

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Venado Tuerto

Tratamiento de Efluente de Proceso de Cromado

Alumno: **Leandro Andrés Donati Scatassi**

Director Técnico: **Ing. Alberto Enrique Armas**

Profesor Asignatura Proyecto Integrador: **Ing. Carlos Alberdi**

Asesores:

Ing. Jorge Rena
Ing. Oscar Braun
Dr. Adolfo Guzmán
Ing. Luis Barello

23/06/2008

PROYECTO INTEGRADOR N° 20

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****AGRADECIMIENTOS**

- ✓ A mis padres.
- ✓ A mi familia en general.
- ✓ A mis amigos.
- ✓ A mis compañeros de estudio.
- ✓ Al Agrim. Walter Meier.
- ✓ A la comunidad universitaria de la Facultad Regional Venado Tuerto de la Universidad Tecnológica Nacional.

- ✓ Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Venado Tuerto.
- ✓ Ing. Pablo Pisaco
- ✓ Ing. Ignacio Huerga
- ✓ Ing. Alberto Armas
- ✓ Ing. Jorge Rena
- ✓ Ing. Flaviano Maggioni
- ✓ Ing. Oscar Braun
- ✓ Dr. Julio Vera Candiotti
- ✓ Dr. Adolfo Guzmán
- ✓ Ing. Luis Barello
- ✓ Lic. Celina Lauría (I.D.M.S.A.)
- ✓ Ing. Carlos Carrere (Gerente COPESA S.R.L.)
- ✓ Atenas Ventilación

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****RESUMEN DEL PROYECTO PRESENTADO**

El tratamiento superficial de los metales es un procedimiento industrial muy difundido. Este proceso, confiere protección contra la corrosión a aquellos metales que naturalmente no la poseen. Por otra parte, está muy difundido el uso decorativo de esta herramienta. Los detalles sobre estos procedimientos se plasman en los primeros capítulos de este Proyecto Integrador.

La industria estudiada en el presente Proyecto se dedica a la fabricación de amortiguadores compuestos, entre otras piezas, por “vástagos” de acero, los cuales reciben un tratamiento de cromado para evitar la corrosión del metal.

Como en todo proceso industrial se obtienen “productos deseados”, los “vástagos”, y “productos no deseados”. En este caso, los últimos son las emisiones gaseosas y los efluentes líquidos con una cantidad muy alta de ácido crómico.

El objetivo del Proyecto, es estudiar la implementación de las acciones necesarias para cumplir con el límite obligatorio sin tratamiento de cromo establecido por la ley, para la descarga de efluentes en la red cloacal.

Como la industria de este Proyecto se encuentra plenamente operativa, es muy limitada o nula la posibilidad de modificaciones en el proceso industrial que no impliquen la detención del trabajo y requieran una gran inversión. No obstante, se analizan las acciones de “prevención de la contaminación”.

En una segunda etapa, se investigan las alternativas para elegir el método y los equipos de tratamiento adecuados, dentro de las limitaciones establecidas por el proceso industrial, el presupuesto y el espacio disponibles.

Finalmente, se diseña y calcula la obra civil de la Planta de Tratamiento de Efluente de Cromado, sobre la base de las consideraciones anteriores.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

INDICE

1)	<u>INTRODUCCION</u>	12
1.1)	<u>Características generales de la Industria en estudio</u>	12
1.1.1)	Objeto de la producción	12
1.1.2)	Localización de la industria	12
1.2)	<u>Efectos del cromo en el ser humano y el medio ambiente</u>	14
1.3)	<u>Marco Legal</u>	15
1.3.1)	Ley Nacional N° 25675 - Ley General del Ambiente	15
1.3.2)	Ley Nacional N° 24051 - Ley de Residuos Peligrosos	16
1.3.3)	Ley Provincial N° 11220 - Ley de transformación del sector público de agua potable, desagües cloacales y saneamiento	16
1.3.3.1)	<i>Límites para la descarga de efluentes cloacales</i>	16
1.3.4)	Ley Provincial N° 11717 - Ley de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable	16
1.3.4.1)	<i>Decreto Provincial N° 1844/02: Reglamenta los Artículos 22 y 23 de la Ley Provincial N° 11717</i>	17
1.3.4.2)	<i>Decreto Provincial N° 101/03: Reglamenta los Artículos 12, 18, 19, 20, 21 y 26 de la Ley Provincial N° 11717</i>	18
1.3.5)	Normas ISO 14000	18
2)	<u>INFORMACION GENERAL SOBRE LA INDUSTRIADEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL</u>	19
2.1)	<u>Algunas nociones sobre la industria de tratamientos superficiales</u>	19
2.1.1)	La industria de tratamientos superficiales	19
2.1.1.1)	<i>El flujo de materiales en los procesos de tratamientos de superficies</i>	19
2.1.1.2)	<i>Los productos no deseados</i>	20
2.1.2)	Operaciones que se realizan en los procesos típicos y productos no deseados que se generan	21
2.1.3)	Prevención de la contaminación	22
2.1.4)	Beneficios de la prevención de la contaminación	22
2.1.4.1)	<i>Costos de materiales y mano de obra</i>	22
2.1.4.2)	<i>Cumplimiento de la normativa ambiental</i>	23
2.1.4.3)	<i>La protección del ambiente</i>	23
2.2)	<u>Sustitución y especialización</u>	24
2.2.1)	Sustitución	24
2.2.2)	Especialización	24
2.3)	<u>El mantenimiento de los baños</u>	24
2.3.1)	Minimización del ingreso de contaminantes	24
2.3.1.1)	<i>Contaminación por piezas caídas</i>	25
2.3.1.2)	<i>Agua de alimentación</i>	25
2.4)	<u>Minimización del arrastre</u>	25
2.4.1)	Algunas medidas para reducir el arrastre	26
2.5)	<u>Operaciones de enjuague</u>	26
2.5.1)	Los diferentes tipos de enjuagues	27

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

2.5.1.1)	<i>Enjuague estanco</i>	27
2.5.1.2)	<i>Enjuague de entrada-salida</i>	27
2.5.1.3)	<i>Enjuague reactivo</i>	28
2.5.1.4)	<i>Enjuague en cascada</i>	28
2.5.1.5)	<i>Enjuagues químicos</i>	29
2.5.1.6)	<i>Enjuague de recupero</i>	30
2.5.2)	Estimación del caudal óptimo de enjuague	31
2.6)	<u>Diseño y cuidado de las instalaciones y equipos</u>	31
2.6.1)	Resaltos	31
3)	<u>TRATAMIENTOS SUPERFICIALES QUE UTILIZAN CROMO</u>	32
3.1)	<u>Procesos de conversión</u>	32
3.1.1)	Generalidades	32
3.1.2)	Pasivado	32
3.1.2.1)	<i>Productos no deseados</i>	33
3.1.2.2)	<i>Mantenimiento de los baños de pasivado</i>	34
3.1.2.2.1)	<u>Control del Ph</u>	34
3.1.2.2.2)	<u>Concentración de cromo</u>	34
3.1.2.2.3)	<u>Contaminación</u>	34
3.1.2.2.4)	<u>Defilmado previo</u>	34
3.1.2.3)	<i>Reducción del arrastre</i>	35
3.1.2.4)	<i>Enjuagues</i>	35
3.2)	<u>Anodizado</u>	36
3.2.1)	Introducción	36
3.2.2)	El proceso de anodizado	36
3.2.3)	Baños más utilizados en los procesos de anodizado	36
3.2.3.1)	<i>Anodizado crómico</i>	36
3.2.4)	Productos no deseados	36
3.2.4.1)	<i>Anodizado con ácido crómico</i>	37
3.2.4.2)	<i>Enjuagues</i>	37
3.2.5)	Mantenimiento de los baños	37
3.2.5.1)	<i>Anodizado con ácido crómico</i>	37
3.2.5.1.1)	<u>Purificación de los baños</u>	37
3.2.5.1.1.1)	<i>Aluminio</i>	37
3.2.5.1.1.2)	<i>Cromo trivalente</i>	38
4)	<u>OPERACIONES DE CROMADO DECORATIVO Y CROMADO DURO</u>	39
4.1)	<u>Introducción</u>	39
4.2)	<u>Baños de cromo hexavalente (CrVI)</u>	39
4.2.1)	Reacciones que tienen lugar en los baños de cromo hexavalente	39
4.2.2)	Formulaciones para baños de cromo hexavalente	40
4.2.2.1)	<i>Baño de sulfato</i>	40
4.2.2.2)	<i>Baños de catalizadores mixtos</i>	40

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

4.2.2.3)	<i>Baño autorregulable de catalizadores mixtos para cromado decorativo</i>	40
4.2.2.4)	<i>Baño libre de fluoruro para cromado duro</i>	41
4.3)	<u>Productos no deseados</u>	41
4.4)	<u>Medidas de prevención de la contaminación</u>	41
4.4.1)	Sistemas de extracción y tratamiento de emisiones gaseosas ...	41
4.4.1.1)	Rellenos de mallas	42
4.4.2)	Enjuagues	42
4.4.2.1)	<i>Eliminación de cromatos</i>	43
4.4.3)	Evaporación asistida	43
4.5)	<u>Eliminación de contaminantes</u>	44
4.5.1)	Cromo trivalente	44
4.5.2)	Metales	44
4.5.3)	Tecnologías más avanzadas utilizadas en la remoción de contaminantes. Intercambio iónico	44
5)	<u>SEGREGACIÓN Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES</u>	45
5.1)	<u>Introducción</u>	45
5.2)	<u>Efluentes generados en los establecimientos industriales</u>	45
5.3)	<u>Efluentes derivados de los tratamientos superficiales</u>	46
5.4)	<u>Segregación</u>	46
5.4.1)	Efluentes con cromo	47
5.5)	<u>Alternativas para su recuperación o tratamiento</u>	47
5.5.1)	Sistemas de recuperación	47
5.5.2)	Sistemas de tratamiento continuos y discontinuos	48
5.5.2.1)	<i>Tratamiento continuo</i>	48
5.5.2.2)	<i>Tratamiento discontinuo (batch)</i>	48
5.5.3)	Tratamiento de las corrientes segregadas	48
5.5.4)	Efluentes que contienen cromo hexavalente	49
5.5.5)	Tratamiento de los descartes de baños agotados	49
5.5.7)	Deshidratación de los barros	49
5.6)	<u>Medición de caudales y toma de muestras</u>	50
6)	<u>ASPECTOS BÁSICOS DE HIGIENE Y SEGURIDAD</u>	52
6.1)	<u>Acido crómico, cromatos y baños que los contienen</u>	52
6.2)	<u>Contaminación del ambiente laboral</u>	52
6.2.1)	Cromado	52
7)	<u>DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO</u>	53
7.1)	<u>Caracterización de la corriente de efluentes líquidos</u>	53
7.1.1)	Efluentes cloacales	53
7.1.2)	Efluentes pluviales	53
7.1.3)	Efluentes industriales	53
7.2)	<u>Esquema de flujo</u>	54
7.2.1)	Memoria descriptiva	55

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

7.3)	<u>Balance de Masas</u>	57
7.3.1)	Cálculo de masas intervinientes en el cálculo	57
7.3.1.1)	<i>Cromo agregado a la cuba madre</i>	57
7.3.1.2)	<i>Cromo depositado en las piezas</i>	57
7.3.1.3)	<i>Cromo presente en las cubas de cromado y anodizado</i>	57
7.3.1.4)	<i>Cromo arrastrado por las piezas a las cubas de lavado</i>	57
7.3.1.5)	<i>Cromo absorbido por el extractor</i>	58
7.4)	<u>Procesos y equipamiento necesarios para el diseño de las instalaciones de la planta de tratamiento.</u>	
	<u>Análisis y elección de los mas adecuados</u>	58
7.4.1)	Recolección de polvo y/o vapores	58
7.4.1.1)	<i>Cámaras de sedimentación por gravedad</i>	59
7.4.1.2)	<i>Separadores por choque</i>	59
7.4.1.3)	<i>Filtros de tela</i>	59
7.4.1.4)	<i>Separadores de ciclón</i>	59
7.4.1.5)	<i>Depuradores de partículas</i>	61
7.4.2)	Filtración de los efluentes	63
7.4.2.1)	Selección del equipo de filtración	64
7.4.2.2)	Equipos para la filtración	65
7.4.2.2.1)	Filtros intermitentes de torta	65
7.4.2.2.1.1)	<i>Filtro de placas horizontales</i>	65
7.4.2.2.1.2)	<i>Filtro prensa de placas huecas</i>	65
7.4.2.2.1.3)	<i>Filtros de hojas a presión</i>	65
7.4.2.2.1.4)	<i>Filtros horizontales de hojas a presión</i>	66
7.4.2.2.1.5)	<i>Filtros verticales de hojas a presión</i>	66
7.4.2.2.1.6)	<i>Filtros nutsche</i>	66
7.4.2.2.1.7)	<i>Filtro prensa de placas y marcos</i>	66
7.4.3)	Reactor	66
8)	<u>DISEÑO ARQUITECTONICO Y OBRA CIVIL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE CROMADO</u>	67
8.1)	<u>Ubicación</u>	67
8.2)	<u>“Layout” de la planta y su influencia en el diseño arquitectónico</u>	69
9)	<u>MEMORIA DE CÁLCULO</u>	72
9.1)	<u>Esquema estructural</u>	72
9.2)	<u>Estructura metálica</u>	73
9.2.1)	Acción del viento	74
9.2.1.1)	<i>Ubicación</i>	74
9.2.1.2)	<i>Velocidad de referencia β</i>	74
9.2.1.3)	<i>Velocidad básica de diseño V_0</i>	74
9.2.1.4)	<i>Presión dinámica básica q_0</i>	74
9.2.1.5)	<i>Presión dinámica q_z (Rugosidad tipo I)</i>	74
9.2.1.6)	<i>Relación de dimensiones</i>	74
9.2.1.7)	<i>Acciones</i>	75

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.2.1.8)	<i>Superposición de acciones</i>	76
9.2.1.9)	<i>Acciones unitarias resultantes (W)</i>	77
9.2.2)	Dimensionamiento de correas de techo (Solución con perfil C)	78
9.2.2.1)	<i>Geometría</i>	78
9.2.2.2)	<i>Cargas</i>	78
9.2.2.3)	<i>Descomposición de esfuerzos</i>	78
9.2.2.4)	<i>Superposición de efectos. Solicitación a flexión</i>	79
9.2.2.5)	<i>Dimensionamiento</i>	79
9.2.2.6)	<i>Verificación de tensiones</i>	80
9.2.2.7)	<i>Verificación de flecha (sentido y-y)</i>	80
9.2.2.8)	<i>Verificación de flecha (sentido x-x)</i>	80
9.2.3)	Dimensionamiento de correas laterales Sa	81
9.2.3.1)	<i>Geometría</i>	81
9.2.3.2)	<i>Cargas</i>	81
9.2.3.3)	<i>Dimensionamiento</i>	81
9.2.3.4)	<i>Verificación de tensiones</i>	81
9.2.3.5)	<i>Verificación de flecha (sentido y-y)</i>	81
9.2.3.6)	<i>Verificación de flecha (sentido x-x)</i>	81
9.2.4)	Vigas	82
9.2.4.2)	<i>Análisis de cargas</i>	83
9.2.4.3)	<i>Solicitaciones en viga</i>	84
9.2.4.3.1)	<u>Viga 1</u>	84
9.2.4.3.2)	<u>Viga 2</u>	85
9.2.4.3.3)	<u>Viga 3</u>	86
9.2.4.3)	Dimensionamiento Vigas	87
9.2.4.4.1)	<u>Dimensionamiento Viga 1</u>	87
9.2.4.4.2)	<u>Dimensionamiento Viga 2</u>	88
9.2.4.4.3)	<u>Dimensionamiento Viga 3</u>	89
9.2.5)	Columnas	90
9.2.5.1)	<i>Reacciones columna puerta</i>	90
9.2.5.2)	<i>Reacciones correas laterales (CL)</i>	91
9.2.5.3)	<i>Análisis de cargas en columnas</i>	97
9.2.5.4)	<i>Solicitaciones Columnas</i>	100
9.2.5.4.1)	<u>Columna 1</u>	100
9.2.5.4.2)	<u>Columna 2</u>	103
9.2.5.4.3)	<u>Columna 3</u>	105
9.2.5.4.4)	<u>Columna 4</u>	107
9.2.5.4.5)	<u>Columna 5</u>	109
9.2.5.4.6)	<u>Columna Puerta</u>	111
9.2.5.5)	Dimensionamiento de las columnas	112
9.2.5.5.1)	<u>Dimensionamiento Columna 1</u>	112
9.2.5.5.2)	<u>Dimensionamiento Columna 2</u>	113
9.2.5.5.3)	<u>Dimensionamiento Columna 3</u>	114
9.2.5.5.4)	<u>Dimensionamiento Columna 4</u>	115
9.2.5.5.5)	<u>Dimensionamiento Columna 5</u>	116
9.2.5.5.6)	<u>Dimensionamiento Columna Puerta</u>	117

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.2.6)	Bases	118
9.2.6.1)	<i>Cálculo de la placa de la base</i>	118
9.2.6.2)	<i>Dimensionamiento espesor placa (columna comprimida) ..</i>	118
9.2.6.2)	<i>Verificación placa traccionada</i>	119
9.2.7)	Escalera	120
9.2.7.1)	<i>Análisis de cargas</i>	120
9.2.7.2)	<i>Solicitaciones</i>	120
9.2.7.3)	<i>Dimensionamiento viga de escalera</i>	121
9.2.8)	Entrepiso metálico	122
9.2.8.1)	<i>Esquema y análisis de cargas</i>	122
9.2.8.1.1)	<u>Viga 1</u>	122
9.2.8.1.2)	<u>Viga 2</u>	122
9.2.8.1.3)	<u>Viga 3</u>	122
9.2.8.1.4)	<u>Viga 4</u>	123
9.2.8.1.5)	<u>Viga 5</u>	123
9.2.8.2)	<i>Solicitaciones</i>	123
9.2.8.2.1)	<u>Viga 1</u>	123
9.2.8.2.2)	<u>Viga 2</u>	123
9.2.8.2.3)	<u>Viga 3</u>	123
9.2.8.2.4)	<u>Viga 4</u>	124
9.2.8.2.5)	<u>Viga 5</u>	125
9.2.8.3)	<i>Dimensionamiento vigas entrepiso</i>	125
9.2.8.3.1)	<u>Viga 1</u>	125
9.2.8.3.2)	<u>Viga 2</u>	125
9.2.8.3.3)	<u>Viga 3</u>	126
9.2.8.3.4)	<u>Viga 4</u>	127
9.2.8.3.5)	<u>Viga 5</u>	128
9.3)	<u>Estructura de Hormigón Armado</u>	129
9.3.1)	Losas	129
9.3.1.1)	<i>Esquema estático</i>	129
9.3.1.2)	<i>Análisis de cargas</i>	130
9.3.1.3)	<i>Solicitaciones</i>	132
9.3.1.3.1)	<u>Losa N° 1</u>	132
9.3.1.3.2)	<u>Losa N° 2</u>	133
9.3.1.3.3)	<u>Losa N° 3</u>	135
9.3.1.3.4)	<u>Losa N° 4</u>	136
9.3.1.3.5)	<u>Losa N° 5</u>	137
9.3.1.4)	<i>Dimensionamiento</i>	138
9.3.1.4.1)	<u>Losa N° 1</u>	138
9.3.1.4.2)	<u>Losa N° 2</u>	140
9.3.1.4.3)	<u>Losa N° 3</u>	142
9.3.1.4.4)	<u>Losa N° 4</u>	143
9.3.1.4.5)	<u>Losa N° 5</u>	145
9.3.2)	Vigas	146
9.3.2.1)	<i>Cargas en vigas y columnas</i>	146
9.3.2.2)	<i>Análisis de cargas en vigas y columnas</i>	147
9.3.2.3)	<i>Solicitaciones en vigas</i>	152

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

9.3.2.3.1)	<u>Ingreso de Datos (vigas y columnas) en el programa de cálculo</u>	152
9.3.2.3.1.1)	<u>Peso Propio</u>	152
9.3.2.3.1.2)	<u>Viento en paredes "A" (efecto en techo)</u>	153
9.3.2.3.1.3)	<u>Viento en paredes "B" (efecto en techo)</u>	153
9.3.2.3.1.4)	<u>Viento en paredes "A" (Sentido "+Y")</u>	154
9.3.2.3.1.5)	<u>Viento en paredes "A" (Sentido "-Y")</u>	154
9.3.2.3.1.6)	<u>Viento en paredes "B" (Sentido "+X")</u>	155
9.3.2.3.1.7)	<u>Viento en paredes "B" (Sentido "-X")</u>	155
9.3.2.3.2)	<u>Salida de Datos (VIGAS) del programa de cálculo</u>	156
9.3.2.3.2.1)	<u>Gráfica</u>	156
9.3.2.3.2.1.1)	<u>Momento debido al PESO PROPIO</u>	156
9.3.2.3.2.1.2)	<u>Corte debido al PESO PROPIO</u>	156
9.3.2.3.2.1.3)	<u>Momento debido al VIENTO</u>	157
9.3.2.3.2.1.4)	<u>Momento debido al VIENTO</u>	157
9.3.2.3.2.2)	<u>Planilla</u>	158
9.3.2.4)	<u>Dimensionamiento vigas</u>	163
9.3.2.4.1)	<u>Viga L N° 1</u>	163
9.3.2.4.2)	<u>Viga L N° 2</u>	165
9.3.2.4.3)	<u>Viga L N° 3</u>	167
9.3.2.4.4)	<u>Viga L N° 4</u>	169
9.3.2.4.5)	<u>Viga L N° 5</u>	171
9.3.2.4.6)	<u>Viga L N° 6</u>	173
9.3.2.4.7)	<u>Viga L N° 7</u>	175
9.3.2.4.8)	<u>Viga L N° 8</u>	177
9.3.2.4.9)	<u>Viga L N° 9</u>	179
9.3.2.4.10)	<u>Viga L N° 10</u>	181
9.3.2.4.11)	<u>Viga L N° 11</u>	183
9.3.2.4.12)	<u>Viga L N° 12</u>	185
9.3.2.4.13)	<u>Viga L N° 13</u>	187
9.3.2.4.14)	<u>Viga L N° 14</u>	189
9.3.2.4.15)	<u>Viga L N° 15</u>	191
9.3.2.4.16)	<u>Viga L N° 16</u>	193
9.3.2.4.17)	<u>Resumen de armadura adoptada y homogeneización</u>	195
9.3.2.4.18)	<u>Longitudes de empalme y anclaje</u>	196
9.3.3)	<u>Columnas</u>	198
9.3.3.1)	<u>Solicitaciones</u>	198
9.3.3.1.1)	<u>Ingreso de Datos (vigas y columnas) en el programa de cálculo</u>	198
9.3.3.1.2)	<u>Salida de Datos (COLUMNAS) del programa de cálculo</u>	198
9.3.3.2)	<u>Dimensionamiento columnas</u>	199
9.3.3.2.1)	<u>Columna N° 1</u>	199
9.3.3.2.2)	<u>Columna N° 2</u>	200
9.3.3.2.3)	<u>Columna N° 3</u>	201
9.3.3.2.4)	<u>Columna N° 4</u>	201
9.3.3.2.5)	<u>Columna N° 5</u>	203
9.3.3.2.6)	<u>Columna N° 6</u>	204

