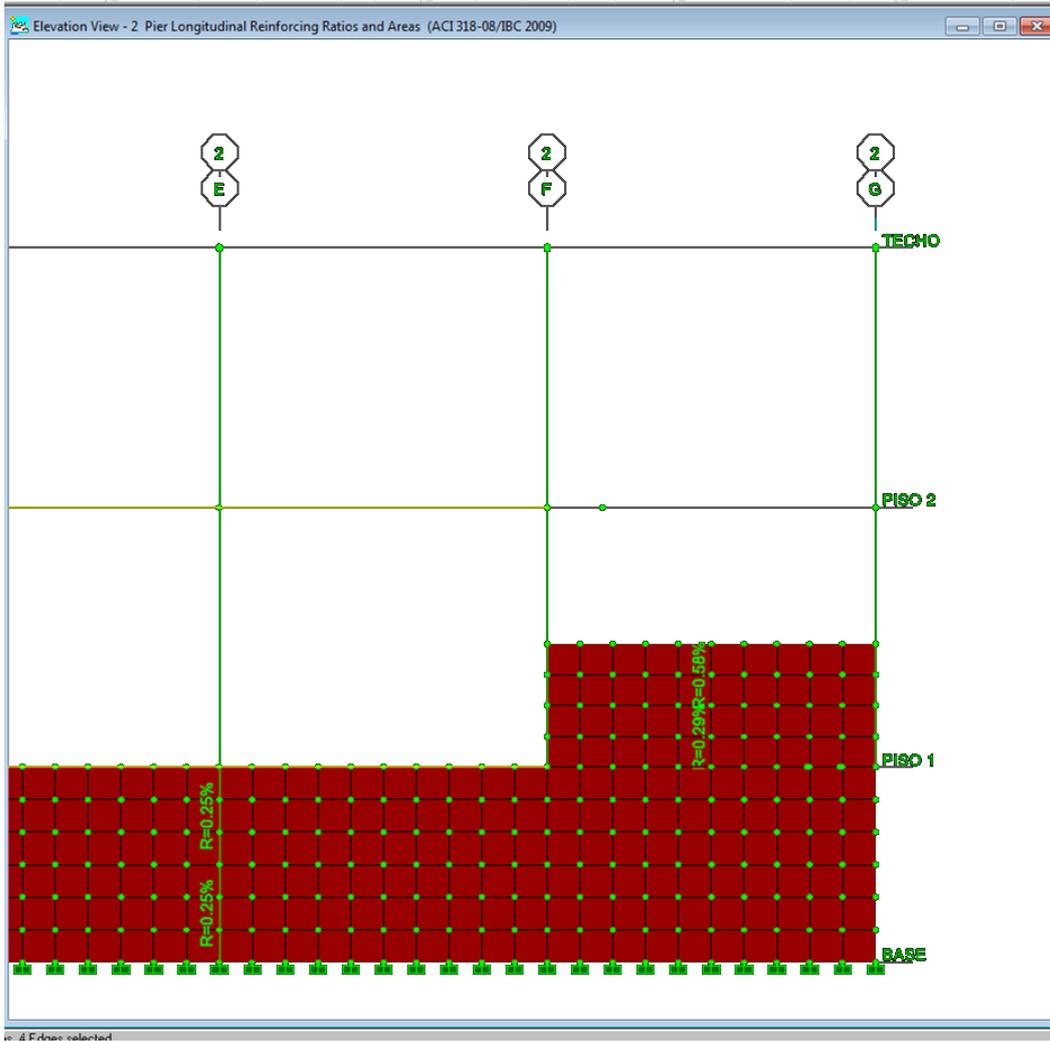


Re: 4 Frames selected









ANEXO H

Imagen tomada de la página web de la Universidad de Iowa en Estados Unidos



THE UNIVERSITY OF IOWA
IIHR
Hydroscience & Engineering
College of Engineering





[Home](#) [About](#) [Education](#) [Research](#) [Shops & Services](#) [Facilities & Resources](#) [LACMRERS](#) [People](#) [News & Events](#)

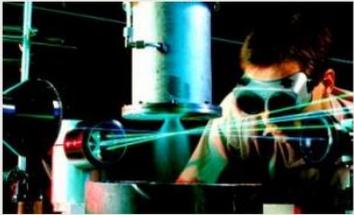
Education

- Graduate Program
- Admission, Assistantships, and Fellowships
- Graduate Student Opportunities
- Undergraduate Opportunities
- International Perspectives
- Student Service Projects
- Fluids Lab »
- Meet Our Faculty and Staff
- Meet Our Students
- Meet Our Alumni
- Student Organization (SIIHR)

Fluids Lab

IIHR—Hydroscience & Engineering has a long tradition of excellence in fluid mechanics and hydraulics instruction. The tradition, which dates back in the early 1930s, continues today. In February 1995, IIHR proposed consolidating the fluids teaching laboratories in the College of Engineering to form a single state-of-the-art teaching facility, supported by the IIHR mechanical and electronics shop, as well as computer personnel.

The Fluids Lab is an integrated learning environment for fluids-related disciplines developed by IIHR—Hydroscience & Engineering for the University of Iowa's College of Engineering. The Fluids Lab helps students understand the basic flow mechanisms and familiarizes these future engineers with the latest developments in experimental techniques and instrumentation. A unique feature of the Fluids Lab is that it aims to train undergraduate as well as graduate students on the use and application of advanced numerical models in a simple and effective manner, in conjunction with a state-of-the-art experimental facility devoted to instruction.





1950's



Building on a long tradition in developing education aids, today's Fluid Lab provide unrestricted and user-friendly access to a comprehensive compilation of fluid mechanics and hydraulics literature, experiments, numerical