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

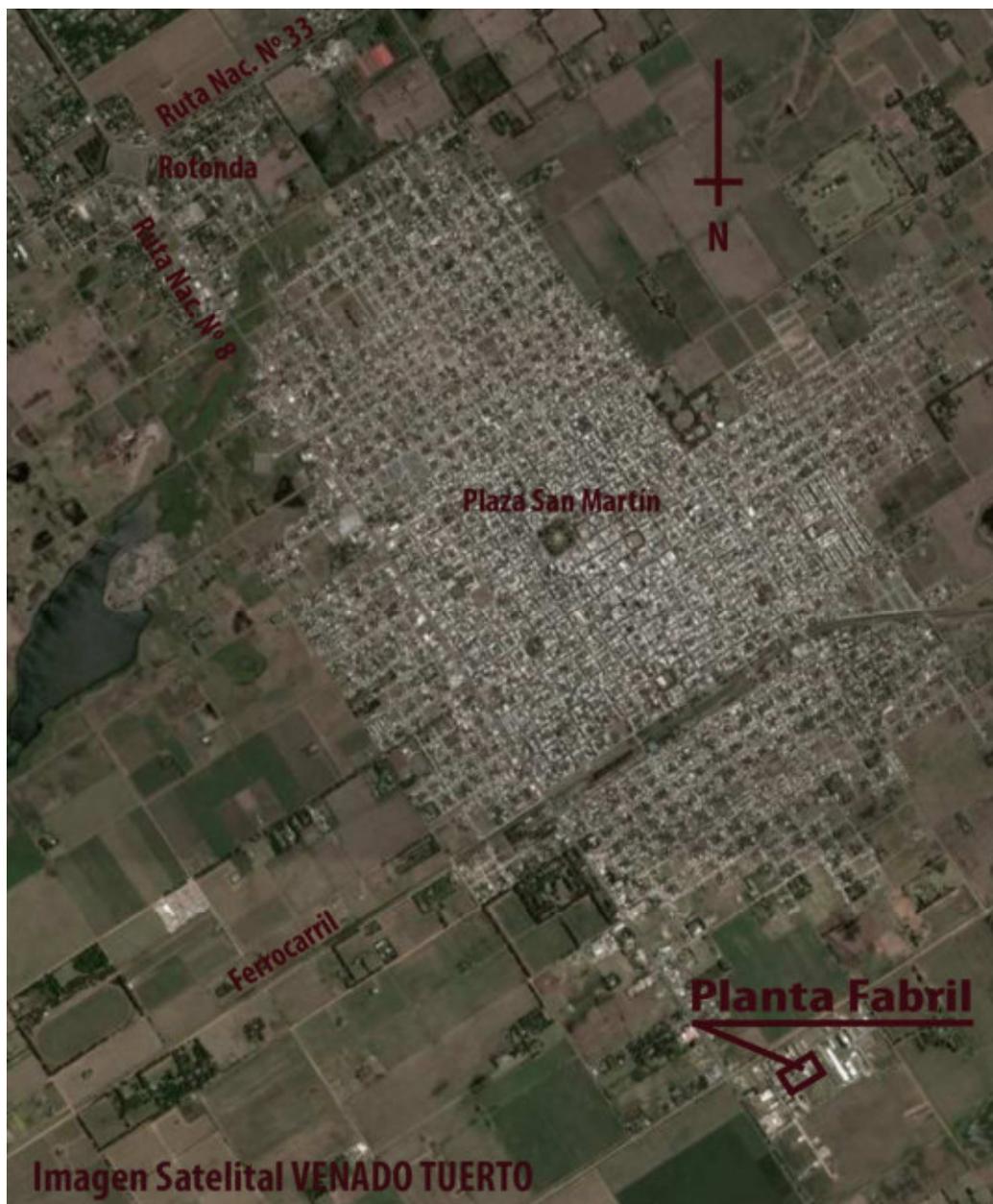
9.3.3.2.7)	<u>Columna N° 7</u>	205
9.3.3.2.8)	<u>Columna N° 8</u>	207
9.3.3.2.9)	<u>Columna N° 9</u>	208
9.3.3.2.10)	<u>Columna N° 10</u>	209
9.3.3.2.11)	<u>Resumen armadura adoptada</u>	210
9.3.3.2.12)	<u>Longitudes de anclaje y empalme</u>	210
9.3.4)	Bases	211
9.3.4.1)	Solicitaciones	211
9.3.4.1.1)	<u>Ingreso de Datos (vigas y columnas) en el programa de cálculo</u>	211
9.3.4.1.2)	<u>Salida de Datos (BASES) del programa de cálculo</u>	211
9.3.4.2)	Dimensionamiento bases	211
9.3.4.2.1)	<u>Base 1</u>	212
9.3.4.2.2)	<u>Base 2</u>	213
9.3.4.2.3)	<u>Base 3</u>	214
9.3.4.2.4)	<u>Base 4</u>	215
9.3.4.2.5)	<u>Base 5</u>	216
9.3.4.2.6)	<u>Base 6</u>	217
9.3.4.2.7)	<u>Base 7</u>	218
9.3.4.2.8)	<u>Base 8</u>	219
9.3.4.2.9)	<u>Base 9</u>	220
9.3.4.2.10)	<u>Base 10</u>	221
9.3.4.2.11)	<u>Base Foso</u>	222
9.3.4.2.12)	<u>Base Lavador de Gases</u>	223
10)	<u>COMPUTO Y PRESUPUESTO DE LA OBRA</u>	224
10.1)	<u>Cómputo</u>	224
10.2)	<u>Costo por rubros e ítems de obra</u>	226
10.3)	<u>Incidencia por rubro en el costo de la obra</u>	228
10.4)	<u>Costos finales de la obra</u>	228
10.4.1)	Costo total del equipamiento destinado al proceso de tratamiento	228
10.4.2)	Costo total de la obra civil	229
10.4.3)	Costo total de la obra	229
11)	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	230
ANEXO I: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		A1 – 1
ANEXO II: ARQUITECTURA		A2 – 1
ANEXO III: LEGAJO DE OBRA		A3 – 1

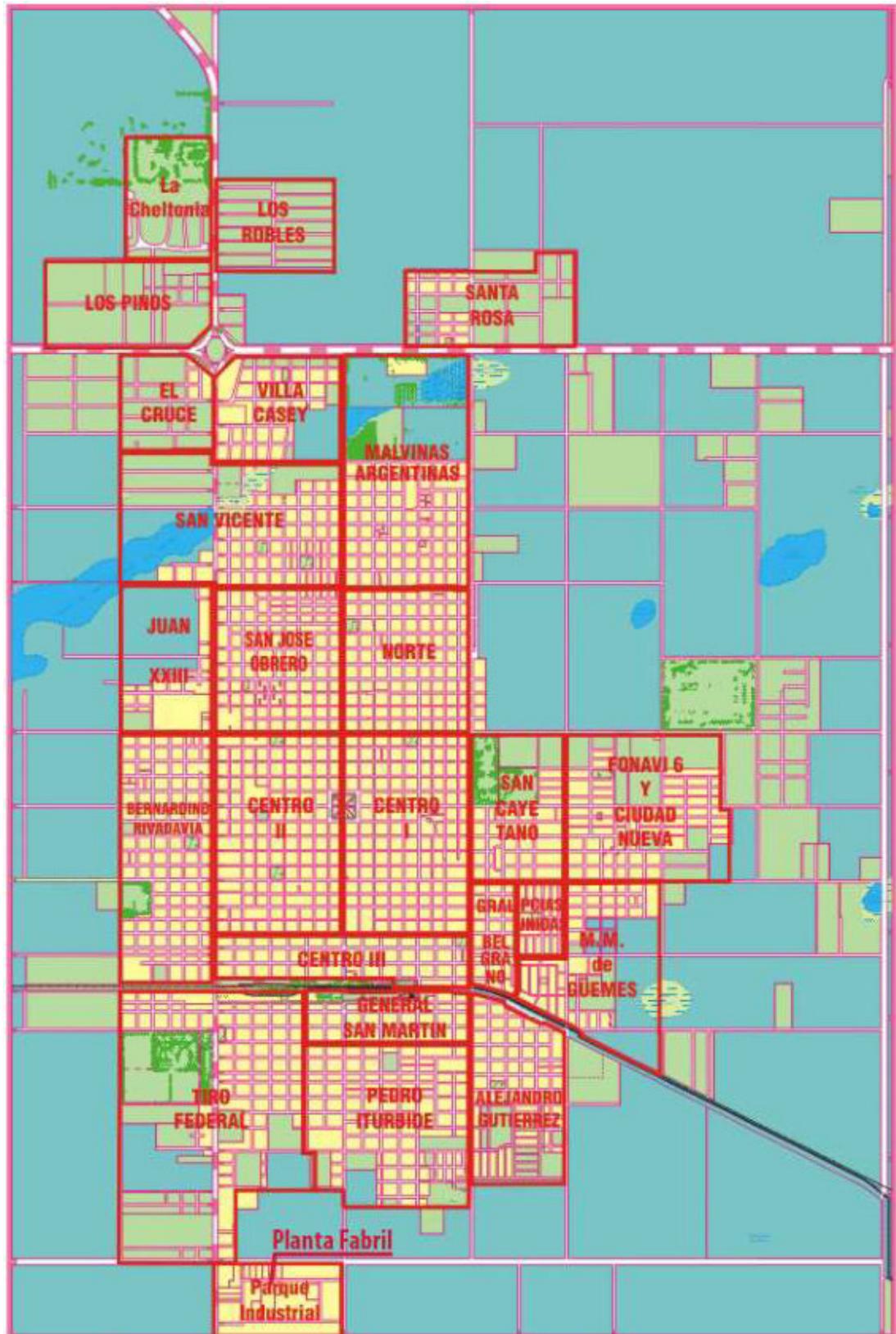
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

1) INTRODUCCION**1.1) Características generales de la Industria en estudio****1.1.1) Objeto de la producción**

La fábrica en la que se centra este Proyecto se dedica a la fabricación de amortiguadores. Entre sus componentes, se encuentran los “vástagos”. Estos son sometidos a un proceso de cromado, con el objeto de protegerlos contra la corrosión. De este proceso surgen los efluentes de cromado a tratar.

1.1.2) Localización de la industria

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

La planta fabril se encuentra ubicada en el Parque Industrial “La Victoria”, de la ciudad de Venado Tuerto.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Se infiere que el peligro potencial de la toxicidad del cromo está circunscripto al personal de la industria, dado que el Parque Industrial está emplazado a una distancia prudencial de la zona residencial de Venado Tuerto. No obstante, la ciudad ha registrado crecimiento residencial en las cercanías del área industrial, razón por la cual, el peligro podría extenderse al resto de los habitantes. Si afecta a la capa freática, el alcance de la contaminación por cromo es mas amplio, dispersándose en una importante zona de influencia.

1.2) Efectos del cromo en el ser humano y el medio ambiente

El cromo puede presentarse en estados de oxidación de II a VI. Los estados de valencia que son de interés industrial son, en primer lugar, el cromo hexavalente (cromatos) y en menor grado el cromo trivalente (crómico forma estable).

El estado trivalente es anfótero y es la forma más estable, ya que se requiere una energía considerable para convertirlo en otros estados de oxidación más bajos o más altos. El hexavalente es ácido.

El cromo tiene una doble relación con el organismo humano, como oligoelemento en su forma trivalente y como elemento altamente tóxico en su forma hexavalente. En su forma trivalente, **en microcantidades**, el cromo es un elemento biológicamente esencial e indispensable para la vida, ya que participa en diversos procesos bioquímicos y fisiológicos del ser humano, dentro de los que se destacan su participación en el metabolismo de la glucosa, los ácidos grasos y el colesterol; está involucrado en reacciones enzimáticas y ha sido señalado como un coactor en la iniciación de la acción periférica de la insulina. En su forma hexavalente se comporta como un elemento tóxico que produce efectos nocivos reversibles e irreversibles tanto agudos como crónicos en diferentes sistemas del organismo humano.

Las principales vías de absorción del cromo y sus compuestos en el organismo son: la ingestión, el contacto dérmico y la inhalación, siendo estas dos últimas las principales vías en la exposición ocupacional. En general los compuestos solubles hexavalentes se absorben rápidamente por cualquier vía. Una vez en el organismo, penetra rápidamente la membrana celular de los hematíes, uniéndose a la fracción globina de la hemoglobina, localizándose luego en el hígado, el bazo, el riñón, los tejidos blandos y el hueso. El cromo hexavalente posee dos características que explican su alto grado de toxicidad: en primer lugar las membranas celulares son permeables al Cr VI, pero no al cromo III y en segundo aspecto, el Cr VI se reduce a Cr III en el interior de las células. La reducción de cromo VI a cromo III intracelularmente y la capacidad de formar complejos de coordinación con otras moléculas intracelulares son dos mecanismos muy importantes en la toxicidad crónica del cromo hexavalente.

En la piel y mucosas, el cromo VI ejerce una acción corrosiva sobre la piel, produciendo úlceras cutáneas, las cuales comienzan como una pápula indolora que posteriormente se ulcera y puede penetrar a tejidos subcutáneos, pudiendo alcanzar el hueso subyacente. La dermatitis alérgica es otra lesión que se puede producir por inhalación o por contacto cutáneo con cromo VI. En la piel genera irritación primaria y sensibilización. La inhalación de vapores de cromo VI por largos periodos, puede causar ulceración indolora, epistaxis y perforación del tabique nasal; este efecto se

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

produce por depósito de partículas de cromo VI o pequeñas gotas de niebla en el tabique nasal, perforando el cartílago del tabique.

En el sistema respiratorio genera irritación del tracto respiratorio superior y posterior sensibilización, llegando a ocasionar rinitis crónica, bronquitis crónica y asma de origen ocupacional.

En el sistema renal produce necrosis tubular renal.

En el sistema inmunológico, la exposición continua a dosis bajas causa efectos inmunosupresores, mientras que a dosis altas produce inmunoestimulación tanto en animales de experimentación como en el hombre.

La mayoría de los compuestos hexavalentes han demostrado ser mutagénicos en las células. Algunos estudios implican al cromo como causante directo de modificaciones en el ADN. Múltiples estudios respaldan la capacidad mutagénica del cromo hexavalente, asimismo respaldan que los compuestos de cromo trivalente no son activos en inducir mutaciones.

De acuerdo a las investigaciones de la IARC (Agencia Internacional Para la Investigación sobre el cáncer), el cromo VI y sus compuestos se clasifican dentro del grupo I (carcinógenos confirmados en humanos). Hasta el momento, la evidencia científica indica que el cromo VI es, probablemente, mucho más tóxico por inhalación que por ingestión. Se han confirmado como cancerígenos pulmonares el cromato de calcio y el cromato de estroncio y como muy sospechosos el cromato de plomo, los dicromatos alcalinos y el ácido crómico.

Se cree que el cáncer de pulmón aparece después de 15 a 20 años de exposición ocupacional a los cromatos.

Sobre el contenido de cromo en pulmones se han informado niveles de 0,26 a 0,85 mg por cien gramos de tejido. Se ha encontrado mayor riesgo de cáncer en trabajadores con mas de tres años de estar en contacto con el metal y mayor tasa de mortalidad, principalmente por cáncer, que en la población no expuesta.

1.3) Marco Legal

El presente proyecto se encuentra regido por diferentes normativas, que se describen a continuación.

1.3.1) Ley Nacional N° 25675 - Ley General del Ambiente

Es una “ley de presupuesto mínimo” y de aplicación en el territorio de la república, sin necesidad de adhesión de las provincias. Concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental.

Entre otros objetivos, busca prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo.

Establece el “principio de responsabilidad”, según el cual, el generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

La aplicación de esta ley corresponde a los tribunales ordinarios según

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

corresponda por el territorio, la materia, o las personas. En los casos que el acto, omisión o situación generada provoque efectivamente degradación o contaminación en recursos ambientales interjurisdiccionales, la competencia será federal.

La autoridad de aplicación deberá desarrollar un sistema nacional integrado de información que administre los datos significativos y relevantes del ambiente, y evalúe la información ambiental disponible; asimismo, deberá proyectar y mantener un sistema de toma de datos sobre los parámetros ambientales básicos, estableciendo los mecanismos necesarios para la instrumentación efectiva a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA).

Las autoridades deberán institucionalizar procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancias obligatorias para la autorización de aquellas actividades que puedan generar efectos negativos y significativos sobre el ambiente. La opinión u objeción de los participantes no será vinculante.

1.3.2) Ley Nacional N° 24051 - Ley de Residuos Peligrosos

La Provincia de Santa Fe no adhirió a esta ley, por lo tanto no rige en el territorio provincial. Para el presente proyecto, es aplicable en el caso de traslado interprovincial de residuos peligrosos.

El objeto de la Planta de Tratamiento de este proyecto es la eliminación de la peligrosidad de los efluentes líquidos y las emisiones gaseosas, cuyos niveles permitidos están establecidos por la legislación provincial. Como resultado del tratamiento anteriormente mencionado, se obtienen residuos sólidos de alta toxicidad. Dado que el volumen de estos residuos es escaso, resulta conveniente tercerizar la disposición final del residuo peligroso. La Ley Nacional N° 24051 será aplicable cuando la empresa elegida para este proceso final se encuentre en otra jurisdicción.

1.3.3) Ley Provincial N° 11220 - Ley de transformación del sector público de agua potable, desagües cloacales y saneamiento

Esta ley dispuso la privatización de la prestación del servicio de agua potable, desagües cloacales y saneamiento, además de la regulación de dicha prestación por parte de operadores privados.

1.3.3.1) Límites para la descarga de efluentes cloacales

Esta normativa rige la eliminación de efluentes líquidos a la colectora cloacal. El límite obligatorio sin tratamiento de cromo presente en el efluente no debe superar 200 µg/l.

1.3.4) Ley Provincial N° 11717 - Ley de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable

La presente ley tiene por objeto establecer dentro de la política de desarrollo integral de la Provincia, los principios rectores para preservar, conservar, mejorar y recuperar el medio ambiente, los recursos naturales y la calidad de vida de la

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

población. Además, busca garantizar la participación ciudadana como forma de promover el goce de los derechos humanos en forma integral e interdependiente.

1.3.4.1) Decreto Provincial N° 1844/02: Reglamenta los Artículos 22 y 23 de la Ley Provincial N° 11717

Este decreto tipifica los residuos peligrosos. También regula la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos.

Según esta norma, las **corrientes de desechos sometidas a control**, generadas por este tipo de industrias son:

Y9: Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.

Y17: Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.

Y21: Compuestos de cromo hexavalente.

Y33: Cianuros inorgánicos.

Y34: Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.

Y38: Cianuros orgánicos.

La lista de **características peligrosas** de los desechos de tratamiento de cromado son:

Clase de las Naciones Unidas	Nº de Código	CARACTERISTICAS
6.1.	H6.1	Tóxicos (venenos) agudos: sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.
8	H8	Corrosivos: sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan o que, en caso de fuga pueden dañar gravemente o hasta destruir otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros
9	H10	Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua: sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.
9	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis.
9	H12	Ecotóxicos: sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.
9	H13	Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

En la industria en estudio se realizan las siguientes **operaciones de eliminación de desechos peligrosos**:

R4: Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos (como se verá mas adelante, el agua de enjuague vuelve a la cuba madre)

D9: Tratamiento fisicoquímico que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A del Anexo III del decreto N° 1844/02 (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, neutralización, precipitación, etc.). El residuo de esta operación es sometido al tratamiento D10, que se detalla a continuación.

D10: Incineración en la tierra (realizado por terceros)

1.3.4.2) Decreto Provincial N° 101/03: Reglamenta los Artículos 12, 18, 19, 20, 21 y 26 de la Ley Provincial N° 11717

Mediante este decreto, se regulan los estudios de impacto ambiental y los informes ambientales de cumplimiento de proyectos, obras o acciones.

1.3.5) Normas ISO 14000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****2) INFORMACION GENERAL SOBRE LA INDUSTRIA DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL****2.1) Algunas nociones sobre la industria de tratamientos superficiales****2.1.1) La industria de tratamientos superficiales**

Los metales son moldeados, forjados, maquinados y pulidos en los procesos de piezas diversas. Estos a su vez son utilizados en otros procesos industriales.

Es probable que las piezas terminadas requieran uno o varios procesos adicionales que les permitan mejorar algunas propiedades.

La industria de los tratamientos superficiales abarca los procesos que tienen por objeto modificar las propiedades superficiales de piezas o elementos metálicos, tales como la dureza, resistencia a la corrosión, brillo, etc. Este tipo de procesos también puede realizarse sobre ciertos materiales plásticos.

Estos tratamientos superficiales pueden ser parte de un proceso productivo dentro de la misma empresa, o puede ser que la empresa se dedique exclusivamente a realizarlos para terceros.

Los tratamientos superficiales pueden tener como fin:

- **Protección contra la corrosión.** Un recubrimiento puede proteger al metal del ataque de la atmósfera o de algún otro medio, o proteger al contenido (de un envase metálico) de la contaminación provocada por el metal. Usos industriales y tecnológicos.
- **Apariencia y protección.** Esta es la mayor aplicación de los tratamientos superficiales, en la que se busca mejorar la apariencia y a la vez proteger a la pieza. Objetos de consumo y uso.
- **Decoración.** Algunas veces el recubrimiento sólo tiene un fin decorativo.
- **Mejorar otras propiedades.** El propósito es cumplir determinados requerimientos, como el aumento de la dureza o la resistencia al desgaste.

Los tratamientos superficiales son, en general, una forma económica de combinar las mejores propiedades de metales diferentes, para lograr piezas adecuadas a usos específicos.

2.1.1.1) *El flujo de materiales en los procesos de tratamientos de superficies*

Todo proceso industrial puede considerarse como una unidad de transformación en la que ingresan las materias primas e insumos y salen los productos.

La atención del industrial está enfocada en los productos deseados y, normalmente el esfuerzo por mejorar los procesos se realiza exclusivamente en ese sentido. Si se analizan los productos no deseados, se encontrarán en ellos desperdicios de materias primas, energía y trabajo. También, estos elementos indeseados no permiten que las empresas cumplan con la legislación vigente.

Los materiales se clasifican como:

Sustancias de valor: Materiales que forman parte del producto final.

Sustancias de no-valor: Materiales que no forman parte del producto final.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Sustancias auxiliares: Materiales que no forman parte del producto final, pero intervienen en el proceso.

Para el caso particular de la industria de tratamientos superficiales:

- **Sustancias de valor**
Piezas a procesar, productos químicos utilizados en el proceso que formarán parte de los productos deseados.
- **Sustancia de no-valor**
Grasa y suciedad que acompaña a las piezas o materiales a procesar, sus envases y los envases de los productos químicos, etc.
- **Sustancias auxiliares**
Incluyen todos los restantes materiales e insumos: Gas natural, agua, desengrasantes, ácidos, sales, aditivos, solventes, etc.
- **Productos deseados**
Son las piezas terminadas.

2.1.1.2) *Los productos no deseados*

Como en todo proceso productivo, además de los productos deseados (piezas tratadas), se generan otros “productos no deseados”: los efluentes, residuos y emisiones.

Las **emisiones gaseosas** son todas aquellas corrientes gaseosas que se descargan a la atmósfera y, pueden contener líquidos o sólidos particulados en suspensión. En general, existe normativa que establece parámetros de control y sus respectivos límites a las emisiones gaseosas.

Se define como **residuo** a cualquier sustancia u objeto en cualquier estado físico de agregación, que resulta de la utilización, descomposición, transformación, tratamiento o destrucción de una materia o energía y que carece o se infiere que carece de utilidad o valor para el generador o dueño y cuyo destino natural debería ser su eliminación, salvo que sea utilizado para otro proceso industrial.

Los **efluentes líquidos** son aquellas corrientes líquidas que se descargan a diferentes cuerpos receptores: sistema cloacal o pluvial, curso de agua, lago, mar, pozo, se inyecta a un acuífero subterráneo o se descarga sobre el terreno para que sea absorbido por el suelo. Pueden arrastrar sólidos en suspensión, emulsión, etc. Existe normativa que establece parámetros de control para los contaminantes que transporta el agua descargada por los establecimientos industriales. En general la normativa es diferente o los límites son diferentes dependiendo del cuerpo receptor.

Los procesos de tratamientos superficiales pueden ser una fuente importante de contaminación, debido a las características peligrosas de los químicos que utilizan:

- **Cianuros:** cianuro de sodio, cianuro de potasio y compuestos cianurados de otros metales como cobre y cinc.
- **Sales de metales pesados:** cromo, níquel, cadmio, etc.
- **Ácidos:** como el ácido clorhídrico, ácido sulfúrico y ácido nítrico.
- **Álcalis.**
- **Hidrocarburos.**
- **Sustancias cáusticas:** hidróxido de sodio (soda cáustica), hidróxido de potasio.
- **Solventes orgánicos:** como el tetracloruro de carbono y el tricloroetileno.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

- **Aceites y grasas.**
- **Sustancias ecotóxicas.**

Principalmente se descargan en forma de corrientes líquidas (efluentes) y semisólidas (barros). Los efluentes provienen de arrastre que pasa a las aguas de enjuague, baños agotados, derrames accidentales, pérdidas diversas, lavado de pisos e instalaciones y los barros provienen de sedimento de baños, residuos de purificación, de limpieza de filtros y de tratamiento de efluentes.

2.1.2) Operaciones que se realizan en los procesos típicos y productos no deseados que se generan

Las empresas que realizan tratamientos superficiales para terceros, reciben las piezas en diferentes tipos de envases, que se encuentran impregnados con los mismos contaminantes que traen las piezas. Si los envases se descartan (bolsas, cajas, etc.) se trata de residuos peligrosos.

- **Operaciones mecánicas:** arenado, pulido.
- **Operaciones físico-químicas:** limpieza por solvente, limpieza alcalina, decapado, activación, **recubrimientos de conversión (recubrimiento de cromato o fosfato que se aplica a una pieza, generalmente para proveer resistencia a la corrosión y los productos no deseados son: baños agotados, barros y enjuagues con cromatos o fosfatos y metales diversos)**, metalizado químico, recubrimientos plásticos y pinturas, galvanizado en caliente.
- **Operaciones térmicas:** pavonado, fosfatizado
- **Operaciones electroquímicas:** limpieza electrolítica, electropulido, anodizado, **electrodeposición**

Con la electrodeposición las piezas se recubren con delgadas capas de metales o aleaciones. Para ello se sumergen en una cuba que contiene sales de los metales a depositar en solución acuosa (baño). Por acción de una corriente eléctrica el metal se deposita sobre las piezas. De esta forma se aplican metales como el cinc (cincado), cobre (cobreado), níquel (niquelado), cromo (cromado), aleación de cinc y cobre (latonado), etc.

En general las piezas pequeñas se procesan a granel en tambores, mientras que las grandes o de geometría compleja se procesan en gancheras.

La electrodeposición requiere siempre de operaciones previas para eliminar la suciedad, óxidos e imperfecciones que interfieren con la calidad de la terminación (pulido, desengrasas, decapado, activado) y también, en la mayoría de los casos, se realizan luego operaciones de terminación (pasivado, laca) para mejorar las propiedades buscadas.

Algunos baños se descartan en ciertas ocasiones (debido a contaminaciones accidentales o debido a un manejo inadecuado), generando efluentes con alta concentración de metales pesados y otros contaminantes. Estas sustancias también están presentes, aunque en menor concentración, en las aguas de enjuague posterior al baño.

Los residuos que se generan provienen de la limpieza periódica de las cubas, donde se acumulan sedimentos (barros) y a veces piezas caídas. Algunos baños se filtran para eliminar ciertos contaminantes, que quedan retenidos como sedimentos y

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

se separan cuando se limpian los filtros. Todos estos barros contienen metales pesados.

En general, las emisiones gaseosas son de carácter difuso y no significativas, pero a veces pueden contener sustancias muy nocivas (como en el caso de las emisiones provenientes de los baños de cromo).

- **Operaciones de terminado: pasivado** (se aplica como etapa posterior o final en algunos procesos de electrodeposición, mejorando la resistencia a la corrosión y el aspecto final. Los baños se agotan con el uso y deben descartarse periódicamente, generando efluentes y barros con diversos contaminantes -cromo y otros metales pesados-), **laca, coloreado o teñido**.

2.1.3) Prevención de la contaminación

Es el conjunto de acciones que reduce o elimina la generación de contaminantes y desechos en su origen, logrado a través de acciones que promuevan, alienten o requieran cambios en los comportamientos básicos de los individuos o generadores.

2.1.4) Beneficios de la prevención de la contaminación

- Reduce los costos de producción.
- Facilita el cumplimiento de la normativa ambiental.
- Mejora las condiciones de seguridad e higiene.
- Contribuye a la protección del ambiente.

2.1.4.1) Costos de materiales y mano de obra

La pérdida de materias primas es la mayor fuente de contaminación y esta puede variar del 10 al 50% (en casos extremos) de la compra de las mismas.

Los costos laborales generalmente asociados con los gastos ambientales son:

- Operación de plantas de tratamiento.
- Análisis de efluentes.
- Informes y revisiones de temas ambientales.
- Asesoría legal y ambiental.

Otros costos normalmente no incluidos pero directamente relacionados son:

- Discusiones gerenciales y de los empleados sobre problemas ambientales.
- Paradas y problemas causados por derrames y otros incidentes.
- Tiempo perdido en reprocesos.
- Capacitación.

También deben tenerse en cuenta los equipos y predios ocupados por los sistemas de tratamientos de efluentes, depósitos de residuos.

Los costos ambientales poseen, también, otros componentes:

- Riesgos ambientales futuros.
- Seguros.
- Salud y seguridad.
- Otros costos intangibles (reducción del valor de la propiedad, etc.)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

La prevención de la contaminación no significa un beneficio económico importante, al menos si se lo considera en el corto plazo. No obstante, los ahorros, generalmente, compensan las inversiones realizadas en consultoría, capacitación, materiales y equipos que se destinen a mejorar la gestión ambiental. Otros beneficios que se obtienen al aplicar estas medidas son de difícil valoración económica, como las mejoras en las condiciones de higiene y seguridad de la planta, la imagen de la empresa, la calidad de los productos, el evitar sanciones y clausuras, etc. Estos últimos aspectos son imprescindibles para acceder o liderar ciertos mercados.

Por otra parte, la cada vez más exigente normativa ambiental, implicará mayores gastos en tasas por descarga de efluentes, emisiones y generación de residuos. Reducir la cantidad adicional que deberá considerarse en el futuro, como así también, los tratamientos y disposición externa de los mismos.

2.1.4.2) *Cumplimiento de la normativa ambiental*

Existe normativa que establece límites a las concentraciones de las principales sustancias peligrosas presentes en los efluentes, emisiones y residuos industriales.

En el caso de los efluentes, los límites dependen del cuerpo receptor y de la zona donde se efectúa la descarga.

Con respecto a las emisiones gaseosas, aunque no esté regulada su descarga en la mayor parte del Territorio Nacional, pueden perjudicar la calidad del ambiente de trabajo.

La gestión de los residuos con características peligrosas o especiales se encuentra regulada tanto en las provincias con normativa propia como en aquellas que adhieren a la Ley Nacional de Residuos Peligrosos.

2.1.4.3) *La protección del ambiente*

Los productos no deseados provenientes de las operaciones de tratamientos superficiales, descargados en grandes cantidades y sin un tratamiento adecuado, pueden causar daños en los sistemas de desagües, el ambiente y la salud humana, ya que muchas de las sustancias que contienen son tóxicas, corrosivas, inflamables o explosivas. Por lo general, los efluentes y residuos son los que más problemas pueden causar; en la mayoría de los casos las emisiones gaseosas no son de importancia.

Las plantas de tratamiento de efluentes cloacales no están diseñadas para absorber efluentes industriales. Las sustancias peligrosas que arrastran algunos de estos efluentes inhiben el desarrollo de los microorganismos que se utilizan en los procesos de tratamiento biológico de estas plantas e, incluso, pueden formar vapores tóxicos o explosivos que se acumulan en los desagües. En el caso de los vertidos a conductos pluviales o cursos superficiales (ríos o arroyos), estas sustancias pueden deteriorar la calidad de los mismos, causar la muerte de peces, intoxicación de personas, etc.

Se busca, dentro de lo posible, minimizar la cantidad de efluentes, emisiones y residuos generados y la cantidad de sustancias peligrosas que contienen. Además, es necesario el tratamiento adecuado de los efluentes industriales antes de efectuar su

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

descarga o vertido, por las razones antes mencionadas. Los residuos también deben recibir una gestión adecuada.

2.2) Sustitución y especialización**2.2.1) Sustitución**

Las sustancias más tóxicas, más difíciles de tratar o las condiciones que generan grandes volúmenes de efluentes o residuos deberían reemplazarse o evitarse siempre que sea posible.

2.2.2) Especialización

Los tratamientos superficiales pueden ser parte del proceso de fabricación de los productos de una empresa, o bien la empresa puede trabajar para terceros, produciendo acabados en piezas de distinta procedencia.

En este último caso debe tenerse en cuenta la conveniencia de la especialización, que de una u otra manera, redundará en una reducción de costos. Muchas empresas que realizan tratamientos superficiales para terceros comenzaron produciendo una gran variedad de procesos y, con el tiempo, evolucionaron especializándose, eliminando los procesos que no representaban un ingreso importante. Desde el punto de vista de la prevención de la contaminación, es más fácil optimizar un proceso, o un reducido número de ellos. Además, se genera menos diversidad de efluentes y residuos, lo cual sin duda facilita y hace más económica su gestión.

2.3) El mantenimiento de los baños

Cada vez que un baño debe descartarse se genera un efluente con alta concentración de diversos contaminantes, que deberá ser trasvasado de la cuba de origen y tratado en forma distinta a los efluentes comunes de planta. Esto, casi siempre, significa realizar tareas y controles adicionales, que interfieren con las tareas que habitualmente se desarrollan en planta.

Con respecto a los costos, no sólo debe prepararse un baño nuevo, sino también gastar productos químicos en el tratamiento de los efluentes y realizar la disposición de residuos correspondientes. Por otra parte, cuando los baños se mantienen adecuadamente se logra una mayor eficiencia, contribuyendo a la disminución de los rechazos y las operaciones de reproceso, las cuales generan, además de pérdidas de tiempo, efluentes y residuos adicionales.

Por lo tanto, es importante que los baños se descarten con una frecuencia tan baja como sea posible (en algunos casos con una gestión adecuada se puede llegar a evitar el descarte). El mantenimiento correcto de los mismos es esencial para el logro de este objetivo.

2.3.1) Minimización del ingreso de contaminantes

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

La contaminación de cualquiera de los baños puede causar defectos en los depósitos o en su terminación. Los procesos de purificación consumen productos químicos y generan volúmenes extra de desechos para tratar. En algunos casos no es posible la purificación, por lo que habrá que descartar el baño contaminado. En este caso, también se generará un volumen importante de efluente con altas concentraciones de contaminantes.

Por todo esto, es conveniente identificar las posibles fuentes de contaminación de los baños para tratar de minimizar sus efectos y evitar reprocesos, atrasos en la producción y otros problemas que ocasiona el tener que descartar o descontaminar un baño.

La contaminación de los baños puede producirse por varias vías: arrastre con las piezas; arrastre con gancheras y otros elementos en mal estado; suciedad proveniente de la planta, mantenimiento y manipuleo; contaminación proveniente de reactivos y sus envases; contaminación que ingresa con el agua de alimentación; contaminación formada en el proceso de producción; suciedad proveniente de los alrededores de la instalación.

2.3.1.1) Contaminación por piezas caídas

Las piezas caídas se corroen, especialmente en los baños ácidos, contaminándolos con metales diversos.

2.3.1.2) Agua de alimentación

Si se utiliza agua de red (o, peor aún, agua de pozo) para preparar y mantener los baños de proceso, se van acumulando determinadas impurezas. Cuando alcanzan determinados niveles, pueden causar defectos en los depósitos. Esto redundará en una generación adicional de residuos por rechazos y la necesidad de efectuar operaciones de purificación o, incluso, el descarte del baño.

Se recomienda el uso de agua deionizada en la preparación y mantenimiento de ciertos baños de proceso, sobre todo los que trabajan a temperatura superior a la ambiental, como el de níquel, cromo, etc.

2.4) Minimización del arrastre

Cuando las piezas se retiran de una cuba, llevan una capa de líquido adherido en la superficie. Este volumen de líquido, conocido como arrastre, se transfiere a la cuba siguiente cuando las piezas se sumergen en la misma. En algunos casos, en particular cuando las cubas están separadas, se producen pérdidas cuando este líquido gotea o escurre en el piso.

Lo primero que se debe hacer es evitar las pérdidas por escurrimiento o goteo al piso. Lo ideal es que las cubas se ubiquen juntas. En una línea de producción, colocando deflectores de escurrido entre ellas. Si esto no es posible y las piezas tienen que desplazarse, se realizara su traslado en bandejas o carros que retengan el líquido, que a su vez debe devolverse, posteriormente, a la cuba de origen.

El paso que sigue es minimizar el arrastre desde una cuba a la siguiente.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****2.4.1) Algunas medidas para reducir el arrastre**

El tiempo de escurrido debe ser suficiente para eliminar la mayor cantidad del líquido que arrastra la pieza cuando se la saca del baño. La pieza no debe llegar a secarse. Hay procesos en los que no se puede alcanzar el tiempo óptimo de escurrido; entre ellos el niquelado y el cromatizado del cinc, ya que el níquel puede pasivarse y la capa de cromatos pierde adherencia si se exponen demasiado tiempo al aire.

Deben utilizarse soluciones de baja concentración siempre que sea posible. Cuanto mayor sea la concentración de un baño, mayor será la cantidad de contaminantes que a través del arrastre se incorporen al agua de enjuague.

Utilizar un buen tensoactivo en los baños de electrodeposición. La tensión superficial de un baño debería hacerse tan baja como sea posible (los aditivos utilizados no deben afectar la calidad de los depósitos). Con esta simple medida, el arrastre puede disminuir hasta en un 50%. Debe comprobarse que estas sustancias no produzcan interferencias con el tratamiento de efluentes.

Retirar las gancheras de la solución en forma lenta. Cuando una ganchera se extrae de golpe, la fuerza del peso no tiene tiempo de actuar contra la viscosa y, entonces, se arrastra un gran volumen de líquido. Por lo tanto es conveniente que las gancheras diseñadas para una operación manual sean tan livianas como se pueda.

Posicionar las piezas en las gancheras para optimizar el escurrido. Buscar un arreglo tal que el arrastre de unas no caiga sobre otras. Evitar las superficies paralelas a la superficie de la solución. Posicionar las piezas en ángulo.

Cuchillos de aire. Se trata del soplado de aire humidificado de baja presión sobre las piezas a fin de recuperar una mayor cantidad de arrastre.

Minimización de arrastre en tambores. Las operaciones con tambores en general producen más arrastre que las operaciones con gancheras. La forma de las piezas determina si es mejor rotar o no rotar el tambor cuando este se extrae del baño.

2.5) Operaciones de enjuague

Una vez cumplido el objetivo de disminuir los arrastres y pérdidas o, dicho de otro modo, de retornar a la cuba de proceso tanta solución como sea posible, las piezas pasan a la etapa de enjuague. Se deben colocar deflectores de escurrido entre las cubas para evitar goteos y escurridos al piso. Estos deflectores deben construirse de materiales resistentes a los productos químicos y escurren en sentido contrario al de movimiento de las piezas en el proceso.

Cuando las piezas salen de la cuba del baño, un determinado volumen de líquido se transfiere, junto con la ganchera o tambor y las piezas, al agua de enjuague. Los enjuagues cumplían inicialmente la única función de eliminar los productos químicos que arrastran las piezas al salir del baño, para evitar que ingresen a la próxima etapa, contaminándola e interfiriendo con la calidad del tratamiento. A medida que los procesos se volvieron más eficientes, se reconoció la importancia de retener y recuperar tanto como sea posible esta solución de arrastre, devolviéndola a la cuba del baño. De esta forma, se logra que se reutilice un porcentaje importante de compuestos que deberían tratarse con los efluentes.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

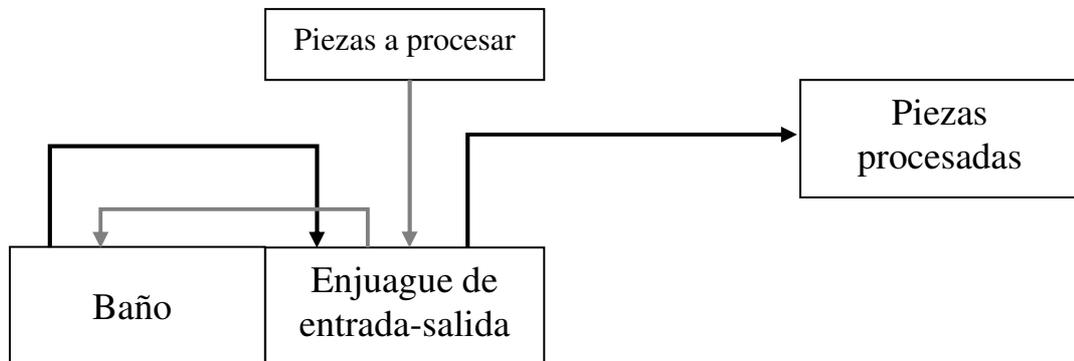
Estos enjuagues generan la mayor proporción del volumen de los efluentes industriales que se generan en una empresa o sector de tratamientos superficiales.

Otros enjuagues se emplean para recuperar materiales y, de esta forma, ahorrar materias primas y reducir la cantidad de contaminantes a tratar.

2.5.1) Los diferentes tipos de enjuagues**2.5.1.1) Enjuague estanco**

Consiste en una cuba llena de agua que no se renueva en forma continua, cuya función es la de retener la mayor parte posible del contaminante arrastrado por la pieza. La concentración de los productos químicos en el agua va aumentando, hasta que el enjuague pierde su eficiencia y hace falta cambiar el agua. El contenido de estos enjuagues debe ser tratado antes de volcarlo a la red de desagües. Se utilizan, generalmente, en aquellos procesos donde no se puede recuperar la solución arrastrada.

La desventaja de este enjuague (cuando se lo utiliza solo), es que al ir aumentando la concentración de contaminantes no brinda una calidad uniforme, y si no se descarta a tiempo se corre el riesgo de contaminar la etapa que sigue en el proceso.

2.5.1.2) Enjuague de entrada-salida

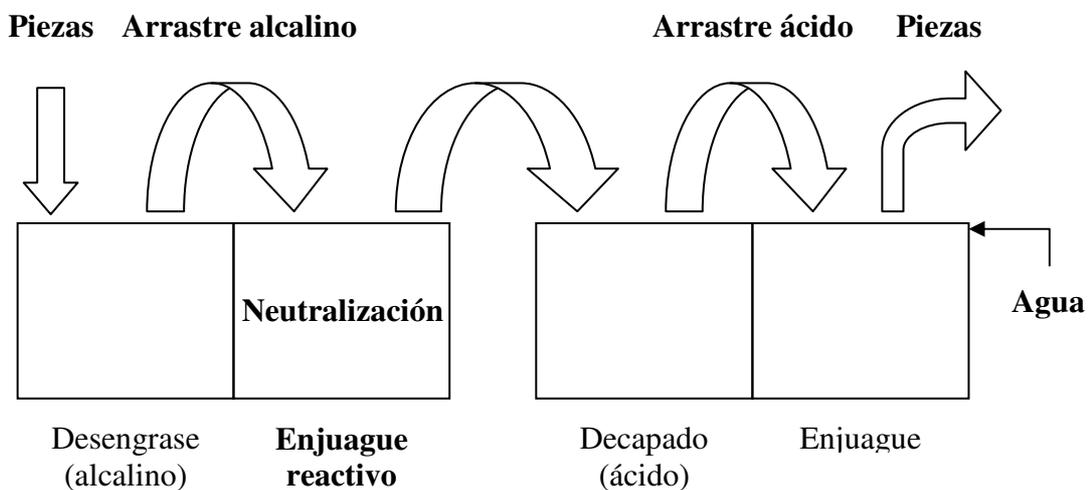
En el caso de baños que operan a temperatura ambiente, no tiene sentido utilizar los enjuagues de recuperero. Debe entonces recurrirse a otra estrategia si se quiere ahorrar productos químicos: pasar las piezas por el mismo enjuague estanco antes y después del baño (enjuague entrada-salida). El efecto que se produce es el siguiente: la pieza que va a ingresar al baño, entra a este enjuague mojada con agua (proveniente del enjuague de la etapa anterior). La pieza que sale del baño, arrastra a este enjuague los productos químicos del mismo. Si el volumen de los arrastres es igual en ambos casos y se aplica un balance de masas, se observa que el arrastre de productos químicos se reduce (teóricamente), a la mitad. Esto es bastante cercano a la realidad, ya que los tensoactivos que se acumulan en el enjuague favorecen el escurrido, con lo cual el volumen de líquido ingresado será muy similar al que arrastra la pieza que sale y se reducirá casi totalmente el problema de aumento de volumen que se presenta al trabajar con este tipo de baños.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Una alternativa (que puede resultar conveniente cuando la cuba del baño es larga o se opera en líneas semiautomáticas o automáticas, en las cuales el retroceso no es posible o alarga los tiempos de producción), es utilizar una cuba previa y otra posterior con recirculación entre ambas.

Otra medida que colabora aun más en el ahorro de materiales, sumándose a la descrita, es utilizar el efluente de una cascada a la salida del baño como alimentación de la cascada previa al mismo (no siempre es posible).

El líquido del enjuague entrada-salida también puede emplearse para reponer pérdidas por evaporación en el baño correspondiente. La evaporación se puede incrementar con alguna otra de las medidas mencionadas, como por ejemplo instalar agitación con aire.

2.5.1.3) Enjuague reactivo

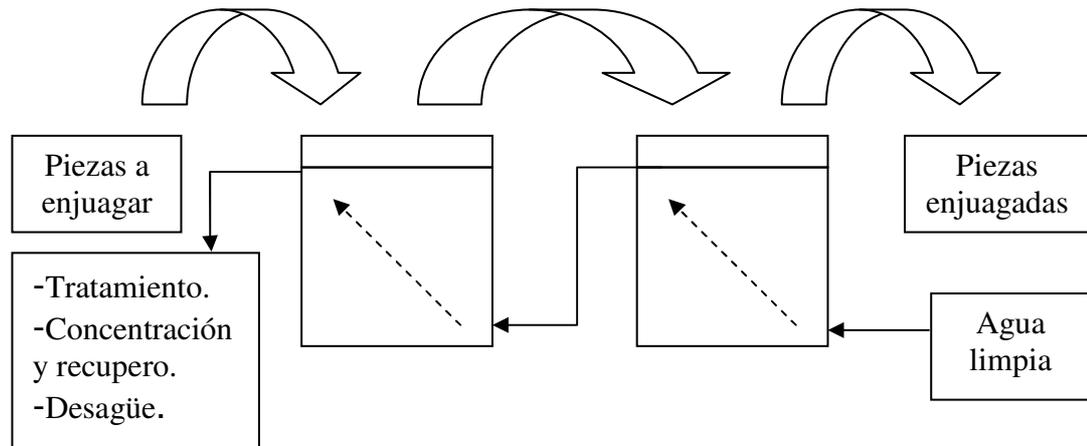
En esta modalidad, se utiliza la salida del agua de enjuague de determinada operación como alimentación del enjuague de otra, cuando los contaminantes provenientes de ambas operaciones reaccionan entre sí, neutralizándose.

Si bien, en general, la neutralización que se logra alcanza para mantener el pH dentro del rango que la normativa fija para los vertidos, es recomendable su control y eventual corrección final.

2.5.1.4) Enjuague en cascada

El procedimiento más simple de enjuague corriente es el que utiliza una sola cuba con un gran caudal continuo de agua. Esto genera un volumen importante de efluente a tratar, cuando lo que debe procurarse es usar la mínima cantidad de agua e intentar recuperar los productos químicos arrastrados con las piezas.

Una estrategia de prevención de la contaminación puede contemplar el uso de uno o más enjuagues de recupero (o de entrada-salida), estancos, o combinación de ambos, con lo cual se retiene la mayor parte de los contaminantes en el proceso, previo al enjuague final.

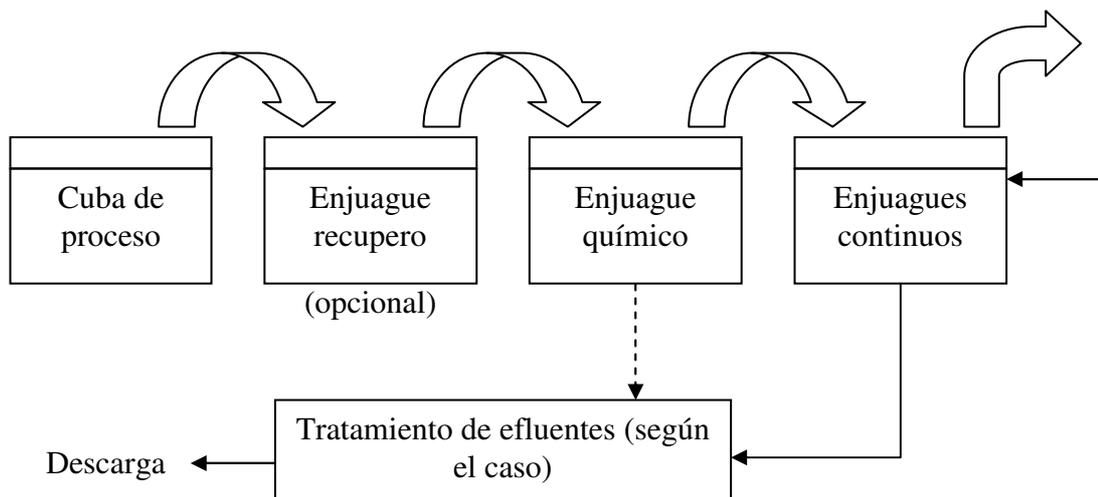
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

A continuación, se obtiene una máxima eficiencia empleando una serie de enjuagues en cascada y contracorriente, en la que el agua de enjuague fluye de una cuba a otra en dirección contraria a la de las piezas.

Una forma de aumentar la eficiencia de los sistemas de cascada es alimentar el agua por el fondo de la cuba y extraerla por la superficie, lo cual genera flujo ascendente y asegura el recambio del agua. También puede agitarse el agua de los enjuagues por medio de aire que se inyecta a través de un caño perforado o "flauta", ubicado sobre una de las diagonales del fondo de la cuba, en cuyo caso no es importante la ubicación de la entrada del agua.

En la mayoría de las industrias de tratamientos superficiales se utilizan, siempre que es posible, dos o tres enjuagues en cascada.

2.5.1.5) Enjuagues químicos



Se trata de un enjuague estanco que se utiliza a continuación de un baño o un enjuague de recuperación y que contiene sustancias que reaccionan químicamente con la solución del baño. Este reactivo puede ser, por ejemplo bisulfito en medio ácido, en el caso de cromatos.

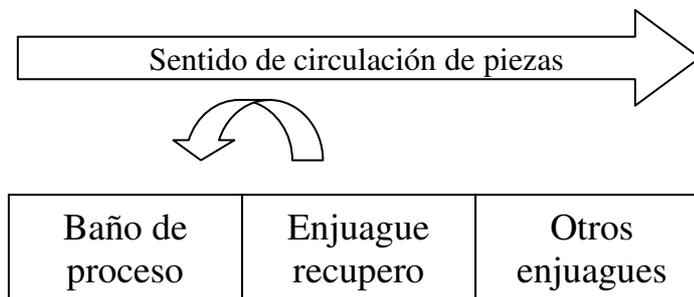
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Este método tiene la ventaja de que, aun en zonas de la pieza de difícil acceso en donde pueda haber retención de líquido del baño, éste reacciona químicamente con el enjuague y se produce una mejor limpieza de la superficie.

Cuando las piezas abandonan el enjuague químico, la superficie, generalmente, está impregnada con una solución inocua, de modo que el enjuague continuo posterior no arrastra sustancias tóxicas; el tratamiento requerido para el agua de éste enjuague suele limitarse a una neutralización y separación de sedimentos o barros.

La solución descartada requiere una neutralización para asegurar que su pH se encuentre dentro de un rango apropiado para el vuelco. También deben separarse los sedimentos que se forman durante la operación. Para mayor seguridad y comodidad, se recomienda enviar el descarte de solución a la planta de tratamiento de efluentes, donde se puede mezclar con otros efluentes que contengan el mismo contaminante y tratarse juntos. Con esto se aprovechan los excesos de reactivos de descontaminación y se asegura la calidad final del líquido volcado a la red.

Es recomendable, que la cuba de enjuague químico cuente con un sistema de extracción o se encuentre en un lugar ventilado, porque se generan cantidades discretas de gases tóxicos o corrosivos.

2.5.1.6) Enjuague de recuperero

Este tipo de enjuague es el utilizado en la empresa bajo estudio en este proyecto.

Es un enjuague estanco: consiste en una cuba llena inicialmente con agua. Puede contar con agitación por aire y/o agregarse tensoactivos para mejorar su desempeño.

En general, se utiliza para reponer las pérdidas por evaporación del baño que lo precede.

Se pueden lograr eficiencias de recuperación mayores, si se utilizan varios enjuagues de recuperación en serie (si es que cuenta con espacio suficiente). Claro que el agregado de etapas adicionales implica el aumento del tiempo de proceso, por lo que normalmente se utiliza uno solo.

En cualquiera de los casos, colocar etapas de recuperación no tiene mucho sentido si no se produce una evaporación significativa del baño, que permita el agregado del líquido del enjuague estanco. Los procesos que trabajan a temperatura mayor que la ambiente, como el niquelado y el cromado, aprovechan muy bien las ventajas de este enjuague, llegándose en algunas ocasiones a trabajar en ciclo cerrado

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

(cromado duro), pero debe usarse agua de muy buena calidad y evitar la acumulación de impurezas que pudieran contaminar el baño.

2.5.2) Estimación del caudal óptimo de enjuague

Con el fin de utilizar sólo el agua necesaria, sin perjudicar la calidad del proceso, puede estimarse el caudal mínimo requerido en los enjuagues corrientes. Los cálculos requieren:

- Medición o estimación del arrastre (con las piezas más difíciles de enjuagar).
- Concentración deseada en la última etapa de enjuague.

Luego se aplica la ecuación:

$$\text{Caudal} = \text{Arrastre} (C_{\text{BAÑO}} / C_{\text{ULTIMA ETAPA}})^{1/n}$$

$C_{\text{BAÑO}}$ = concentración de contaminante en el baño.

$C_{\text{ULTIMA ETAPA}}$ = concentración de contaminante en la última etapa de enjuague.

n = número de etapas de la cascada.

La concentración a fijar en la última etapa de enjuague está relacionada con la posibilidad de contaminación de los baños siguientes; en este caso la concentración del contaminante en el último enjuague, debe mantenerse alejada del límite aceptado en el baño que puede afectarse. A veces involucra sólo aspectos estéticos, como la posibilidad de aparición de manchado en las piezas, si se trata de una última etapa como puede ser el cromado.

En el caso de detectarse problemas atribuibles a contaminación por arrastres a causa de caudal de agua insuficiente, se deberá ir aumentando el mismo para no comprometer la calidad del producto.

2.6) Diseño y cuidado de las instalaciones y equipos**2.6.1) Resaltos**

Uno de los riesgos que se corre en este tipo de industrias es la rotura de las cubas que contienen las soluciones de trabajo. Se emplean resaltos o contenedores secundarios rodeándolas, al menos en aquellas que contienen productos peligrosos para la salud, el ambiente o las instalaciones, de manera de confinar los posibles derrames y recuperarlos para su uso o tratamiento.

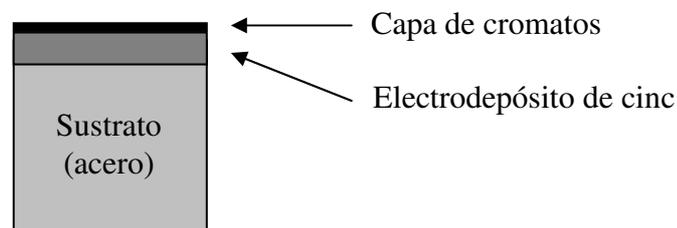
Los sistemas de tratamiento de efluentes no están preparados para tratar una carga concentrada proveniente de derrames. El sistema de drenaje debe estar diseñado para retener los derrames y no para dejarlos correr.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****3) TRATAMIENTOS SUPERFICIALES QUE UTILIZAN CROMO****3.1) Procesos de conversión****3.1.1) Generalidades**

Las superficies metálicas tienen un cierto nivel de actividad o afinidad por algunos componentes de la atmósfera y tienden a reaccionar con ellos modificando su apariencia superficial. El oxígeno y otros compuestos (CO_2 , NO_x , SO_2 , etc.), sobre todo en presencia de humedad, atacan los metales dando inicio a procesos de corrosión.

Una estrategia que dificulta este proceso de degradación superficial es la aplicación de los llamados procesos de conversión, que forman una película protectora sobre el metal. Estos procesos se pueden realizar directamente por inmersión, en algunos casos por electrólisis y se aplican a una gran variedad de superficies.

Del mismo modo, existen innumerables técnicas y procesos, muchos de los cuales son de aplicación muy limitada. Algunos son, pasivado sobre cincado y fosfatizado sobre hierro y acero.

3.1.2) Pasivado

Este proceso, también conocido como cromatizado, tiene por objeto formar la mencionada capa protectora sobre la superficie cincada, por inmersión de la pieza en una solución que contiene compuestos de cromo y una cantidad de ácidos inorgánicos y, en ciertos casos, orgánicos, además de otros aditivos. Históricamente, se han utilizado soluciones pasivantes que contenían mezclas de compuestos de cromo hexavalente y trivalente; en la actualidad existen algunas solamente con trivalente e, inclusive, se están desarrollando procesos que no contienen cromo.

El mecanismo de pasivado consiste en un ataque superficial de la capa de cinc, produciéndose una delgada capa de un gel de compuestos de cromo hexavalente, cromo trivalente y cinc sobre la superficie cincada. Los pasivados azules contienen, principalmente, cromo en su estado trivalente, mientras que los pasivados iridiscentes y oscuros contienen tanto cromo trivalente como hexavalente. Esta capa se endurece con procesos de secado que pueden incluir enjuagues con agua caliente y centrifugado, secado en horno o en condiciones naturales.

Al describir el proceso de corrosión de un acero cincado y pasivado, se puede hablar de tres etapas:

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

1. Ataque a la capa de cromatos, que suele presentar alta resistencia a los agentes atmosféricos normales. Se observa decoloración del pasivado, pero aun no se ataca el cinc.
2. Ataque a la capa de cinc (conocido como corrosión blanca, por la aparición de óxido de cinc). Su resistencia depende del espesor depositado.
3. Ataque del sustrato (corrosión roja). Cuando se agota el recubrimiento de cinc, este sigue brindando cierta protección al hierro, ya que actúa como material de sacrificio anódico.

El pasivado suele también utilizarse como mordiente de capas posteriores de pintura o laca, que aumentan aun más la resistencia a la corrosión del sistema. El método más utilizado para medir o ponderar esta capacidad de soportar agresiones químicas y ambientales, es el ensayo de cámara de niebla salina.

Pasivado azul Cr^{VI}: Mejora de aspecto y brillo, protección para manipuleo y almacenamiento cubierto, poca resistencia a la intemperie. Debido al contenido de Cr^{VI}, presenta compromiso ambiental y riesgo para la salud.

Pasivado azul Cr^{III}: Similares a los formulados con cromo hexavalente, las primeras formulaciones lograban menor resistencia a la corrosión; en la actualidad casi no hay diferencia. El Cr^{III} es mucho menos tóxico y más fácil de eliminar.

Pasivado dorado iridiscente: Por su mayor resistencia a la corrosión se utiliza profusamente en la industria automotriz, en electrodomésticos y materiales electrónicos. Hasta el presente, los desarrollos hechos sobre la base de Cr^{III} no han dado buenos resultados.

Pasivado dorado iridiscente lavado: Se obtiene por inmersión del pasivado anterior en una solución de carbonato de sodio o soda cáustica. Se emplea cuando se desea un pasivado de color claro, de mayor resistencia a la corrosión que el azul. Su aspecto no es exactamente igual a este.

Pasivado negro: Muy utilizado para fines decorativos, la mayor parte de las formulaciones incluyen sales de plata para lograr el color negro.

Pasivado verde oliva: Es el que brinda mayor protección, por lo que es muy querido en la industria automotriz, aeroespacial o militar.

3.1.2.1) *Productos no deseados*

La mayor parte de los pasivantes son formulaciones protegidas por patentes que contienen cromo VI, cromo III o mezcla de ambos. Debe solicitarse al proveedor la correspondiente Hoja de Seguridad, donde tiene obligación de declarar la composición cualitativa o, al menos, que sustancias peligrosas contiene, las precauciones de uso y manipuleo que deben adoptarse, el tratamiento y disposición final que debe darse a las soluciones agotadas, etc.

Su uso genera tres corrientes de desechos: líquidos agotados, de alta concentración; efluentes, de baja concentración y barros de limpieza de cubas, todos contaminados con cromo.

Desafortunadamente, los efluentes de este proceso no se pueden recuperar para otros usos ni retornarlos a los baños de pasivado, ya que malograron el proceso de cincado afectando la calidad de las piezas, además de interferir en el posterior tratamiento de efluentes.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Tampoco pueden utilizarse enjuagues reactivos, que afectarían la capa formada, reduciendo sus propiedades de protección y desmejorando el aspecto.

Como consecuencia de estas particularidades, se debe recurrir a medidas preventivas, que podrían resumirse en:

- Prolongar la vida útil de los baños.
- Reducir el arrastre, mejorar el escurrido.
- Optimizar la configuración y uso de los enjuagues.

3.1.2.2) *Mantenimiento de los baños de pasivado*

El objetivo del mantenimiento es reducir los descartes, práctica a la que generalmente se recurre cuando no se obtienen los resultados esperados. Estos descartes tienen las máximas concentraciones de cromo que pueden encontrarse en un taller de cincado, por lo cual se deben evitar en lo posible, manteniendo bajo control los parámetros operativos y evitando contaminaciones.

3.1.2.2.1) Control del Ph

El pH de la solución tiende a subir debido a diversas causas:

- Disolución de parte de la capa de cinc. Suele agotarse el ácido antes que la fuente de iones cromato.
- Arrastre de entrada.
- Uso de agua de mala calidad (alcalinidad y dureza elevadas).

Debe controlarse con la frecuencia necesaria para que se mantenga siempre dentro del rango recomendado por el proveedor. Corregir únicamente con el ácido recomendado por el fabricante. Antes de reforzar el baño con producto nuevo o descartarlo, asegurarse de que el pH se encuentre dentro del rango operativo.

3.1.2.2.2) Concentración de cromo

También el cromo se va consumiendo en el proceso, por lo cual se debe controlar y mantener su concentración. En algunos casos se debe mantener una relación definida entre el Cr^{VI} y Cr^{III} . Este control debería ser el que avise cuando es necesario reforzar la solución de trabajo o descartar una parte.

3.1.2.2.3) Contaminación

Si los enjuagues posteriores al cincado no remueven la totalidad de los productos químicos del baño, estos terminarán en la solución de pasivado. El arrastre de entrada puede contener aditivos orgánicos del baño de cincado, que reducen el Cr^{VI} agotándolo prematuramente. Si el baño de cinc es alcalino, el arrastre hará subir rápidamente el pH con efectos perjudiciales. En consecuencia, se debe tratar de optimizar el escurrido de las piezas y los enjuagues previos. No se recomienda agregar tensoactivos al pasivado para mejorar el escurrido de salida, sin verificar que no reaccionen con el cromo hexavalente.

3.1.2.2.4) Defilmado previo

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Quizá la medida más eficaz para prevenir la contaminación del baño de pasivado es el defilmado. En esta operación se sumergen las piezas cincadas y enjuagadas en un enjuague estanco levemente ácido (HNO_3 al 0,5%), que actúa sobre la superficie como un suave decapado, eliminando una película superficial del depósito. De esta forma, se remueven los restos de aditivos orgánicos y neutralizan los álcalis si el baño de cinc no fuera ácido. También activa la superficie, mejorando su capacidad para recibir el pasivado y permitiendo tiempos más cortos de inmersión. Esta práctica, a veces resistida por ser una etapa más en el proceso, alarga mucho la vida útil del pasivante y es mejor aún, si se realiza un enjuague antes de pasar al baño de pasivado.

3.1.2.3) Reducción del arrastre

Debido a la necesidad de enjuagar rápidamente, no es mucho lo que puede hacerse para reducir el arrastre; pero lo poco que se haga redundará en una reducción de efluentes y residuos, con los consiguientes beneficios económicos.

Una de las posibilidades es disminuir la viscosidad de la solución, que puede lograrse agregando tensoactivos, siempre y cuando no reduzcan el cromo hexavalente. Se recomienda consultar con el proveedor, o mejor realizar ensayos en jarra con determinación inicial y final de Cr^{VI} .

Disminuyendo la concentración de productos químicos en el baño se arrastra menos, pero se deberán aumentar los tiempos de inmersión y la frecuencia de refuerzos. Al trabajar con concentraciones más diluidas, tiene la ventaja que permite alargar el tiempo de escurrido o transferencia.

Es necesario prestar especial atención a la forma y posición de las piezas que se procesen colgadas para evitar el “efecto cucharita”. Si se trata de piezas a granel, se debe rotar los tambores colgados sobre el baño de la manera que produzca mejores resultados.

3.1.2.4) Enjuagues

Los enjuagues del pasivado deberán segregarse para su posterior tratamiento, por lo cual debe ponerse especial cuidado en que su volumen sea lo más reducido posible, sin que se afecte la calidad de las piezas.

Se pueden utilizar enjuagues estancos, que retienen una gran cantidad de los contaminantes en un volumen relativamente pequeño. El agua de estos enjuagues se puede cambiar por otra limpia cuando la carga contaminante se hace incompatible con el proceso, enviándose a tratamiento, luego se suelen usar enjuagues en cascada de 2 ó 3 etapas, lo cual permite reducir bastante el caudal del efluente, que puede restringirse aún más si se corta el flujo de agua cuando no se enjuagan piezas.

También pueden utilizarse las cascadas sin baños estancos; para lograr una buena reducción de caudal se recomienda utilizar 3 enjuagues en cascada como mínimo. Dado que en estos enjuagues se precipita gran cantidad de sedimentos, se recomienda incorporar agitación (usualmente con aire), de manera de evitar la acumulación de sedimentos y minimizar las operaciones de mantenimiento y limpieza.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Es muy importante prevenir pérdidas, derrames y salpicaduras de esta agua, o colectarlas para su tratamiento si no se pueden evitar.

3.2) Anodizado**3.2.1) Introducción**

El anodizado es un proceso muy utilizado para mejorar la dureza superficial, la resistencia al desgaste y a la corrosión, en piezas hechas de aluminio o sus aleaciones.

Constituye un proceso de oxidación en el cual, la pieza, sumergida en un electrolito, se hace ánodo de una celda electrolítica. Cuando se aplica un determinado potencial, se forma una película de óxidos porosos y, es esta porosidad, la que permite al recubrimiento absorber compuestos que le confieren determinada coloración, o lubricantes. Los poros se suelen sellar en una operación posterior para lograr la resistencia a la corrosión deseada.

3.2.2) El proceso de anodizado

Se utilizan diversos tipos de baños sobre la base de ácido sulfúrico, crómico o combinaciones de ácidos sulfúrico, oxálico y bórico. También pueden utilizarse electrolitos especialmente formulados para producir anodizados de color bronce o negro.

Los baños más utilizados contienen únicamente ácido sulfúrico. Estos baños operan a diferentes concentraciones y densidades de corriente, dependiendo de los efectos buscados.

3.2.3) Baños más utilizados en los procesos de anodizado**3.2.3.1) *Anodizado crómico***

Se obtienen recubrimientos delgados, de excelente resistencia a la corrosión. Tiene la ventaja de que si quedan restos de electrolito atrapado en recesos de la pieza, éstos no producen corrosión de la superficie. Su uso está limitado actualmente, por los riesgos que implica el uso de compuestos de cromo hexavalente. Se emplea sólo para ciertas aplicaciones aeronáuticas y militares.

3.2.4) Productos no deseados

El anodizado es uno de los procesos de tratamientos superficiales cuyos productos no deseados, en general, no son tóxicos, con excepción del anodizado crómico.

Es importante que el local donde se realizan operaciones de anodizado se encuentre bien ventilado, ya que muchos de los baños producen emisiones que, si bien, no son tóxicas, son corrosivas.

Algunas medidas que colaboran con la menor generación de productos no deseados son:

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****3.2.4.1) Anodizado con ácido crómico**

Cuando sea posible, el anodizado crómico puede reemplazarse por procesos con ácido sulfúrico para evitar los riesgos asociados al uso de compuestos de cromo hexavalente.

En aplicaciones aeroespaciales y militares sólo se ha producido una sustitución parcial por procesos de ácido sulfúrico/ácido bórico. En ciertos casos (recubrimientos previos a operaciones de pintado), se ha utilizado ácido fosfórico como sustituto.

3.2.4.2) Enjuagues

En todos los procesos de tratamientos superficiales, es importante un buen enjuague. El uso de una cantidad insuficiente de agua producirá formación de polvo sobre las piezas, contaminación de los baños siguientes y corrosión en zonas de la pieza con baño ocluido. Al mismo tiempo, una cantidad de agua excesiva llevará a un aumento de costos por consumo de agua y tratamiento de efluentes.

Se aplican reducción de arrastre y enjuagues en cascada en contracorriente con agitación por aire. El caudal de agua de enjuague adecuado se puede definir controlando el pH. Un pH menor a 2,5 en la primera etapa de la cascada asegura que no precipitarán hidróxidos metálicos. El pH de la segunda etapa de enjuague se suele mantener en un rango de 5,5 a 6,5. El control de caudal de agua se puede efectuar de diversas formas:

- Manual, ajustando el caudal en función del valor de pH.
- A través de un controlador de pH o conductividad.
- Por medio de un temporizador, que abra la alimentación del enjuague cuando ingresan piezas (en una línea de procesamiento no continuo).

Para los enjuagues de anodizado crómico, se recomienda fijar valores de pH o conductividad que correspondan a una concentración de 20 mg/l de cromo hexavalente en el último enjuague.

Si el baño de anodizado crómico opera a una temperatura superior a los 35°C, se puede incorporar un primer enjuague estanco, utilizando su contenido para reponer pérdidas por evaporación en el baño. Eventualmente se puede incorporar un evaporador atmosférico. Se recomienda que siempre que se efectúe recuperación de soluciones de enjuague, se utilice agua de buena calidad y se controle el contenido de contaminantes en el baño correspondiente.

El cromo hexavalente se puede reemplazar en los baños de anodizado y algunas formulaciones de decapado, de remoción de carbonilla y de sellado.

3.2.5) Mantenimiento de los baños**3.2.5.1) Anodizado con ácido crómico****3.2.5.1.1) Purificación de los baños****3.2.5.1.1.1) Aluminio**

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

El aluminio de las piezas procesadas se va disolviendo paulatinamente en el baño, consumiendo ácido libre. Un contenido bajo de ácido libre causará la formación de un recubrimiento de baja resistencia a la corrosión. Un baño nuevo contiene 30 g/l de ácido crómico, con un pH de 0,5 a 0,7. A medida que aumenta el contenido de aluminio disuelto, aumenta también el pH. No es conveniente que el mismo se eleve por encima de 0,9. Para ello, se controla periódicamente el pH y se realizan los agregados de ácido crómico que resulten necesarios para cumplir esa condición. Cuando la concentración de ácido crómico alcanza los 100 g/l y el pH se encuentra entre 0,8 y 0,9, se mantienen estas condiciones de operación mediante extracción periódica de un pequeño volumen de baño y su reemplazo por un volumen equivalente de solución nueva de ácido crómico. La concentración en el baño se determina midiendo su densidad. La eliminación de aluminio del baño de anodizado es posible, por medio de tecnologías de intercambio iónico, vaso poroso o electrólisis de membrana.

3.2.5.1.1.2) Cromo trivalente

El cromo trivalente, usualmente en el orden de algunos mg/l, puede causar oscurecimiento o picado del recubrimiento si su concentración aumenta. El exceso de cromo trivalente puede deberse a:

- Presencia de impurezas orgánicas (aceite, madera, papel). Se debe impedir el ingreso de contaminantes orgánicos, por ejemplo, aceite de los compresores para agitación por aire.
- Inadecuada relación de áreas ánodo/cátodo. El área catódica no debe superar el 5% del área anódica. En todo caso, enmascarar el cátodo.

El contenido de cromo trivalente de un baño, se puede reducir por electrólisis a baja densidad de corriente.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****4) OPERACIONES DE CROMADO DECORATIVO Y CROMADO DURO****4.1) Introducción**

El cromado se aplica a una diversidad de objetos. A continuación se mencionan las principales diferencias entre el cromado duro y el decorativo.

- **Propiedades y aplicaciones:** El recubrimiento de cromo duro posee alta dureza y se utiliza para aplicaciones en las que se busca resistencia al desgaste. El cromado decorativo se aplica a una superficie para mejorar su apariencia.
- **Espesores:** El cromo duro se deposita en un rango de espesores entre 2,5 μm y 500 μm y, para ciertas aplicaciones en espesores aún mayores: en el cromado decorativo los espesores normalmente son del orden de 0,05 a 0,5 μm .
- **Depósito:** El cromo duro generalmente se deposita directamente sobre el metal base, mientras que el cromado decorativo se deposita sobre capas intermedias de níquel o cobre y níquel.

Se utilizan ánodos insolubles, de plomo o de titanio platinado. El cromo que se deposita debe reponerse en el baño como ácido crómico.

La electrodeposición de cromo es posible desde soluciones de cromo hexavalente (Cr^{VI}) o de cromo trivalente (Cr^{III}). Los baños de cromo trivalente son de desarrollo más reciente y no están muy difundidos en el mercado. Esto se debe, en parte, al alto costo del equipamiento necesario. Por otra parte el depósito que se logra es, dependiendo del tipo de baño, similar al peltre o en todo caso al acero inoxidable, a diferencia del blanco azulado de los baños de cromo hexavalente; y esto impacta negativamente en los potenciales clientes. La ventaja de este baño radica en que se evita casi totalmente la generación de emisiones gaseosas, el manipuleo de ácido crómico y su presencia en los productos no deseados.

4.2) Baños de cromo hexavalente (Cr^{VI})

Los baños de cromo hexavalente, emplean soluciones de ácido crómico con agregados de otros ácidos (catalizadores) como el sulfúrico, fluorhídrico, hexafluorsilícico o sus sales.

4.2.1) Reacciones que tienen lugar en los baños de cromo hexavalente

La reducción del cromo es una reacción compleja, en la cual se supone, que existen compuestos intermedios de cromo trivalente que finalmente se reducen y depositan como metal (esta reacción tiene lugar sobre la superficie de la pieza, que actúa de cátodo). También se desprende gran cantidad de hidrógeno, ya que la eficiencia es baja, entre un 10 y un 25%. Esto significa que gran parte de la energía eléctrica se consume en la descomposición del agua (en el ánodo la reacción principal es la formación del oxígeno).

También es importante una reacción secundaria a partir de iones de plomo divalente que se encuentran presentes en el baño y, que origina una capa de dióxido de plomo sobre el ánodo. Este compuesto actúa catalíticamente sobre los iones de cromo trivalente formados en el cátodo que no alcanzan a reducirse totalmente a

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

cromo metálico y que de esta manera se oxidan sobre el ánodo, dando nuevamente ácido crómico.

4.2.2) Formulaciones para baños de cromo hexavalente

Una solución de ácido crómico no depositará cromo a menos que contenga, además, un catalizador. Si la concentración del catalizador no es la adecuada, el cromo no se depositará. Hay varios tipos de formulaciones de baños de cromado:

4.2.2.1) Baño de sulfato

La concentración de ácido crómico en estos baños es muy variable, pero la relación $\text{CrO}_3 : \text{SO}_4^{=2}$ debe mantenerse en el rango 100:1, con un 10% de margen.

Los baños de baja concentración, tienen la ventaja de que presentan menores pérdidas por arrastre. Antiguamente, se pensaba que los baños de alta concentración eran menos sensibles a los cambios de concentración y se les atribuía mayor poder cubriente. Sin embargo, estas ventajas no son significativas en la práctica, comparadas con los problemas de un arrastre mucho mayor y costos de preparación y mantenimiento del baño, también más altos.

4.2.2.2) Baños de catalizadores mixtos

Estos baños, tienen mayor eficiencia en el consumo eléctrico a iguales condiciones que los anteriores y su productividad es un 40% a 60% mayor, ya que pueden operar a mayor densidad de corriente, sin que se produzcan defectos en los depósitos.

Los catalizadores que contienen son: ácido sulfúrico, fluorhídrico o fluorsilícico; o sus sales, por ejemplo, fluosilicato de sodio.

Estas formulaciones, han desplazado casi totalmente a los anteriores en cromado brillante o decorativo, ya que no forman depósitos tipo “arco iris” en zonas de baja densidad de corriente, tiene poca tendencia a formar manchas y se logran rendimientos más altos. Al mismo tiempo, son más difíciles de operar, ya que requieren el control de un componente adicional.

Para cromo duro, prácticamente no se utilizan estos electrolitos. La razón es el ataque de las áreas de acero no cromadas en las zonas de baja densidad de corriente, con lo que se acelera la contaminación de las soluciones y disminuye su vida útil.

4.2.2.3) Baño autorregulable de catalizadores mixtos para cromado decorativo

En estos baños, se controla la concentración del catalizador secundario fluorado a través de un fluoruro con limitada solubilidad en las soluciones de ácido crómico: la concentración de fluoruro requerida, está dada por la solubilidad del compuesto empleado.

Tiene las ventajas de los baños con catalizadores mixtos sin la necesidad de controlar la concentración de fluoruros.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****4.2.2.4) Baño libre de fluoruro para cromado duro**

La formulación incluye ácido crómico, sulfatos y un catalizador orgánico estable. Presenta mayor rendimiento y provee rangos de velocidad de producción y de densidad de corriente, ligeramente mayores a los baños convencionales. No se produce ataque de las zonas no cromadas porque la solución no contiene halógenos. Esto disminuye la necesidad de enmascarar las piezas en las áreas de baja densidad de corriente (donde no se deposita cromo). El consumo eléctrico es un 20% menor que el requerido en un baño convencional y tolera mayores densidades de corriente sin producirse quemado o formación de dendritas.

En general, en todos estos baños debe tenerse en cuenta que si la necesidad de corriente a aplicar por unidad de volumen de baño supera los 0,5 A/l, el calor generado será mayor que el que puede disipar. Por lo tanto debe preverse que además de calentar el baño antes de comenzar a trabajar, habrá que enfriarlo durante su operación. Si se utilizan serpentinas de titanio pueden realizarse ambas operaciones sucesivamente, cambiando la circulación de agua caliente o vapor por la de agua fría. El agua de enfriamiento puede utilizarse, luego, en la alimentación de enjuagues de este u otros procesos.

4.3) Productos no deseados

El cromo hexavalente es un contaminante que puede afectar seriamente la salud de los trabajadores y la calidad del ambiente. Por lo tanto, es imprescindible tomar los recaudos necesarios para confinar estos compuestos evitando su dispersión y el ingreso al organismo, ya sea a través de la piel o por vía respiratoria.

Es necesario controlar la calidad del aire del ambiente laboral asegurando niveles aceptables de concentración de cromo hexavalente. Por otra parte, los operarios deberán ser capacitados en el uso obligatorio de elementos de protección personal (barbijos, guantes, delantales, etc.)

La mayoría de las alternativas de prevención de la contaminación, aplicables al cromado decorativo son también aplicables al cromado duro. La diferencia principal es que en el cromado duro, debido a los mayores tiempos de residencia del material a cromar en los baños, se genera un menor arrastre que en el cromado decorativo, haciendo más fácil implementar enjuagues en circuito cerrado.

En cuanto a emisiones gaseosas, el proceso de cromado duro es más problemático que el cromado decorativo debido a que se emplean mayores densidades de corriente y, además, suele operarse dejando las piezas depositando durante intervalos mayores, con lo cual los tiempos muertos (tiempos perdidos para sacar y colocar piezas), disminuyen.

Es importante tener en cuenta que, gran parte del cromo consumido en el proceso no se deposita en las piezas que se desean cromar, sino que termina arrastrado por las emisiones y efluentes.

4.4) Medidas de prevención de la contaminación**4.4.1) Sistemas de extracción y tratamiento de emisiones gaseosas**

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Aunque la necesidad de ventilación disminuye por el uso de tensoactivos, es recomendable la instalación de sistemas de extracción localizados. Estos sistemas son indispensables en los casos en que no se agreguen los mencionados tensoactivos o supresores y siempre deben estar presentes cuando se operan baños de cromo duro.

Los conductos de ventilación deben contar con trampas de condensado para recoger el ácido crómico que se acumulará; el sistema también debe incluir un equipo depurador para retener el ácido crómico que arrastra el aire antes de descargarlo a la atmósfera.

4.4.1.1) Rellenos de mallas

Se trata de capas de material fibroso colocadas entre dos grillas soporte. Los rellenos de mallas se lavan periódicamente, resultando un efluente de ácido crómico concentrado que, generalmente, puede retornar directamente al baño.

El drenaje de las trampas y el ácido crómico recuperado en el sistema depurador debe recogerse y devolverse a los baños de cromado, o bien derivarse para su tratamiento (hay que tener en cuenta que las pérdidas de ácido crómico arrastrado en las emanaciones pueden llegar al 45% del consumo total, en los casos en que no se agregan tensoactivos o esferas de plástico en la superficie). El material a utilizar para la construcción de los mencionados equipos y conductos debe ser de PVC.

Se debe considerar que los líquidos provenientes del tratamiento de las emisiones gaseosas se suman a los provenientes de los enjuagues de recuperación. Si el volumen es mayor al que evapora el baño, puede ser necesario descartar parte de los mismos para su tratamiento o, también, puede considerarse la incorporación de un evaporador.

Los baños sobre la base de cromo trivalente no requieren sistemas de extracción; basta con un local bien ventilado.

4.4.2) Enjuagues

Se utilizan uno o dos enjuagues de recuperación seguidos de enjuagues circulantes. Si se incorpora agitación con aire se aumentará la eficiencia de los mismos.

Debido a que la temperatura de operación es alta, se puede efectuar un enjuague en spray sobre la cuba del baño.

El cromado duro, a causa de su bajo arrastre, casi siempre permite la recuperación total de las soluciones de enjuague. Se pueden usar varios enjuagues estancos de recuperación, a menudo agitados con aire. Cuando la capacidad de evaporación de la cuba de cromado es insuficiente para absorber el volumen de solución recuperada, puede utilizarse un evaporador, usualmente atmosférico.

Para transferir la solución entre las cubas, a veces se usa una pequeña bomba o una válvula controladora de nivel (flotante) en el primer enjuague. Cuando el nivel del primer enjuague disminuye (después que se transfirió líquido del mismo al baño), se activa la entrada de agua fresca al enjuague final, que circula por cascada hasta completar el nivel del primero.

Es necesario usar agua desmineralizada en enjuagues de recuperación y en el pulverizador sobre la cuba.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Se considera que la concentración de cromo hexavalente para el último enjuague debe estar entre los 5 y 20 mg/l. Por debajo de este rango se gastará agua en exceso y por encima del mismo se puede perjudicar la calidad del proceso y/o la salud de los operarios que manipulan las piezas que, independientemente de la concentración del cromo en el enjuague, deberán usarse guantes apropiados y todas las medidas correspondientes de seguridad.

4.4.2.1) Eliminación de cromatos

Luego de un proceso de cromado y, después del enjuague estanco o de recuperación, el ácido crómico remanente se elimina por inmersión en una solución ácida de metabisulfito o bisulfito de sodio. La superficie cromada es totalmente estable frente a ésta solución.

El cromo III, formado por reducción, es eliminado por inmersión en otra cuba con una solución alcalina donde precipita como hidróxido de cromo.

Otra posibilidad admite el uso de una sola etapa, en la cual se reduce y precipita el cromo simultáneamente. Para ello se prepara una solución de hidrosulfito de sodio (10-20 gr/l) y se ajusta el pH por encima de 10 con soda cáustica.

Las piezas cincadas, cadmiadas o que hayan recibido un proceso de pasivado no se deben enjuagar aplicando esta técnica, ya que la capa de cromatos formada sobre la superficie se degradaría.

Si bien, en los enjuagues químicos se eliminan las precauciones de medición y control estrictas necesarias en los procesos de tratamientos corrientes (ya que siempre se trabaja con reactivos en exceso y hay suficiente tiempo para que ocurran las reacciones que eliminan los contaminantes), no deben descuidarse los agregados periódicos de productos químicos, ya que se corre el riesgo de que estos se agoten, con lo cual el efluente puede arrastrar contaminantes; si no se cuenta con una planta de tratamiento para asegurar la calidad del vertido final, esto puede exponer a la empresa a multas y/o clausuras. Otra desventaja que posee este sistema es que tiende a formar gran cantidad de barro en las cubas de reacción y también en los enjuagues y, por lo tanto, se debe efectuar una limpieza periódica de las mismas. Por todas estas razones, no es recomendable el uso de este tipo de enjuagues en plantas con producciones medianas o grandes.

4.4.3) Evaporación asistida

Los evaporadores atmosféricos son uno de los sistemas más usados para la recuperación de materias primas en la industria de tratamientos superficiales. El evaporador atmosférico consta de una bomba para impulsar el baño, un soplador para hacer circular el aire, una cámara de evaporación en la cual entran en contacto el aire y la solución (la cámara está llena con un material de relleno para aumentar la interfase líquido-aire) y un eliminador de nieblas o coalescedor para retener el líquido arrastrado por la corriente gaseosa a la salida. El evaporador se ubica, generalmente, a un nivel más alto que el de la cuba del baño. La solución caliente se bombea al evaporador y el aire se sopla a través del equipo, venteándose luego al exterior. El concentrado se deja fluir por gravedad de nuevo a la cuba.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****4.5) Eliminación de contaminantes**

Cuando un baño se contamina, disminuye su conductividad y se requiere aplicar mayor tensión para lograr una cierta densidad de corriente. Además, disminuye la eficiencia, especialmente en baños de catalizadores mixtos.

4.5.1) Cromo trivalente

El exceso de cromo trivalente debe prevenirse usando ánodos de plomo adecuadamente aleados. La superficie anódica debe ser superior a la catódica.

4.5.2) Metales

Salvo el uso de técnicas costosas, como el intercambio iónico, no es posible eliminar metales como el hierro y el cobre cuando contaminan un baño de cromo. En estos casos la única solución es descartar parte del mismo. Luego se completa el nivel de la cuba con agua desmineralizada y se ajusta la composición a los valores operativos: de esta forma se diluyen los contaminantes presentes. La porción del baño descartada genera un efluente que debe ser gestionado en forma adecuada.

4.5.3) Tecnologías más avanzadas utilizadas en la remoción de contaminantes. Intercambio iónico

Se emplean equipos con resinas catiónicas para retener metales (hierro, cromo trivalente, níquel, cinc, cobre y plomo). El exceso de cromo trivalente en el líquido a depurar es perjudicial para las resinas.

Normalmente, se aplica sobre el primer o segundo enjuague de recuperación para evitar que las condiciones más agresivas del baño de cromo deterioren las resinas. Si se desea aplicar intercambio iónico al baño, en general, no puede hacerse directamente: debe diluirse y enfriarse antes.

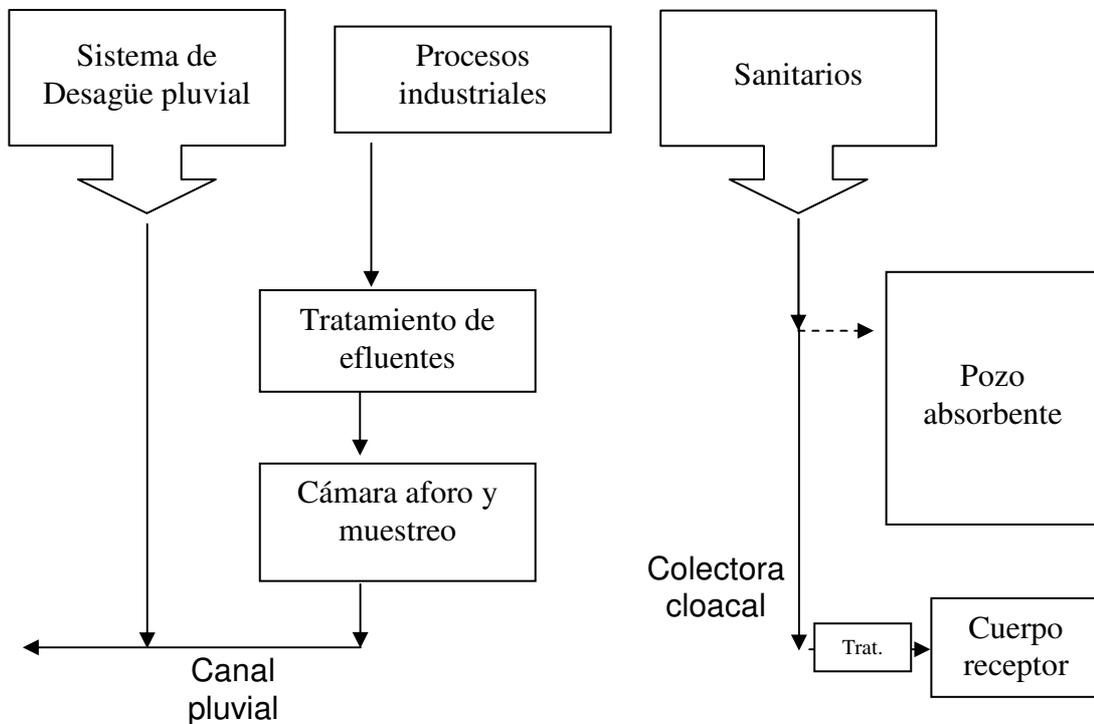
La resina agotada se regenera con ácido sulfúrico y se enjuaga con agua, generando un efluente que debe gestionarse en forma apropiada.

La investigación en el desarrollo de nuevas resinas es continua, buscando que sean más tolerantes a las condiciones agresivas del baño de cromo. Actualmente, poseen una vida útil limitada.

Otras tecnologías utilizadas con cierto grado de éxito son la transferencia iónica (vaso poroso) y la electrólisis por membrana.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****5) SEGREGACIÓN Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES****5.1) Introducción**

En las industrias ya existentes, la verificación o diseño de las instalaciones necesarias para la captación y tratamiento de los efluentes de planta deberían realizarse luego de implementadas las medidas y prácticas correspondientes a una estrategia de prevención de la contaminación (reducción de caudales en los enjuagues, recuperación de arrastres, eliminación de derrames, etc.). De esta forma se evitan costos innecesarios de inversión en instalaciones sobredimensionadas.

5.2) Efluentes generados en los establecimientos industriales

Los diferentes procesos producen distintos tipos de efluentes, que pueden requerir tratamientos específicos. El primer paso es realizar la clasificación de los mismos:

1. Efluentes industriales: Generados en los distintos procesos en forma continua (enjuagues) o discontinua (limpieza, descartes), por lo general requieren operaciones de tratamiento para adecuarlos a las exigencias legales.
2. Aguas de enfriamiento: Proviene de los sistemas de enfriamiento de baños y/o rectificadores y no requieren tratamiento.
3. Efluentes cloacales: Producidos por el uso de las instalaciones sanitarias de la empresa, su destino es la colectora cloacal, o un pozo absorbente en defecto del primero. El tratamiento es responsabilidad del organismo que administra la red cloacal.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

4. Efluentes pluviales: Se generan por la captación de las precipitaciones pluviales. Deben tener su propia línea de desagüe separada de la industrial y la cloacal.

Dependiendo del lugar donde se encuentre la industria, pueden o no existir las colectoras cloacal y pluvial. También puede ser que los efluentes sean volcados directamente a un cuerpo receptor (río, arroyo, zanja, laguna, etc.) o sobre el terreno.

Las aguas servidas o efluentes cloacales, en caso de no existir colectora cloacal deben tratarse o ser derivadas a un pozo absorbente y/o retiradas por tanques atmosféricos autorizados.

Se debe evitar que los efluentes pluviales se contaminen con productos químicos o residuos. Por ello, deben evitarse tanto los derrames como el almacenamiento de los mismos en sectores ubicados al aire libre.

5.3) Efluentes derivados de los tratamientos superficiales

Estos efluentes deben cumplir con los parámetros de vuelco de acuerdo con la normativa vigente y el cuerpo receptor donde son descargados.

Los efluentes industriales derivados de las operaciones de tratamientos superficiales pueden arrastrar contaminantes muy diversos.

La correcta gestión de los efluentes, tanto desde el punto de vista económico como legal (alcanzar el cumplimiento establecido por la normativa), requiere su segregación (colectarlos separadamente) y efectuar el tratamiento por separado, en función de los tipos de contaminante compatibles para cada corriente (en la mayoría de los casos es muy difícil y más costoso cumplir con los parámetros de vuelco si no se realiza la segregación mencionada).

También deben controlarse los derrames de productos químicos, pérdidas de las cubas y los líquidos que escurren cuando trabajan los operarios, ya que este atenta contra el principio de segregación y es muy probable que interfiera con la calidad del vertido final. Además, los derrames pueden infiltrarse en el suelo y con el tiempo contaminar el predio donde se ubica la empresa e, inclusive afectar los acuíferos subterráneos.

5.4) Segregación

Como podemos observar, de cuatro corrientes sólo una debe ser tratada en la planta, por lo cual se deduce que mezclarlas es negativo para los intereses de la empresa (ya que aumenta el caudal de efluentes a tratar y el costo correspondiente). Además, dentro de los efluentes industriales hay distintas corrientes que requieren diferentes tratamientos, en algunos casos, antagónicos entre sí. Es muy importante tratar de encontrar la forma de reutilizar dentro del sistema, el agua que no participe del proceso; en este caso el agua que sale del sistema de enfriamiento, puede utilizarse como alimentación en cubas de enjuague.

Se deben separar las corrientes de efluentes que necesiten tratamientos diferentes, de manera de ahorrar recursos.

Los baños descartados (concentrados) requieren ser tratados por separado. Otra forma de tratarlos es diluyéndolos (por goteo o caudal pequeño) en las

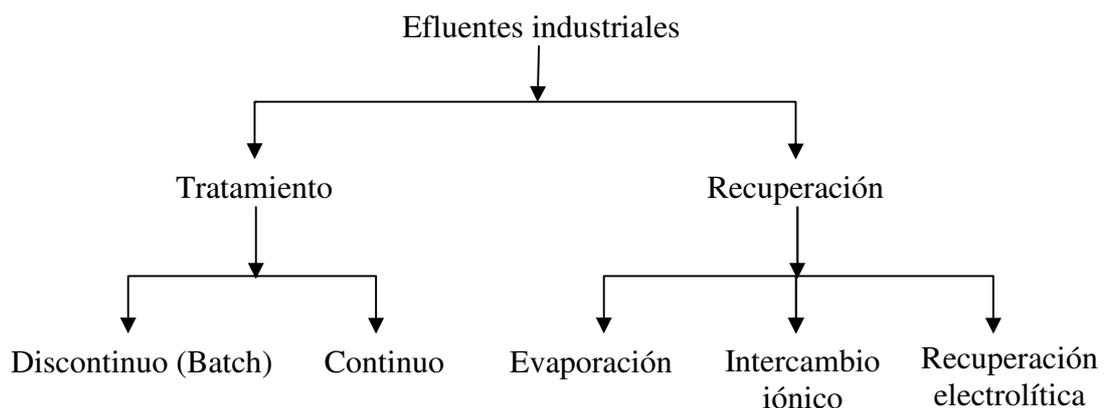
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

corrientes de salida de sus enjuagues; de esta forma, no se sobrecarga la planta de tratamiento ni se generan operaciones extra al realizar su tratamiento por separado.

Los efluentes provenientes de las operaciones de enjuague, se captan preferentemente por intermedio de cañerías que los conducen hasta el sector donde se realiza su tratamiento o recuperación. Esto es mejor que hacerlo por canaletas, ya que en este caso, existe la posibilidad de infiltraciones y contaminación del suelo (si se utilizan canaletas hay que inspeccionar periódicamente para detectar y reparar fisuras, evitando que esto suceda). Debe evitarse en lo posible el uso de cañerías, cisternas, pozos de bombeo o sistemas de tratamiento enterrados, por las mismas razones.

5.4.1) Efluentes con cromo

Se producen en los enjuagues de los pasivados, baños de cromo y otros enjuagues de baños que contengan cromo hexavalente.

5.5) Alternativas para su recuperación o tratamiento

Existen dos alternativas para el manejo de los efluentes industriales.

En los sistemas de tratamiento se utiliza energía para destruir o separar los contaminantes presentes en los efluentes, mientras que los sistemas de recuperación, utilizan la energía para recuperar algunos o todos los componentes de los baños que se arrastran en las corrientes de aguas residuales.

5.5.1) Sistemas de recuperación

La recuperación de los componentes o contaminantes presentes en los enjuagues y baños, implica inversiones importantes en equipos que, casi siempre, requieren operadores calificados y/o mantenimiento periódico y condiciones operativas muy estrictas. Tratándose de equipamiento que, en general, debe importarse, hay que sumarle un alto costo de inversión al costo operativo. De hecho, la mayoría de las empresas de tratamientos superficiales en Estados Unidos y Canadá no utiliza sistemas de recuperación; las excepciones son, en general, empresas grandes que aplican estas tecnologías en la recuperación de materiales costosos,

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

como níquel y cromo. En ciertos países de Europa, donde la presión de la normativa ambiental es mayor, su uso está más extendido.

De los tres sistemas de recuperación, el más aplicado (ya que es el más simple de operar y el menos costoso), es la evaporación a presión atmosférica, que también se aplica para concentrar baños.

5.5.2) Sistemas de tratamiento continuos y discontinuos**5.5.2.1) Tratamiento continuo**

Los sistemas de tratamiento continuo requieren de sistemas de control con sensores de pH, ORP (potencial de oxidación-reducción) y dosificadores de productos químicos (ácidos, álcalis, floculantes, reductores, etc.). La planta opera en forma continua y requiere mantenimiento y control periódico. Se necesitan cámaras de compensación y reactores. Los sólidos se separan en un sedimentador. La descarga del efluente se monitorea a intervalos de tiempo regulares para garantizar el cumplimiento de los valores límite permitidos.

En general, las instalaciones requieren inversiones más elevadas y los costos operativos son también mayores, por lo que esta alternativa de tratamiento se recomienda para los casos en que se generen grandes volúmenes de efluentes, es decir, plantas con producciones importantes.

Generalmente, las empresas pequeñas, luego de implementar las estrategias de prevención de la contaminación, no requieren instalaciones de tratamiento de tipo continuo.

5.5.2.2) Tratamiento discontinuo (batch)

Este tipo de tratamiento es el utilizado en la planta en estudio.

Los efluentes se van acumulando en tanques y periódicamente se realiza el tratamiento necesario. Luego de caracterizado el líquido acumulado se procede al tratamiento que, en general, consiste en un ajuste de pH y el agregado de reductores u oxidantes, según corresponda y, finalmente un nuevo ajuste de pH para precipitar los metales pesados. Los tanques pequeños pueden agitarse en forma manual y se deja decantar la mezcla de un día para el otro (si se quiere acelerar la sedimentación deberán agregarse floculantes).

Una vez terminado el tratamiento correspondiente y verificada la eficiencia del mismo (mediante los análisis necesarios o con la incorporación de electrodos para medir pH y potencial de oxidación-reducción en las correspondientes etapas), se descarga el líquido sobrenadante y los sedimentos son separados para su posterior deshidratación.

Las instalaciones requieren baja inversión y su operación es también muy económica; además, el control de los vertidos se realiza en el momento de descargar el sobrenadante del efluente ya tratado.

Por las características de la industria estudiada, es el tipo de tratamiento más conveniente.

5.5.3) Tratamiento de las corrientes segregadas

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Las corrientes que, comúnmente, se obtienen al segregar los efluentes son: efluentes con cianuros, efluentes con cromo y efluentes sin cromo y sin cianuro. En general, los tratamientos son sencillos; en algunos casos, se tiene como inconveniente la presencia de complejantes que impiden la precipitación de los metales.

Es importante consultar con los proveedores de productos químicos formulados sobre la forma de tratar los efluentes correspondientes ya que, además de los complejantes, pueden aportar contaminantes que no siempre se tienen en cuenta, hasta que llegan las multas y otras sanciones por parte de los organismos de control.

5.5.4) Efluentes que contienen cromo hexavalente

Puede realizarse en medio ácido o alcalino.

En medio ácido se ajusta el pH (<2,5), se agrega metabisulfito o bisulfito de sodio (puede utilizarse también dióxido de azufre en plantas continuas), que actúan como reductores. Luego se ajusta de nuevo el pH (8,5 - 9,0) para precipitar los metales y cumplir con los parámetros de vuelco. La reacción es casi instantánea al pH indicado, aunque es recomendable dejar actuar el reductor, por los menos, unos 15 minutos.

En medio alcalino se ajusta el pH (>10) y se utiliza hidrosulfito de sodio como reductor. A este pH los metales precipitan. Luego se vuelve a ajustar el pH para cumplir con los parámetros de vuelco (6,5 a 8,5).

5.5.5) Tratamiento de los descartes de baños agotados

En las industrias con plantas de tratamiento continuas, los baños agotados se vierten (mediante goteo o caudal muy pequeño), en las corrientes de efluentes compatibles (generalmente, provenientes de enjuagues de baños similares). De esta forma, pueden procesarse sin problemas en la planta de tratamiento y se evita trabajo extra. Algunos baños agotados pueden, incluso, utilizarse para ajustar el pH en el sistema de tratamiento (desengrases y decapados).

En las industrias que cuentan con sistemas discontinuos, lo mejor es proceder de forma similar, agregando pequeños volúmenes de las soluciones concentradas en cada batch. También pueden tratarse baños agotados en forma batch, aunque pueden surgir algunos inconvenientes: en el caso de tratar soluciones concentradas de cromatos, la reducción no es tan rápida e, incluso, puede ser incompleta.

Otro problema que aparece cuando se tratan soluciones concentradas es el alto porcentaje de barros que generan.

5.5.6) Deshidratación de los barros

Los sedimentos separados en los sistemas de tratamiento contienen normalmente entre 1 y 2% de sólidos (óxidos e hidróxidos metálicos).

En las plantas de tratamiento de tipo continuas, estos sedimentos pueden concentrarse utilizando separadores centrífugos, filtros al vacío o filtros prensa.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Los separadores centrífugos son los que poseen la eficiencia más baja, logrando una concentración de sólidos de entre 8 y 14%; además, involucran costos de inversión y mantenimiento elevados y se desgastan rápidamente bajo la acción abrasiva de los sedimentos, por lo que su uso es limitado.

Los filtros prensa de alta presión que operan a $7,5 \text{ Kg/cm}^2$ generan sólidos con un 50% de concentración promedio en ciclos rápidos y son el método más utilizado en la industria. Para aumentar su eficiencia se pasan por un espesador de barros.

En las industrias pequeñas que han minimizado el consumo de productos químicos, se pueden utilizar con buen resultado los filtros de arena.

Los filtros pueden fabricarse utilizando tambores plásticos, preferentemente de 100 l de capacidad o mayores. Estos se construyen instalando en su parte inferior un tubo plástico de $\frac{3}{4}$ o 1 pulgada al que se practican perforaciones de unos 2 mm de diámetro a intervalos de aproximadamente 1 cm, cubriendo la mitad inferior de la superficie. Este caño se tapa en un extremo y se fija el otro atravesando la pared del tambor; luego se cubre con una capa de unos 15 cm de piedra partida (preferentemente de grano fino, aunque bastante mayor al diámetro de los orificios del caño colector) y sobre esta se coloca otra capa de arena de unos 20 cm.

Antes de utilizar el filtro por primera vez, se sugiere agregar agua, mojando con cuidado la capa de arena para que no se remueva y verificar que el agua escurre y sale por el caño. Es probable que se arrastre un poco de arena hasta que el lecho se estabilice, pero no deben formarse canalizaciones que permitan al agua alcanzar directamente la capa de piedras.

El filtro queda, entonces, listo para su uso. El sedimento es un líquido algo espeso que debe ingresar al filtro de forma de no remover la capa de arena. Si se lo bombea debe utilizarse un distribuidor de líquido que puede ser un caño perforado o ranurado (los orificios no deben ser muy pequeños ya que tienden a taparse), o colocar un deflector sobre la arena en el lugar donde impacta el chorro de líquido.

Estos filtros, si bien son muy económicos, tienen la desventaja de ser muy lentos ya que, en general, necesitan de 4 a 12 días para generar barro con una consistencia que permita extraerlo con una pala. La extracción debe realizarse teniendo cuidado para no remover la capa de arena; de todas formas, algo de arena se pierde cada vez que se extraen los sedimentos y debe agregarse un poco de vez en cuando.

Los barros separados contienen aún una gran cantidad de agua (entre 65 y 90%), por lo que pueden almacenarse en recipientes abiertos para permitir la evaporación casi total de la misma, que puede demorar varios meses, pero al final del proceso se obtienen cantidades mínimas de residuos.

Es conveniente que los líquidos que salen de los filtros se envíen nuevamente al sistema de tratamiento que corresponda. Los sólidos son finalmente derivados a tratamiento externo y/o disposición final.

5.6) Medición de caudales y toma de muestras

Los efluentes ya tratados, previo a su descarga en el medio receptor, deben pasar por una cámara de aforo y toma de muestras. Esta cámara es de construcción normalizada (de acuerdo a exigencias de la Autoridad de Aplicación) y posee un

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

vertedero cuya altura está graduada. Midiendo la altura del líquido que está saliendo por el vertedero se puede conocer el caudal a través de un cálculo sencillo o mediante una tabla de conversión. Esto es útil, principalmente, cuando se efectúa una descarga continua del efluente de planta. En los casos en que se realizan tratamientos discontinuos, se conoce mejor el volumen total de la descarga del líquido sobrenadante a partir del recipiente que lo contiene. De todas formas, la necesidad de instalar la mencionada cámara de aforo y toma de muestras es definida por la normativa.

Aguas debajo de la cámara de aforo y muestreo se exige, también, una cámara de alojamiento del tubo testigo. Este es, en realidad, una media caña construida con un cemento de composición normalizada y cuyo peso se registra al colocarlo. Periódicamente, durante las inspecciones, se lo retira y pesa para verificar si parte de él se ha disuelto como consecuencia de descargas de líquidos corrosivos. Esta práctica apunta a detectar, de algún modo, vertidos que infringen la normativa y que se realizan fuera de las ocasiones de inspección.

Las muestras de efluentes provenientes de tratamientos tipo batch pueden tomarse con un tubo que se introduce en el líquido hasta casi alcanzar la capa de sedimentos. Luego se levanta con cuidado tapando el extremo superior (o cerrando una válvula instalada a tal fin) y colocando un recipiente en el otro extremo cuando se retira del líquido: de esta forma se obtiene una muestra representativa. Esta tarea puede repetirse en varios puntos del tanque o sedimentador (siempre cuidando de no remover el sedimento), dependiendo del volumen de efluente necesario para los análisis previstos.

En el caso de descargas continuas, debe adoptarse un criterio diferente, ya que las características de la descarga pueden variar en el tiempo, tanto en caudal como en composición. Dado que, en general, la normativa impone que los límites de vuelco no deben superarse en ningún momento, se deben buscar las condiciones más desfavorables para realizar el muestreo, en función de las operaciones que se estén realizando en planta. Es conveniente definir un plan de monitoreo de efluentes líquidos, a fines de garantizar el cumplimiento de los vertidos a lo largo del tiempo, implementando acciones correctivas en caso necesario.

En todos los casos, siempre conviene efectuar la descarga de los efluentes mezclando las corrientes provenientes de los diversos tratamientos. De esta forma, se diluyen mutuamente los contaminantes que pudieran quedar para alejarse lo más posible de los límites de vuelco y, así, minimizar cualquier posibilidad de sanción.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****6) ASPECTOS BÁSICOS DE HIGIENE Y SEGURIDAD****6.1) Acido crómico, cromatos y baños que los contienen**

Los compuestos de cromo hexavalente, ocupan el segundo lugar en la lista de los químicos peligrosos utilizados en una empresa de tratamientos superficiales, aunque en un nivel mucho más bajo que los cianuros.

Las características peligrosas de los productos formulados que contienen cromatos varían mucho, dependiendo de la fuente y concentración del cromo hexavalente. Los baños que emplean ácido crómico en polvo son los más peligrosos y aquellos que utilizan dicromato de sodio o potasio son los menos tóxicos.

La niebla de ácido crómico o el mismo ácido crómico en polvo son muy peligrosos y los límites permitidos están estrictamente regulados.

En los baños de pasivado (por ejemplo, los que se encuentran en los procesos de cincado o latonado), la cantidad de spray y la concentración de cromato presente es, generalmente, despreciable, ya que no involucran electrólisis. El mayor riesgo de exposición se produce cuando se preparan baños nuevos o se realizan agregados para ajustar la composición de los existentes; por lo tanto, deben utilizarse los elementos de protección personal adecuados (guantes, delantales, protectores faciales y, si es necesario, filtros respiratorios). Estos elementos, son indispensables para los trabajadores que realizan tareas cerca de un baño de cromado; los filtros respiratorios pueden obviarse si se cuenta con otras medidas de protección (como el uso de tensoactivos o sistemas de extracción de emisiones).

Las salpicaduras de soluciones de ácido crómico que alcanzan la piel deben ser lavadas con agua abundante en forma inmediata. Cuando la dermatitis no es severa, puede tratarse aplicando gasas mojadas con solución al 1% de acetato de aluminio. Las quemaduras severas requieren atención médica.

Los cromatos son oxidantes enérgicos y han sido la causa de incendios y explosiones menores en plantas de tratamientos superficiales. Materiales orgánicos de cualquier tipo, como solventes, alcoholes y lacas deben mantenerse alejados de los cromatos, el ácido crómico o los productos que puedan contenerlos. En la mayoría de los casos se inflamarán espontáneamente si entran en contacto con estos oxidantes. Los envases de ácido crómico o cromatos, una vez vaciados deben ser enjuagados tres veces antes de descartarlos, ya que cualquier otro residuo que entre en contacto puede originar un incendio.

6.2) Contaminación del ambiente laboral**6.2.1) Cromado**

Las emisiones del baño de cromo y de los productos asociados pueden ser muy perjudiciales para la salud de los trabajadores. Existen aditivos que disminuyen la tensión superficial de los baños y prácticamente eliminan las emisiones; de lo contrario se debe implementar, al igual que en el caso del pulido, un sistema de captación y tratamiento de las emisiones y el personal que trabaja con este baño debe utilizar barbijos o máscaras.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****7) DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO****7.1) Caracterización de la corriente de efluentes líquidos****7.1.1) Efluentes cloacales**

Estos efluentes provienen de los servicios sanitarios de la planta (baños, cocinas y lavatorios en los que no se realicen lavados de piezas contaminadas ni ensayos) y no sufren proceso alguno, dado que son vertidos directamente a la red cloacal. Son tratados en la Planta de Tratamiento de la Cooperativa de Obras Sanitarias de nuestra ciudad, junto al resto de los líquidos cloacales domiciliarios de la ciudad, ya que no representan ningún inconveniente para el normal desarrollo de los procedimientos de depuración utilizados por la C.O.S.

7.1.2) Efluentes pluviales

Los efluentes pluviales que no tienen contacto con sustancias contaminantes pueden ser derivados directamente a la red pluvial municipal, al no representar ningún peligro.

7.1.3) Efluentes industriales

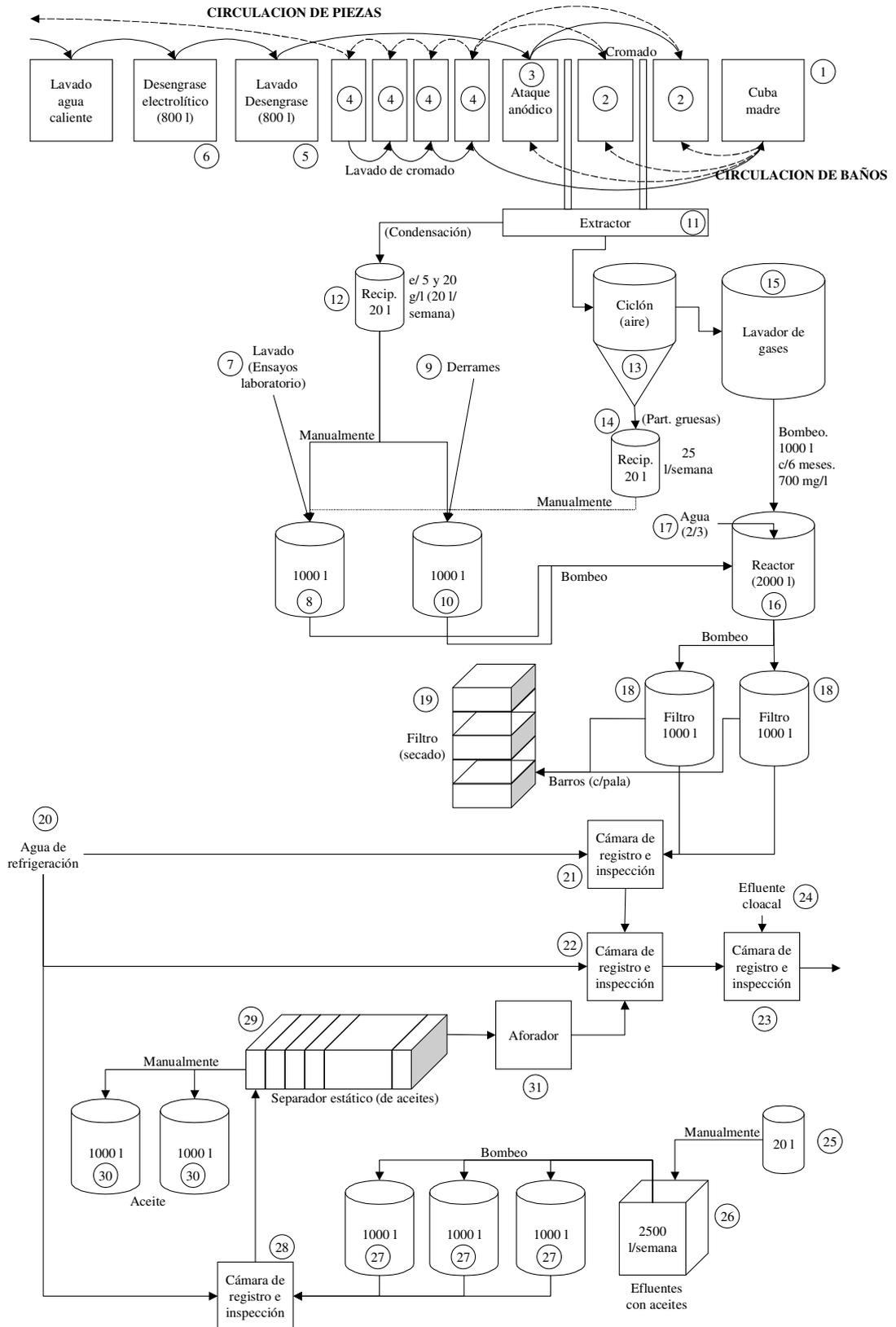
Los efluentes ácidos derivan de los baños de lavado de cromo, los cuales en este caso no se descartan, sino que se recirculan. Estos baños tienen una alta concentración (del orden de 2 a 10 g/l de Cr^{VI}).

Como los baños de electrodeposición trabajan a temperaturas mayores que la ambiente, se generan vapores que arrastran ácido crómico, los cuales son captados por el sistema de ventilación y derivados a trampas de condensado que recogen dicho ácido. El líquido purgado es derivado al sistema de tratamiento. Se deben tratar también los efluentes ácidos del lavatorio donde se realizan los ensayos químicos. Estos efluentes son de concentración variable.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

7.2) Esquema de flujo



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****7.2.1) Memoria descriptiva**

El proceso comienza con el agregado de sales de cromo a la cuba madre (1). En ella se preparan los baños para compensar la demanda de proceso y las pérdidas por arrastre de las cubas de cromado (2) y la cuba de ataque anódico (3). El ataque anódico (3) prepara la pieza para el proceso de cromado (2).

Una vez realizado el tratamiento de cromado, se realizan sucesivos lavados de la pieza para eliminar los restos del baño que queda adherido a la pieza en forma de una película líquida. Esto se realiza en las cubas de lavado (4). Con el tiempo estas cubas sufren un aumento en la concentración de cromo, por lo que el contenido de la más cercana a las cubas de cromado (2) y ataque anódico (3) es enviado a la cuba madre (1), donde se agrega la cantidad de ácido crómico necesaria, para la compensación de las cubas de tratamiento (2 y 3).

Previo al cromado de las piezas, se realiza un desengrase electrolítico (6) y un lavado de desengrase (5). Estos tienen como función eliminar los restos de aceite de las piezas para evitar la contaminación de los baños (2 y 3).

En los diferentes ensayos de laboratorio se generan efluentes con cromo proveniente del lavado (7) de las piezas utilizadas. Este efluente es derivado al tanque colector (8)

Alrededor de las cubas existe un resalto destinado a contener los posibles derrames (9) producidos en las cubas. Estos derrames son conducidos a un segundo tanque colector (10).

Los baños en las cubas de cromado (2) y de ataque anódico (3) se encuentran a temperaturas sensiblemente superiores a la del ambiente, razón por la cual la evaporación es muy importante. Los vapores emanados arrastran una cantidad importante de cromo, por lo que no deben entrar en contacto con el personal y, además, el cromo debe ser recuperado. Por esto, existe un sistema de ventilación con un extractor (11) entre ambas cubas de cromado (2) y entre la cuba de anodizado (3) y una de cromado (2).

Cuando el vapor entra en contacto con los conductos del sistema de ventilación, se produce la condensación de una parte de aquel. El líquido generado es recogido en un recipiente de 20 l (12), conteniendo entre 5 y 20 g/l de cromo. Este efluente es volcado manualmente a los tanques colectores (8 ó 10).

El vapor absorbido por el extractor es derivado a un ciclón (13) que, mediante aire, separa las partículas más pesadas de cromo (las cuales precipitan) y son purgadas, siendo recogidas en un recipiente de 20 l (14), el cual es volcado a los tanques colectores (8 ó 10).

Una vez que la corriente de vapor ha pasado por el ciclón (13), sólo quedan las partículas más livianas de cromo. Entonces el vapor pasa por el lavador de gases (15), en el cual una cascada continua de agua (recirculada mediante una bomba) logra la precipitación de dichas partículas. Se generan 1000 l de efluente (ácido) con una concentración de 700 mg/l de cromo, que es conducido al reactor (16).

El reactor (16) consiste en un tanque de PVC de 2000 l de capacidad, en el que se busca neutralizar las distintas corrientes de efluentes con cromo. Los efluentes provenientes del lavador de gases y de los tanques colectores (8 ó 10) son ácidos y, por lo tanto, se deben añadir productos químicos alcalinos. Todos los efluentes llegan

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

al reactor (16) mediante bombeo. Para realizar la neutralización, además, se agregan 2/3 de agua limpia (17).

Una vez producida la reacción, se bombea el contenido del reactor (16) a dos filtros (18) de 1000 l de capacidad cada uno. El caudal de efluente depurado es de 0,1 a 0,2 l/min. Este líquido fluye por gravedad hasta una cámara de registro e inspección (21) donde es mezclado con agua de enfriamiento (20), proveniente de las secciones de corte y temple y tornería.

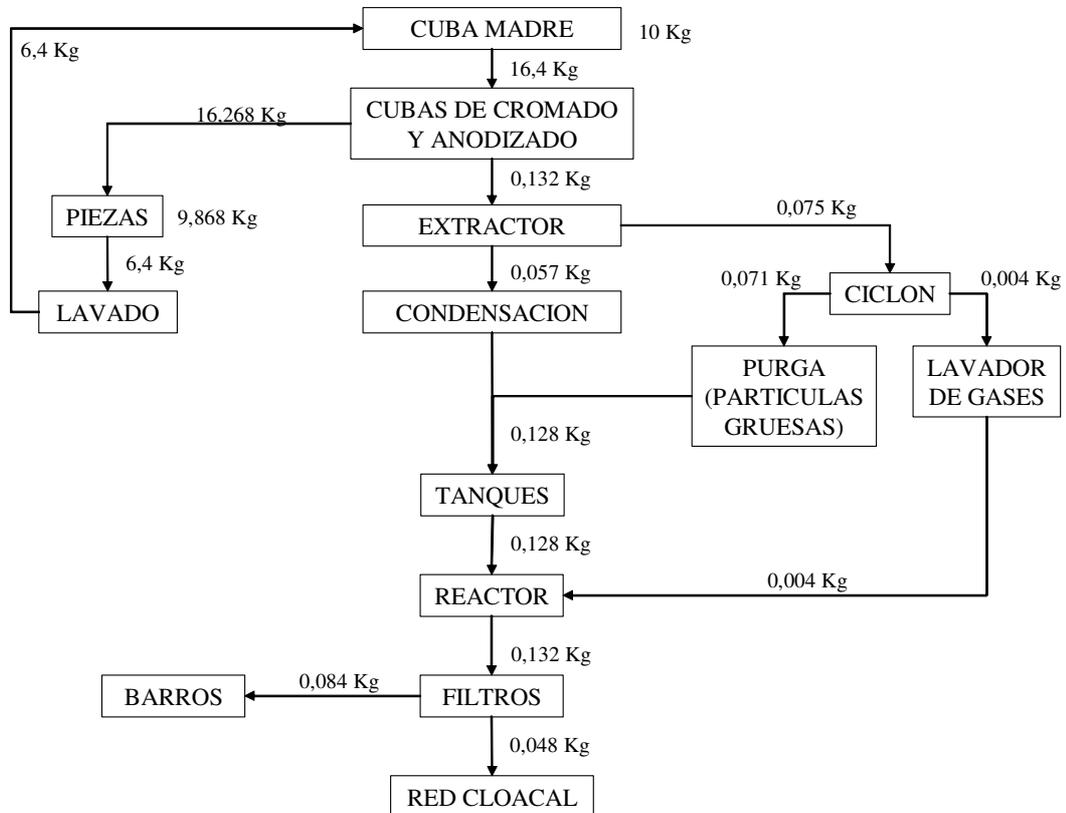
Una vez producida la filtración, se extraen, mediante el uso de palas, los barros generados en los filtros (18) y son colocados en otro filtro (19) donde se produce la evaporación del agua residual. La densidad del barro generado es de 1,2 kg/dm³. De 450 l de efluente se obtienen 36,5 Kg de barros.

El efluente proveniente de la cámara de registro e inspección (21) pasa a otra cámara (22), a la cual llegan los efluentes de la planta de tratamiento de aceites y también llega el agua de enfriamiento (20). De la cámara (22) el efluente pasa a la cámara de registro e inspección (23), en la cual se unen a la corriente, los efluentes cloacales (24). Esta última cámara desagua en la red cloacal de la C.O.S.

Con respecto al tratamiento de los aceites provenientes de rectificado, mecanizado, limpieza, fosfatizado y pasivado, el proceso es el que sigue.

El aceite es recolectado en cada sección mediante un recipiente de 20 l (25) y volcado manualmente a un tanque de PVC (26) con una capacidad de 2500 l. De este tanque se distribuye mediante bombeo a otros tres tanques de PVC (27).

De los tanques (27), mediante gravedad, el efluente es derivado a una cámara de registro e inspección (28), donde es mezclado con el agua de enfriamiento (20). De allí, pasa a un separador estático de aceites (29). El aceite (que permanece en la parte superior del líquido) se retira manualmente y es colocado en dos tanques de PVC (30) de 1000 l de capacidad cada uno. El líquido tratado que sale del separador (29) pasa por un aforador (31) y de allí a la cámara (22).

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****7.3) Balance de Masas****7.3.1) Cálculo de masas intervinientes en el cálculo****7.3.1.1) Cromo agregado a la cuba madre**

Se utilizan 720 Kg de ácido crómico por mes, es decir, 24 Kg/día. La pureza es del 95%, lo que da un total de ácido crómico efectivo de 22,8 Kg/día. De los cálculos estequiométricos surge que 22,8 Kg de CrO_4H_2 (ácido crómico) contienen 10,045 Kg de Cr^{VI} . A los efectos de facilitar el cálculo adopto 10 Kg/día de cromo.

7.3.1.2) Cromo depositado en las piezas

La cantidad de cromo depositado en las piezas es de 9,868 Kg.

7.3.1.3) Cromo presente en las cubas de cromado y anodizado

A las dos cubas de cromado y a la cuba de anodizado es enviado el contenido de la cuba madre, es decir, 10 Kg que se agregan diariamente y 6,4 Kg que son recirculados desde las cubas de lavado, dando un total de 16,4 Kg.

7.3.1.4) Cromo arrastrado por las piezas a las cubas de lavado

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

El promedio de Cr hallado en las cuatro cubas de lavado es de 2 gr/l. Como cada cuba contiene 800 l, la cantidad de cromo arrastrado diariamente hacia las cubas de lavado es de 6,4 Kg. Este Cr es recirculado a la cuba madre.

7.3.1.5) Cromo absorbido por el extractor

El producto de la condensación son 20 l por semana con una concentración de 20 gr/l de Cr^{VI}, generando 0,057 Kg/día.

En el ciclón se producen 25 l por semana con una concentración similar a la anterior, dando una cantidad de cromo diario de 0,071 Kg.

Del lavador de gases se tratan 1000 l cada 6 meses con una concentración de 700 mg/l de Cr^{VI}, generando 0,004 Kg/día.

7.4) Procesos y equipamiento necesarios para el diseño de las instalaciones de la planta de tratamiento. Análisis y elección de los mas adecuados**7.4.1) Recolección de polvo y/o vapores**

Las operaciones básicas en la recolección de polvo por medio de cualquier dispositivo son: 1) la separación de las partículas transportadas por el gas de la corriente gaseosa por deposición sobre una superficie de recolección, 2) la retención del depósito sobre la superficie y 3) la eliminación del depósito recolectado sobre la superficie para su recuperación o desecho. El paso de separación requiere: 1) la aplicación de una fuerza que produzca un movimiento diferencial de la partícula con relación al gas y 2) un tiempo suficiente de retención del gas para que la partícula emigre hasta la superficie de recolección. Los principales mecanismos de la deposición de aerosoles que se aplican en los recolectores de polvo son: 1) deposición por gravedad, 2) intercepción en la línea de flujo, 3) deposición por inercia, 4) deposición por difusión y 5) deposición electrostática.

En el equipo de recolección de polvo, la mayor parte de los mecanismos de recolección, o todos, pueden operar en forma simultánea y su importancia relativa se determina mediante las características del gas y la partícula, la geometría y el patrón de flujo del fluido. A pesar de que el caso general es extremadamente complejo, por lo común, en casos específicos, es posible determinar que mecanismo o mecanismos ejercen el control. Sin embargo, la dificultad del tratamiento teórico de los fenómenos de recolección de polvo hace necesario el empleo de suposiciones para simplificar, con la introducción de las incertidumbres correspondientes. Los estudios teóricos han sido obstaculizados por la falta de técnicas adecuadas de experimentación para verificar los cálculos.

El diseño de recolectores a escala industrial aun se encuentra basado, esencialmente, en métodos empíricos o semiempíricos, no obstante que esta guiado, cada vez mas, por conceptos obtenidos de la teoría. Los modelos teóricos existentes incorporan con frecuencia constantes, que se deben evaluar en forma experimental y que, en realidad, pueden compensar las deficiencias de los modelos.

Describiré brevemente los diferentes tipos de equipos de recolección de polvo.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****7.4.1.1) Cámaras de sedimentación por gravedad**

Es el sistema más simple y antiguo. Consta de una cámara en que la velocidad del gas se reduce para permitir que el polvo se asiente por acción de la gravedad. Sin embargo, su utilidad industrial está limitada a la separación de partículas con tamaños superiores a 43 μm de diámetro. Para partículas menores, el tamaño de cámara necesario resulta excesivo.

Se construyen en forma de cámara rectangular horizontal, de gran longitud y vacías, con una entrada en uno de los extremos y una salida en la parte superior del otro extremo.

Por lo expuesto, este sistema no es de útil en la planta en estudio, dado que:

- a) El volumen de aire a tratar es muy grande.
- b) Las partículas de vapor a eliminar tienen un peso inferior a las partículas de polvo, por lo cual el tiempo y longitud necesaria para el asentamiento es mayor.

7.4.1.2) Separadores por choque

Son del tipo de los separadores por inercia, en los que las partículas se separan del gas por choque y recolección en armazones colocados a través de la trayectoria de la corriente gaseosa. La ventaja es que se adaptan mejor a los conductos existentes. La desventaja es que no se fabrican comercialmente.

7.4.1.3) Filtros de tela

Denominados casi siempre “filtros de bolsa” o “casas de bolsas”, son recolectores en los que el polvo se elimina de la corriente de gas, al pasar el gas cargado de polvo a través de una tela de cualquier tipo. Son filtros de superficie, porque el polvo se recolecta en una capa sobre la superficie del medio filtrante y la capa de polvo en sí, se convierte en un medio filtrante eficaz.

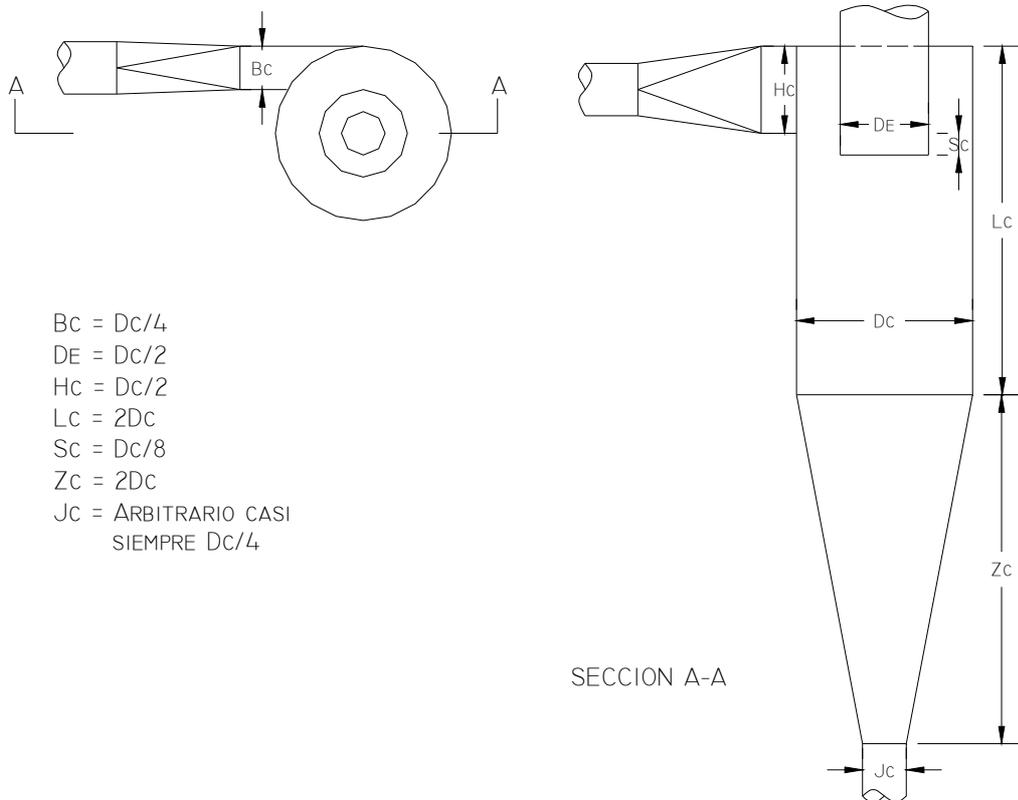
Este sistema no es aplicable a la industria en estudio, dado que su efectividad se limita a la recolección de polvo.

7.4.1.4) Separadores de ciclón

Es el equipo de recolección de polvo que se emplea con mayor frecuencia. El gas cargado de polvo, penetra tangencialmente en una cámara cilíndrica o cónica, en uno o más puntos y sale de la misma a través de una abertura central. En virtud de su inercia, las partículas de polvo tienden a desplazarse hacia la pared exterior del separador, desde la cual son conducidos a un receptor.

Dentro del intervalo de sus capacidades de funcionamiento, los recolectores de ciclón son uno de los medios menos costosos para la recolección de polvo desde el punto de vista de la inversión y de la operación. A menos que se usen unidades muy pequeñas, la eficiencia de recolección es muy baja para partículas menores de 5 μm

Se utilizan para eliminar tanto sólidos como líquidos presentes en los gases.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Los ciclones se diseñan, habitualmente, de tal modo que se satisfagan ciertas limitaciones bien definidas de caída de presión. Para instalaciones comunes que operan a presión atmosférica, las limitaciones del ventilador dictaminan, casi siempre, una caída de presión máxima permisible correspondiente a una velocidad de entrada al ciclón dentro de la gama de 6 a 21 m/s.

El factor de diseño primario que se utiliza para controlar la eficiencia de recolección, es el diámetro del ciclón. Una unidad de diámetro menor que funciona con una caída de presión fija alcanza la eficiencia más alta. Sin embargo, los ciclones de diámetro pequeño requieren varias unidades en paralelo para lograr una capacidad especificada. El diseño final implica un término medio entre la eficiencia de recolección y la complejidad del equipo.

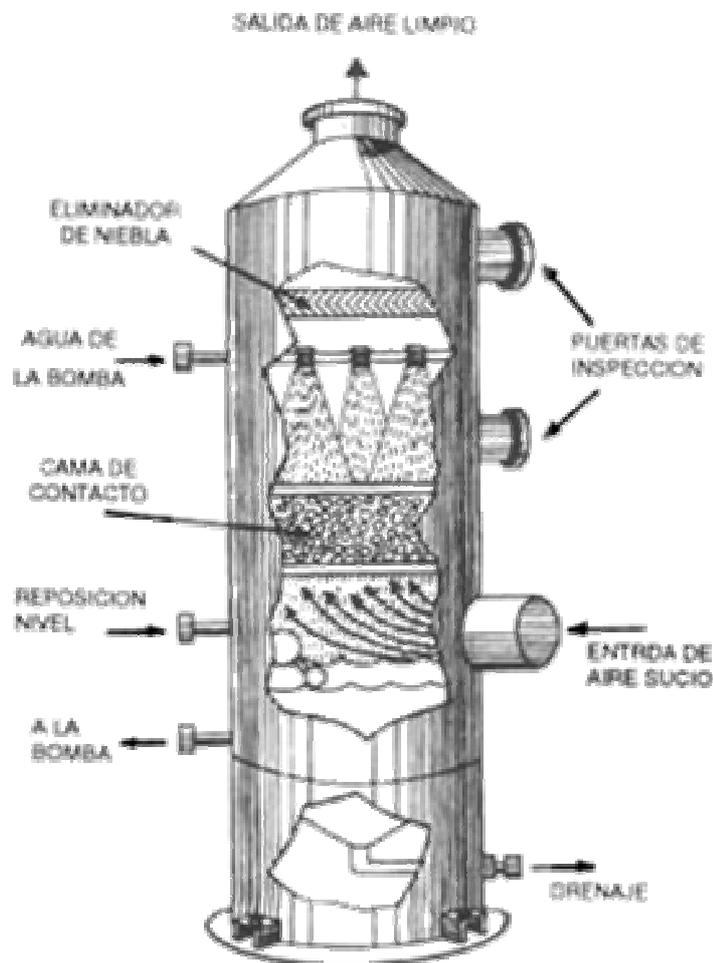
Cuando se reduce el diámetro del conducto de salida del gas, se incrementa la eficiencia de recolección y la caída de presión. Al aumentar la longitud del ciclón, casi siempre se observa un incremento en la eficiencia de recolección, aunque no hay datos seguros que corroboren este hecho. Es esencial que la transición de entrada sea relativamente gradual para evitar una caída excesiva de presión debida al chorro de gas que entra a la cámara del ciclón. La mayor parte de los ciclones de “alta eficiencia” tienen longitudes del cono que varían entre 1,6 y 3,0 diámetros del ciclón.

Un ciclón operará igualmente bien en el lado de succión o presión del ventilador si el receptor del polvo es hermético. Sin embargo, es probable que la causa individual más importante para un funcionamiento deficiente del ciclón, sea la fuga de aire hacia la salida del polvo.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Un ciclón opera tan bien en posición horizontal como en la vertical, sin embargo, la desviación de la posición vertical provoca, generalmente, una tendencia creciente a producir taponamientos en la salida de polvo, con la consiguiente reducción de la eficiencia.

La elección de este dispositivo se basa en que es el más probado y, por lo tanto, más recomendado para este tipo de efluente gaseoso, ya que se recomienda su uso para eliminar líquidos. Requiere poco espacio horizontal y su mantenimiento y limpieza es de mayor simpleza, en comparación con otro tipo de equipos.

7.4.1.5) Depuradores de partículas

Los recolectores en húmedo, o depuradores, constituyen un tipo de dispositivos en los que un líquido (generalmente agua), se utiliza para ayudar a la recolección de polvos o neblinas. Los recolectores de película húmeda constituyen una categoría separada de dispositivos. Estos comprenden los recolectores por inercia, en los que una película de líquido fluye sobre las superficies interiores, evita el rearrastre de las partículas de polvo y arrastra el polvo depositado.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

En los depuradores de partículas, el líquido se dispersa en la corriente de gas en forma de rocío y las gotitas constituyen el principal recolector de las partículas de polvo.

Dependiendo de su diseño y de las condiciones de operación, los depuradores de partículas se pueden adaptar para la recolección de partículas finas y gruesas.

Se puede considerar que un depurador de partículas consta de dos partes: 1) una etapa de contacto, en la que se genera el rocío y la corriente de gas cargada de polvo se pone en contacto con él y 2) una etapa de separación del arrastre, en la que el rocío y las partículas de polvo depositadas se separan del gas limpio. Estas dos etapas pueden estar separadas o combinadas físicamente. La etapa de contacto puede tener cualquier forma, con la condición de que brinde un contacto eficaz entre el gas y el rocío. El rocío se puede generar, mediante el flujo del gas en contacto con el líquido, por medio de toberas de rocío (atomización a presión o neumática), por un generador mecánico de rocío operado por un motor y por un rotor accionado por un motor a través del cual pasan, tanto el gas como el líquido.

La separación del arrastre se realiza por medio de separadores por inercia que, por lo general, son ciclones o separadores por choque de varias formas. Si se diseñan adecuadamente, estos separadores pueden eliminar en forma virtual todas las gotas de los diámetros producidos en los depuradores. Sin embargo, el rearrastre de líquido puede darse en los separadores con un diseño defectuoso o en los que están sobrecargados.

El logro de una eficiencia incrementada requiere un aumento del consumo de potencia y el consumo de potencia requerido para obtener una eficiencia determinada, se incrementa a medida que el diámetro de la partícula de polvo disminuye.

Como la relación de consumo de potencia respecto al rendimiento u operación parece ser una característica general de los depuradores de partículas, es útil caracterizar en forma amplia dichos dispositivos de acuerdo con la fuente que suministra energía al proceso de contacto gas-líquido. La energía se puede obtener de 1) la corriente de gas en sí (depuradores de rocío con gas atomizado), 2) la corriente de líquido (depuradores de rocío o rocío preformado) o 3) un motor que opera con un rotor (depuradores mecánicos). En los depuradores de rocío, toda la energía se obtiene a partir del líquido al utilizar una tobera a presión, pero en algunos o en todos se proporciona aire comprimido o vapor en una tobera de dos fluidos o mediante un motor que hace funcionar un generador de rocío.

También se pueden clasificar en forma amplia como depuradores de baja y alta energía.

Los depuradores de rocío autoinducido constituyen una categoría especial de los depuradores de gas atomizado en los que un tubo o conducto de otra configuración forma la zona de contacto gas-líquido. La corriente de gas fluye a alta velocidad a través del contactor. El líquido se alimenta al contactor y después se recircula por gravedad de la sección del separador de arrastre, en vez de recircularse por medio de una bomba (la principal ventaja).

Las torres de plato o bandejas son depuradores de rocío con gas atomizado a contracorriente en los que se utiliza uno o más platos para el contacto gas-líquido.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Los depuradores de lecho empacado se utilizan para la absorción de gas y también se pueden emplear para la recolección de polvo, pero están sujetas al taponamiento producido por los depósitos de sólidos insolubles.

Los depuradores de lecho móvil se construyen con uno o más lechos de esferas de baja densidad que se pueden mover libremente entre las rejillas de retención, colocadas en la parte superior e inferior.

Los depuradores de rocío constan de cámaras vacías de forma sencilla, en las que la corriente de gas se pone en contacto con las gotas de líquido generadas por toberas de rocío. Los flujos ascendentes de gas pasan a través de un banco o bancos sucesivos de toberas de rocío. El taponamiento de las toberas puede ser un problema permanente.

Los depuradores de ciclón tienen la forma de este, para proporcionar los medios necesarios para la separación del arrastre. Los dispositivos de contacto gas-líquido pueden ser del tipo de rocío con gas atomizado o del tipo de rocío preformado.

En los depuradores con eyectores tipo venturi, el chorro concurrente de agua procedente de una tobera de rocío sirve tanto para depurar el gas como para proporcionar el tiro necesario para el movimiento del gas. No se requiere ventilador, pero la potencia equivalente se debe suministrar a la bomba que proporciona el agua a la tobera eyectora.

Los depuradores mecánicos comprenden aquellos dispositivos en los que un rotor accionado con un motor produce un rocío fino y el contacto del gas y líquido. El rotor actúa como un productor de turbulencia. Se debe utilizar un separador de arrastre para evitar el arrastre del rocío.

En los depuradores con lecho de fibra la estructura de lecho fibroso se utiliza en ocasiones como contactores gas-líquido. Se realiza tanto la depuración (la deposición de las partículas sobre las gotas) como la filtración (la deposición de las partículas sobre las fibras). Es recomendable para recolectar neblinas.

En los depuradores aumentados eléctricamente, a la recolección en húmedo se ha intentado aplicar el mecanismo de deposición electrostática mediante la carga de las partículas de polvo, las gotas de agua o ambas.

7.4.2) Filtración de los efluentes

La filtración es la separación de una mezcla de sólidos y fluidos que incluye el paso de la mayor parte del fluido a través de un medio poroso que retiene la mayor parte de las partículas sólidas contenidas en la mezcla.

La filtración y los filtros se pueden clasificar en varias formas

1. Por la fuerza impulsora: se induce el flujo del filtrado mediante gravedad, presión sobreatmosférica aplicada corriente arriba del medio filtrante, presión subatmosférica aplicada corriente abajo o fuerza centrífuga.
2. Por el mecanismo de filtración: Cuando los sólidos quedan detenidos en la superficie de un medio de filtración y se amontonan unos sobre otros para formar una torta de creciente espesor, la separación es conocida como filtración de torta. Cuando los sólidos quedan atrapados dentro de los poros o cuerpo del medio de filtración, se le denomina medio filtrante de profundidad o filtración clarificadora.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

3. Por la función: la meta puede ser la obtención de sólidos secos (la torta es el producto de valor), líquido clarificado (el filtrado es el producto valioso) o ambas cosas.
4. Por ciclo operacional: Los filtros pueden ser intermitentes (por lotes) o continuos.
5. Por la naturaleza de los sólidos: La mayor parte de las filtraciones incluyen sólidos de la primera gama de tamaños; los de la última se pueden filtrar sólo mediante la ultrafiltración.

Características del flujo de filtración:

1. Filtración a presión constante: el mecanismo de impulso es gas comprimido.
2. Filtración a velocidad constante: Se utilizan varios tipos de bombas de desplazamiento positivo.
3. Filtración a presión y velocidad variables: el empleo de una bomba centrífuga da por resultado este patrón: la velocidad de descarga disminuye al incrementarse la contrapresión.

Todos los filtros requieren un medio filtrante para la retención de sólidos. Para la filtración de torta, la selección del medio filtrante incluye la optimización de los siguientes factores:

1. Capacidad para detener los sólidos sobre sus poros con rapidez, después de que se inicia la alimentación (o sea, propensión mínima a las purgas).
2. Velocidad baja de arrastre de sólidos dentro de sus intersticios (o sea, propensión mínima los atascamientos).
3. Resistencia mínima al flujo de filtrado (o sea, velocidad elevada de producción).
4. Resistencia a los ataques químicos.
5. Suficiente resistencia para sostener la presión de filtración.
6. Resistencia aceptable al desgaste mecánico.
7. Capacidad para descargar la torta con facilidad y limpieza.
8. Capacidad para conformarse mecánicamente al tipo de filtro con el cual se utilizará.
9. Costo mínimo.

Algunos tipos de materiales para filtros son: telas de fibras tejidas, telas metálicas o cedazos, fieltros prensados y borra de algodón, tramas no tejidas, papeles de filtro, medios porosos rígidos, membranas poliméricas y lechos granulares de sólidos particulados.

7.4.2.1) Selección del equipo de filtración

Los factores importantes relacionados con el proceso son el carácter de la lechada, la capacidad de producción, las condiciones del proceso, los requerimientos de funcionamiento y los materiales de construcción aceptables. Los factores fundamentales relacionados con el equipo son el tipo de ciclo (intermitente o continuo), la fuerza de impulso, las velocidades de producción de las unidades más pequeñas y más grandes, la finura de la separación, la capacidad de lavado, la confiabilidad, los materiales adecuados de construcción y el costo. En la estimación de costos deben considerarse los gastos de instalación, la vida del equipo, la mano de obra de operación, el mantenimiento, el reemplazo del medio filtrante y los costos asociados con la pérdida de rendimiento del producto (si existe). Entre los factores

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

del proceso y equipo se debe considerar el precondicionamiento de la lechada y el empleo de ayuda para la filtración.

No existen técnicas absolutas de selección para llegar a la elección óptima, porque están incluidos demasiados factores, muchos de ellos difíciles de cuantificar y no es raro que algunos sean contradictorios en sus demandas. Sin embargo, se dispone de algunas sugerencias generales.

Los filtros continuos son más atractivos cuando la aplicación del proceso es continua con régimen permanente, pero en ocasiones la velocidad de formación de la torta y la magnitud de la velocidad de producción son los factores que predominan.

Pueden ser necesarias pruebas a pequeña escala.

7.4.2.2) Equipos para la filtración

Los filtros de torta son aquellos en los que se acumulan cantidades apreciables y visibles de sólidos sobre la superficie del medio filtrante. Este es relativamente abierto, ya que una vez formada la torta, esta actúa como medio filtrante. Por este motivo, el filtrado inicial puede contener cantidades inaceptables de sólidos.

Las tortas pueden ser pegajosas y difíciles de manejar, en consecuencia, la capacidad del filtro para descargar la torta limpiamente es un criterio importante en la selección del equipo.

7.4.2.2.1) Filtros intermitentes de torta**7.4.2.2.1.1) Filtro de placas horizontales**

El filtro horizontal a presión con placas múltiples consta de varias placas horizontales con un drenado circular y guías, apiladas dentro de una cubierta cilíndrica. En cada placa se coloca una tela o papel filtrante. El filtro es compacto y tiene una buena distribución de la torta, pero está limitado por su tamaño pequeño, elevados requerimientos de mano de obra y la necesidad de abrir la unidad para eliminar la torta.

7.4.2.2.1.2) Filtro prensa de placas huecas

Estos filtros son similares en apariencia a los de placas y marcos, pero solo constan de placas. Las dos placas son huecas, para formar una cámara en la que se acumula la torta entre las placas adyacentes. Este diseño tiene la ventaja de reducir el número de uniones, mejorando el cierre a presión.

7.4.2.2.1.3) Filtros de hojas a presión

Se les denomina filtros tanque y consisten en elementos planos (hojas) sostenidas dentro de un casco a presión. Las hojas son circulares, con lados en forma de arco o rectangulares y tienen superficies de filtración en ambas caras. El casco es un tanque cilíndrico cónico y su eje puede ser horizontal o vertical.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****7.4.2.2.1.4) Filtros horizontales de hojas a presión**

Las hojas pueden ser hojas rectangulares que corren paralelas al eje y son de tamaños variables o pueden ser elementos circulares o cuadrados y tienen la misma dimensión.

7.4.2.2.1.5) Filtros verticales de hojas a presión

Tiene las hojas verticales, paralelas y rectangulares, montadas en un tanque de presión, cilíndrico vertical. Las hojas suelen ser de anchura diferente.

7.4.2.2.1.6) Filtros nutsche

Es uno de los filtros intermitentes más simples y consiste en un tanque con un fondo falso, perforado o poroso, sobre el que se apoya el medio filtrante, o bien, actúa como el medio filtrante. La separación ocurre mediante flujo por gravedad, presión, vacío o una combinación. Para el procesamiento a gran escala, el área excesiva de piso que involucra la unidad de filtración y la dificultad para eliminar la torta son factores disuasivos.

7.4.2.2.1.7) Filtro prensa de placas y marcos

Son un montaje alternado de placas cubiertas en ambos lados con un medio filtrante que, por lo general, es tela y marcos huecos, que proporcionan el espacio necesario para la acumulación de la torta durante la filtración. En los marcos existen agujeros para la alimentación y el lavado, en tanto que las placas tienen agujeros para el drenado del filtrado. Por lo general, los marcos y placas son rectangulares, sin embargo, también se utilizan circulares y de otras formas. Los marcos y placas están colgados en un par de barras de apoyo horizontales y se presan, durante la filtración, para formar un cierre a prueba de agua entre las dos placas terminales, una de las cuales es estacionaria. La alimentación y la descarga de los diferentes elementos de la prensa desembocan en un múltiple a través de algunos de los agujeros que están en las cuatro esquinas de cada uno de los marcos y las placas para formar canales longitudinales continuos desde la placa terminal estacionaria hasta el otro extremo del filtro prensa. En forma opcional, el filtrado se puede drenar de cada placa, por medio de una válvula y un grifo individuales.

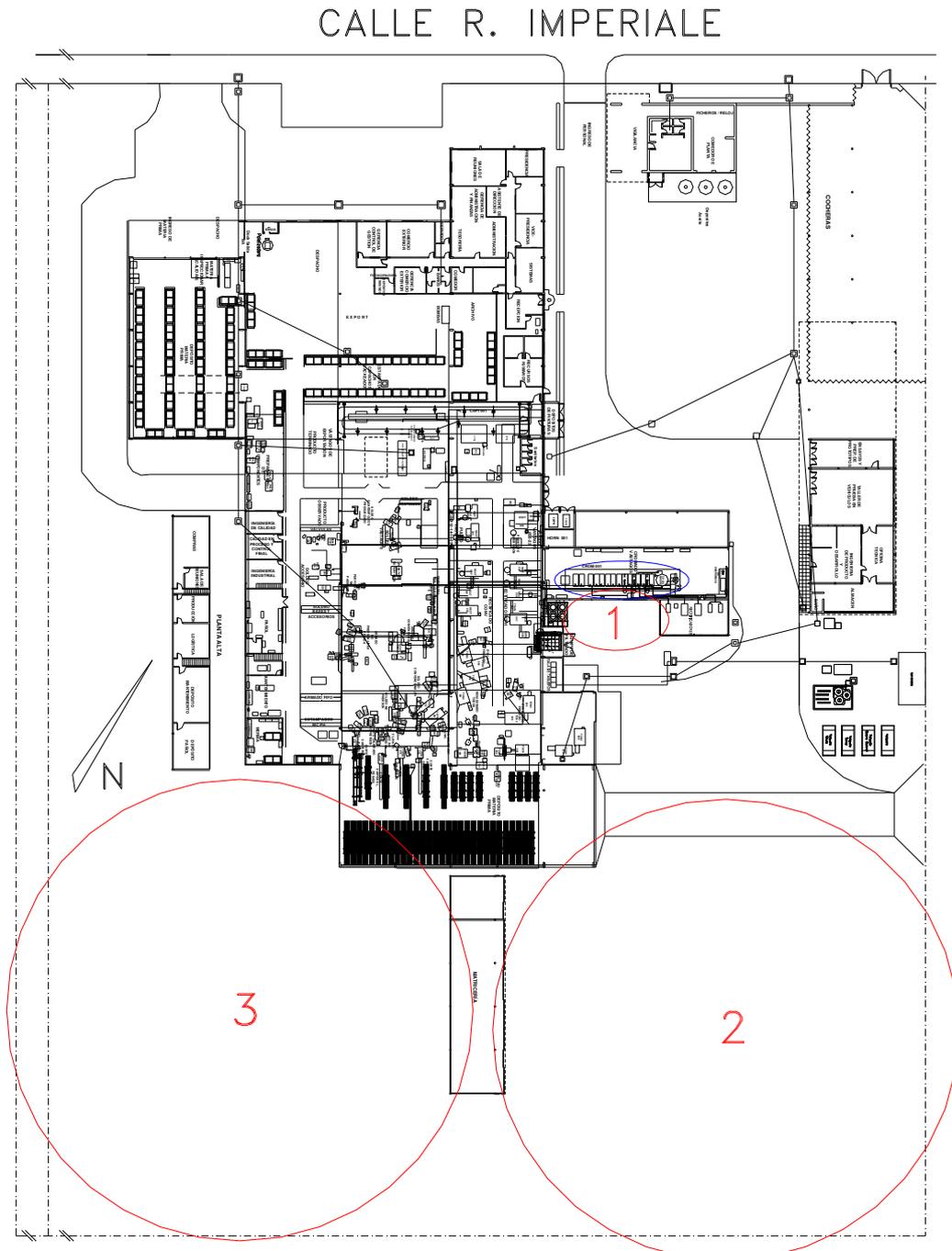
Las ventajas son su sencillez, el bajo costo de capital, la flexibilidad y la capacidad para operar a alta presión. Los requerimientos de espacio son pequeños. Se limpian fácilmente y el medio filtrante se puede reemplazar con facilidad.

7.4.3) Reactor

Es un dispositivo simple. Consiste en un depósito en el cual, al efluente a tratar, se agregan los reactivos adecuados durante el tiempo necesario, para neutralizar los efectos nocivos del cromo. Puede utilizarse un tanque de PVC.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

8) DISEÑO ARQUITECTONICO Y OBRA CIVIL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE CROMADO**8.1) Ubicación**

(Ver Plano N° 1 en Anexo II)

El sector de cromado se encuentra en el área señalizada en el croquis con color azul.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Para determinar la ubicación de la planta de tratamiento, deben considerarse aspectos tales como el espacio disponible y la distancia al sector de cromado.

	Sector		
	Nº 1	Nº 2	Nº 3
Espacio	Reducido	Amplio	Amplio
Distancia al sector de cromado	Reducida	Grande	Excesiva
Acceso	Simple	Difícil	Muy difícil
Flujo por gravedad del efluente en caso de derrames accidentales	Si	No	No
Interferencia con actividades de la planta durante la construcción	Baja	Alta	Baja
Variedad de diseños	Acotada	Amplia	Amplia

Los dos últimos aspectos son los de menor incidencia en la elección del lugar.

Una de las reglas principales a tener en cuenta cuando se realiza una ampliación, es la continuación de la línea arquitectónica del edificio existente. No obstante, la industria objeto de este proyecto, sigue un patrón muy común en nuestra ciudad. Nacida como una empresa familiar, su producción y, por ende, su planta fabril, han crecido exponencialmente. Dado que su crecimiento no fue planificado, las sucesivas ampliaciones no se atuvieron estrictamente al estilo arquitectónico inicial. Por lo tanto, el diseño de la planta de tratamiento puede flexibilizarse.

La interferencia con las actividades de la fábrica durante la construcción de la planta de tratamiento, se reduce a la colocación de cañerías que atraviesan la playa de carga y descarga de camiones. Es por esta razón, que este aspecto no incide en la elección del lugar, dado que la interferencia es un hecho de recurrencia muy poco frecuente. Debería ocurrir una sola vez (durante la construcción), pero podría ser necesaria la realización de reparaciones.

El espacio disponible es un aspecto importante. La planta de tratamiento se compone de diversos equipos ubicados a niveles diferentes. Por esta razón, deben colocarse teniendo en cuenta las distancias mínimas para el correcto desplazamiento del encargado del área y evitando golpes o caídas, que pueden provocar el contacto con las sustancias químicas peligrosas que se manipulan en la planta. En este caso, presentan ventajas los sectores Nº 2 y Nº 3.

La distancia entre el área de cromado y la planta de tratamiento tiene varias implicancias. Si esta es muy grande, influirá de la siguiente manera:

- Separación de los componentes de tratamiento de las emisiones gaseosas del equipamiento de tratamiento de efluentes. Los primeros deben estar ubicados en el sector anexo al área de cromado y ocupan gran espacio. Además, en este sector sería necesaria la instalación de un depósito de efluentes para luego ser bombeado a la planta de tratamiento. Los equipos de tratamiento de efluentes ocupan un

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

- espacio menor y no se justifica la construcción de un edificio autónomo y alejado para albergar pocos equipos. Una solución para este último inconveniente consistiría en construir, además, un depósito para el material procesado, aunque este puede depositarse en espacios existentes
- b) Ante la eventual rotura de una o varias cubas de cromado, se dificultaría la aplicación del manual de procedimientos. Como se puede ver en el Anexo I (Manual de procedimientos), si el caudal proveniente de la rotura es muy grande, deben aprovecharse todos los recipientes implicados en el tratamiento de los efluentes. Una rotura es un hecho que debe solucionarse con rapidez y la lejanía de la planta de tratamiento impediría un rápido acceso a la misma.
- c) En caso de roturas, se prefiere que el efluente llegue por gravedad a la planta de tratamiento. Si esta se encuentra alejada, el desnivel necesario sería excesivo y dificultaría el diseño de la planta.

8.2) “Layout” de la planta y su influencia en el diseño arquitectónico

El reducido espacio disponible es una limitación importante para distribuir los equipos.

Un aspecto a tener en cuenta es la ubicación de los depósitos de efluente sin tratar. La premisa fundamental es que el efluente llegue a ellos por gravedad. Por lo tanto, los generadores de efluente deben ubicarse a la menor distancia posible respecto de los depósitos.

Una posible fuente generadora de efluente a tratar es la rotura de las cubas de cromado. Si no es posible recuperar el líquido derramado, deberá ser conducido a los depósitos de efluente sin tratar. Dado que las cubas no pueden moverse, el sector de almacenamiento deberá ubicarse a una distancia reducida de la sección de cromado, evitando, además, que la cañería de desagüe deba sortear obstáculos.

Otra fuente de generación, es la condensación que se produce en la tubería de ventilación, a la salida de los extractores. Como esta sección tampoco puede moverse, los depósitos deben colocarse a una distancia mínima, respetando además la ubicación para la fuente generadora mencionada en el párrafo anterior.

El resto del efluente proviene de la condensación del ciclón y del líquido contaminado del lavador de gases. Existe una mayor libertad para decidir la disposición de estos elementos. Entonces, serán ubicados cerca del foso de almacenaje, una vez dispuesta la ubicación de este.

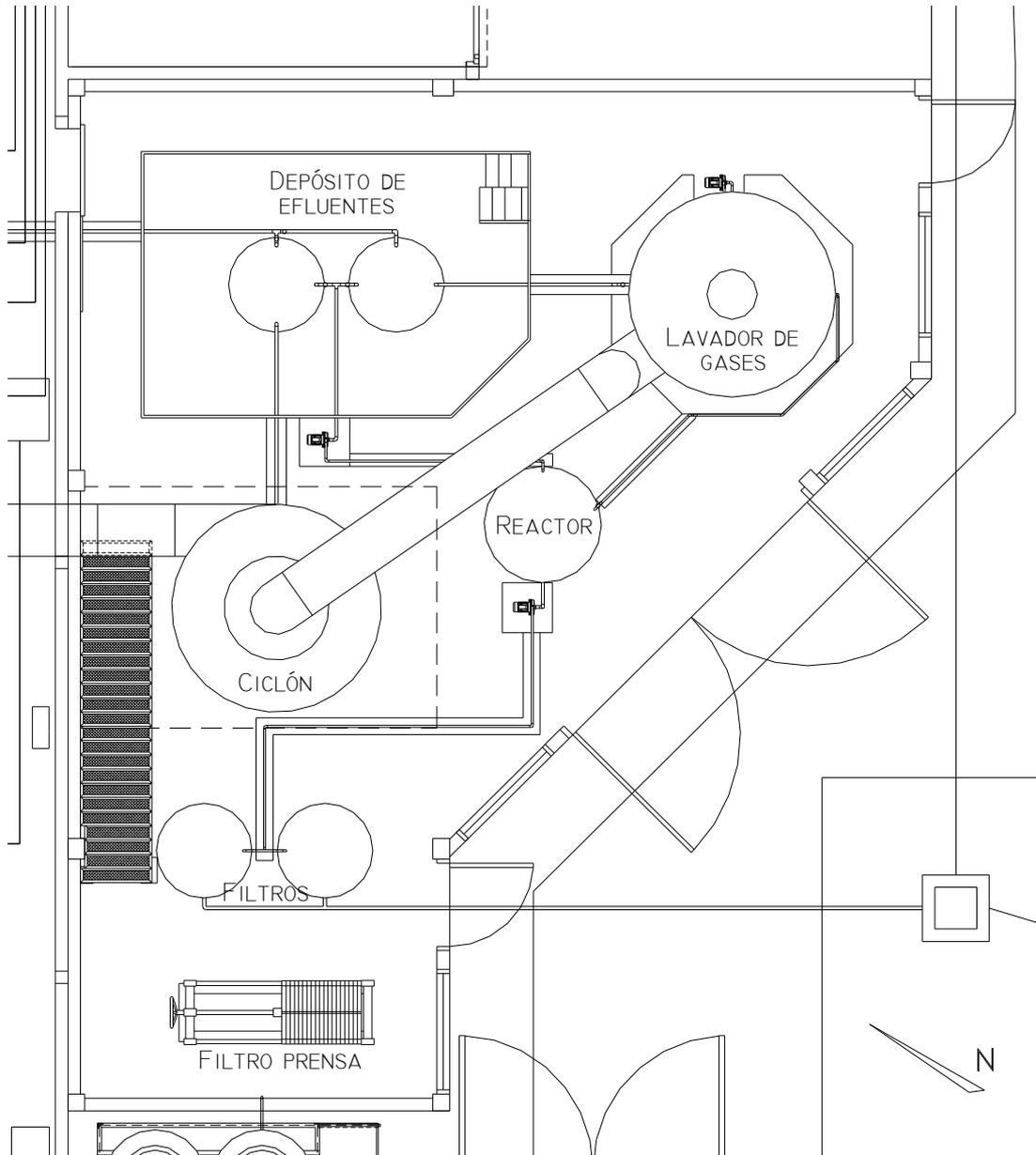
El resto de los componentes puede ubicarse en el espacio libre, dado que la carga y descarga se realiza mediante el uso de fuerza electromotriz o humana. No obstante, es preferible que el efluente realice el recorrido mas corto y con escasa cantidad de obstáculos.

A todo lo expuesto, debe sumarse el espacio necesario para el normal desplazamiento del personal a cargo de la planta de tratamiento. El espacio disponible permite planificar pasos que permitan la circulación de una persona de contextura “mediana”. No existen impedimentos para el paso de personas de elevada altura.

Frente al local destinado a la planta de tratamiento hay construcciones existentes y entre ambas edificaciones se produce el ingreso esporádico de vehículos. También es factible la necesidad del ingreso de vehículos en lugares próximos a las

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

puertas de acceso de la planta de tratamiento, para la realización de trabajos en la misma.



(Ver Planos N° 2-3-4-5 en Anexo II)

La elección de los materiales está acotada a aquellos resistentes al ambiente corrosivo.

Los instrumentos y elementos en contacto directo con el efluente sin tratar deben ser, en la medida de lo posible, fabricados en P.V.C. Esto es posible en el caso de las tuberías de ventilación, cañerías, ciclón, lavador de gases, tanques de almacenamiento y tratamiento.

Si bien el efluente se encuentra a temperatura ambiente y, en esas condiciones, no se produce evaporación significativa, la estructura y el cerramiento

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

del local, deben construirse con materiales resistentes a la corrosión. Por este motivo, es preferible la estructura de H°A° con el recubrimiento reglamentario para condiciones ambientales agresivas (que es de 35 mm), cantidad mínima de cemento de 380 kg/m³, tiempo de mezclado de 2 minutos, incorporación de aire, relación agua/cemento menor o igual a 0.40, elaborado con agregados sanos y de baja absorción. El cerramiento lateral elegido es de mampostería.

Para cubrir el extremo superior del ciclón que supera la altura de la planta baja, debería seguir el mismo criterio. No obstante, se elige una estructura metálica. Los motivos de la elección son los siguientes:

- a) En la planta alta, existen posibilidades casi nulas de presentarse los efectos corrosivos del efluente.
- b) Se prevé la construcción futura de un laboratorio en la planta alta. Para concretar esta edificación es necesario desmontar el cerramiento del ciclón y esto es mas simple con un cerramiento liviano (estructura metálica).

Para el cerramiento de la planta alta se elige chapa acanalada de acero con aplicación de una capa de aluminio/cinc en ambas caras. Este tipo de chapa, asegura una máxima protección contra la corrosión.

Para las estructuras complementarias tales como, escaleras y entrepiso, el material elegido es, también, el metal. En este caso la elección se basa en criterios constructivos. Se evita la utilización de encofrados y se puede “prefabricar” la estructura en taller.

En todos los casos, se aplicarán pinturas que brinden protección contra la corrosión y deberán mantenerse adecuada y frecuentemente.

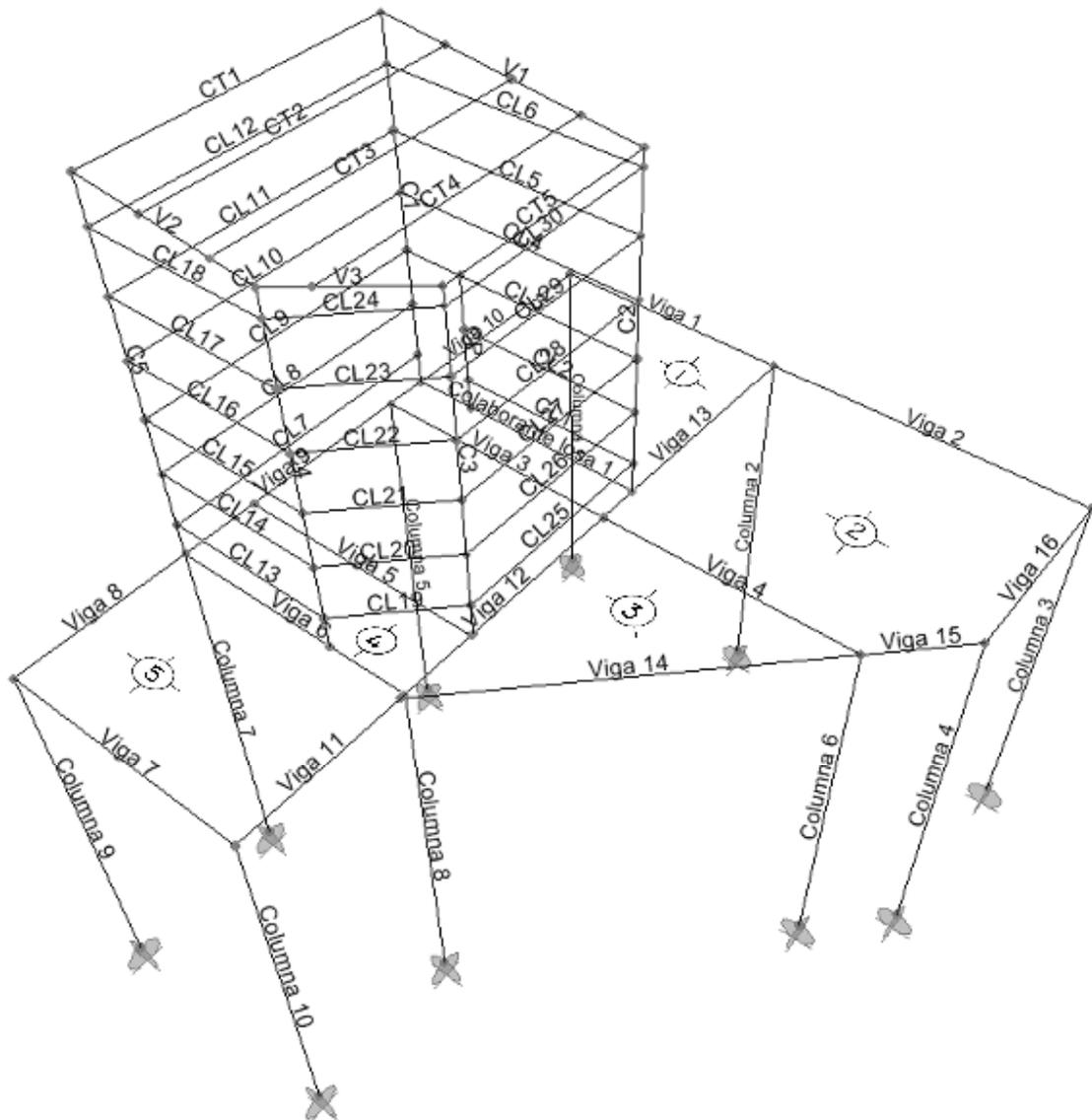
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9) MEMORIA DE CÁLCULO**9.1) Esquema estructural**

La estructura se compone de la siguiente manera:

- La planta baja, diseñada en H°A°.
- La planta alta es una estructura metálica, cuyas columnas se empotran en la estructura de H°A°.



Referencias:

CT: Correa de techo (estructura metálica)

CL: Correa lateral (estructura metálica)

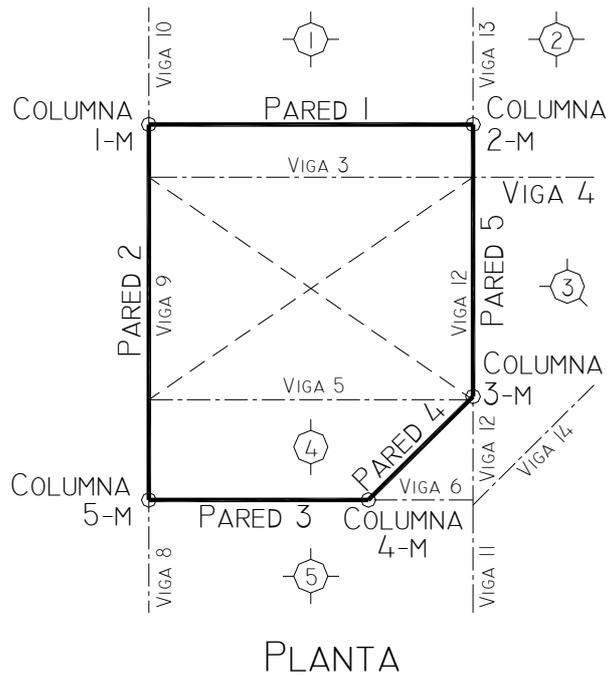
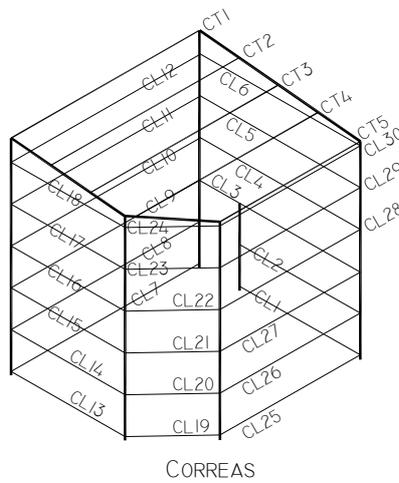
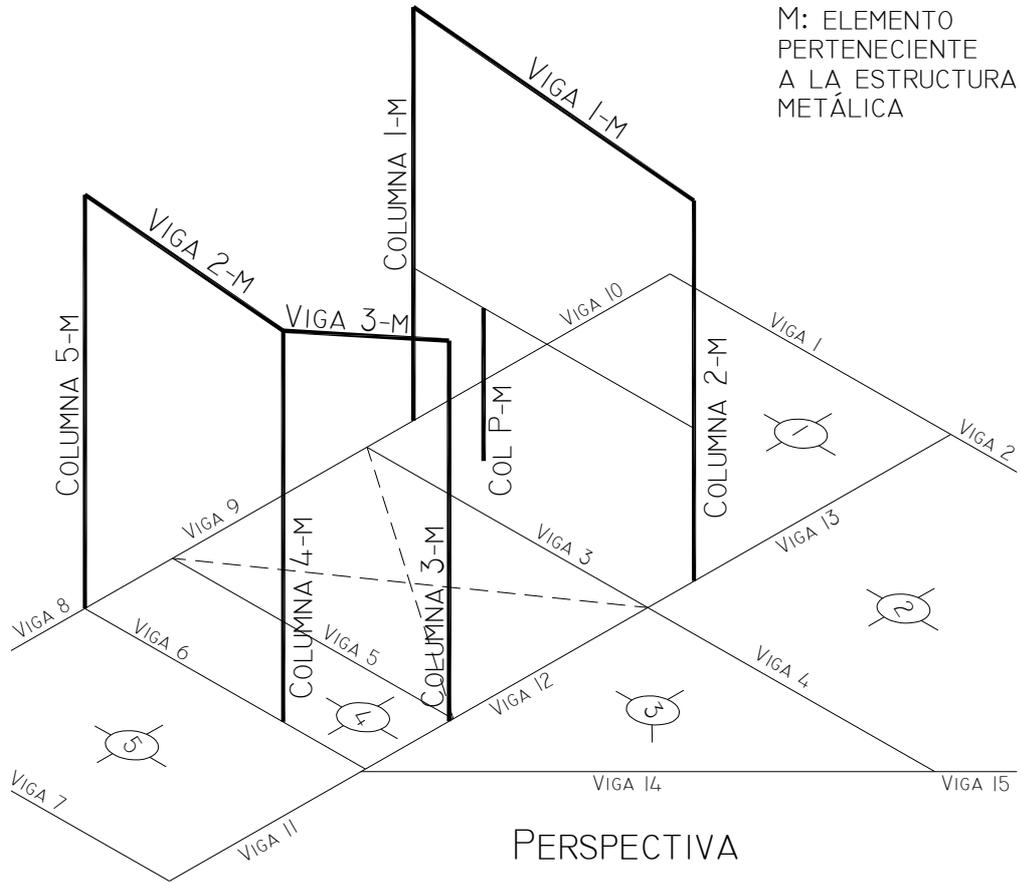
V: Viga (estructura metálica)

C: Columna (estructura metálica)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.2) Estructura metálica



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.1) Acción del viento**

(CIRSOC 102 cap. 5 - Proced. s/esquema pág 32, Fig. 11)

9.2.1.1) Ubicación: Venado Tuerto**9.2.1.2) Velocidad de referencia β** para Venado Tuerto $\beta = 30$ m/seg. (de figura 4)**9.2.1.3) Velocidad básica de diseño V_0** $V_0 = C_p \times \beta$ C_p : Coeficiente de velocidad probableSegún tabla 2 $P_m = 0,5$
 $m = 10$
 $C_p = 1,45$ Grupo 3 $V_0 = 43,50$ m/seg**9.2.1.4) Presión dinámica básica q_0** $q_0 = 0,000613 \times V_0^2 = 1,16$ KN/m² $q_0 = 115,99$ Kg/m²**9.2.1.5) Presión dinámica q_z (Rugosidad tipo I)** $q_z = q_0 \times C_z$ determinación C_z de tabla 4 según : Rugosidad tipo I $Z = h = 10,90$ $C_z = 1,02$ $q_z = 118,03$ Kg/m²**9.2.1.6.) Relación de dimensiones**coeficiente eólico (I) $\lambda_a = h/a = 2,06$ $a = 5,3$ m
 $\lambda_b = h/b = 2,40$ $b = 4,55$ m
 $h = 10,9$ m $b/a = 0,86$ coeficiente de forma (γ) (de figura 13)Como $e = 0$ (apoyada en el piso) $\gamma = \gamma_0$ Art. 6.1.4viento normal a la cara Sa $\lambda_a = 2,06 > 0,5 \rightarrow \gamma_0 = 1$ viento normal a la cara Sb $\lambda_b = 2,40 > 1 \rightarrow \gamma_0 = 1$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.1.7) Acciones****Paredes:**Presión exterior (C_e) (de tabla 6 Pág.. 48)

Para Sa	➡	a Barlovento	$C_e =$	0,8 (Presión)
	➡	a Sotavento	$C_e = -(1,3\gamma_0 - 0,8) =$	-0,5 (Succión)
Para Sb	➡	a Barlovento	$C_e =$	0,8 (Presión)
	➡	a Sotavento	$C_e = -(1,3\gamma_0 - 0,8) =$	-0,5 (Succión)

Presión interior (C_i) (de tabla 8)Construcción: cerradas (tabla 8) $m < 6 = 35\%$

$C_i = + 0,6 (1,8 - 1,3 \gamma_0)$	➡	$C_i =$	0,3 (Presión)
$C_i = - 0,6 (1,3 \gamma_0 - 0,8)$	➡	$C_i =$	-0,3 (Succión)

Cubierta:Presión exterior (C_e) (de tabla 7) $f < h/2$ ➡ Figura 17; $\alpha = 5^\circ$ para Sa
 $\alpha = 0$ para Sb

Sa	➡	$C_e \text{ barl.} =$	-0,58	$C_e \text{ sot.} =$	-0,39
Sb	➡	$C_e =$	-0,49		

Presión interior (C_i) (de tabla 8)

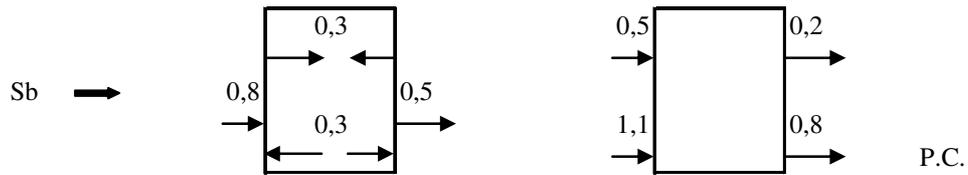
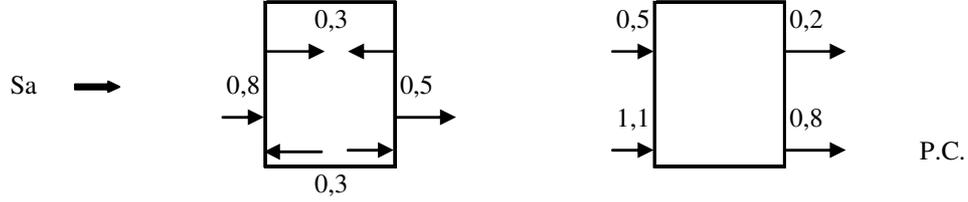
$C_i =$	0,3 (Presión)
$C_i =$	-0,3 (Succión)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

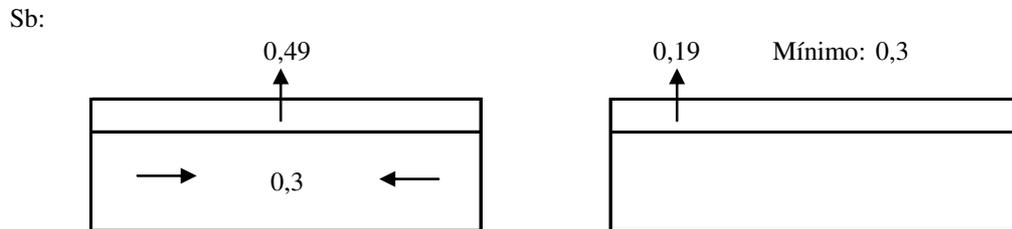
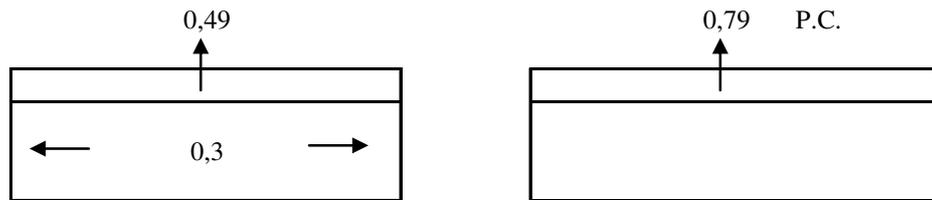
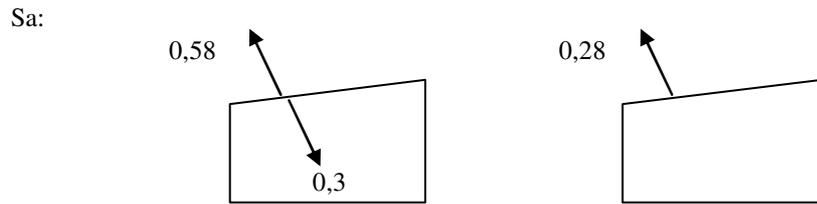
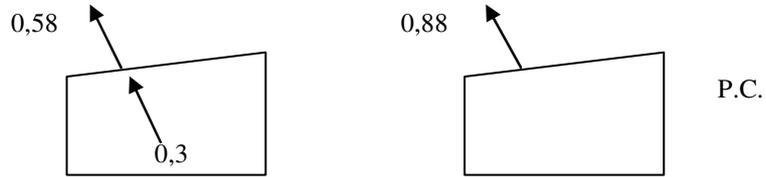
por Leandro Donati

9.2.1.8) Superposición de acciones

Paredes:



Cubierta:



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.1.9) Acciones unitarias resultantes (W)****En paredes Sa :**

$$W_Z = q_Z \times c = 115,99 \text{ Kg/m}^2 \times 1,1 \quad \rightarrow \quad W_Z = 129,84 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{presión}$$

$$W_Z = q_Z \times c = 115,99 \text{ Kg/m}^2 \times 0,8 \quad \rightarrow \quad W_Z = 94,43 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{succión}$$

En paredes Sb :

$$W_Z = q_Z \times c = 115,99 \text{ Kg/m}^2 \times 1,1 \quad \rightarrow \quad W_Z = 129,84 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{presión}$$

$$W_Z = q_Z \times c = 115,99 \text{ Kg/m}^2 \times 0,8 \quad \rightarrow \quad W_Z = 94,43 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{succión}$$

En cubierta (transversal) por Sa :

$$W_Z = q_Z \times c = 115,99 \text{ Kg/m}^2 \times 0,88 \quad \rightarrow \quad W_Z = 103,87 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{succión}$$

En cubierta (longitudinal) por Sb :

$$W_Z = q_Z \times c = 115,99 \text{ Kg/m}^2 \times 0,79 \quad \rightarrow \quad W_Z = 93,25 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{succión}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.2.2) Dimensionamiento de correas de techo (Solución con perfil C)**9.2.2.1) Geometría**

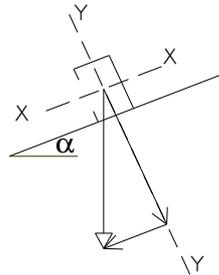
Separación entre correas:	1,14 m
Luz correa (sentido Y-Y):	5,30 m
$\alpha =$	$5^\circ =$ 0,087 Rad.

9.2.2.2) Cargas**Cargas principales:**

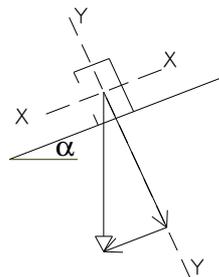
Peso propio: peso de la chapa =	$5,60 \text{ kg/m}^2 \times 1,14 \text{ m} =$	6,38 kg/m
Bulones =	$0,70 \text{ kg/m}^2 \times 1,14 \text{ m} =$	0,80 kg/m
Peso perfil adoptado =	C 160 60 20; 3,2 =	<u>7,51 kg/m</u>
		13,89 kg/m

Cargas accidentales:

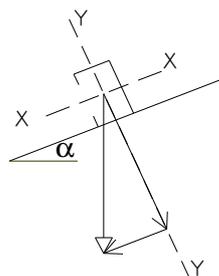
Acción de lluvia =	$30,00 \text{ kg/m}^2 \times 1,14 \text{ m} =$	34,20 kg/m
Acción del viento =	$103,87 \text{ kg/m}^2 \times 1,14 \text{ m} =$	118,41 kg/m
Montaje =		100 Kg.

9.2.2.3) Descomposición de esfuerzos**1 - Peso propio:**

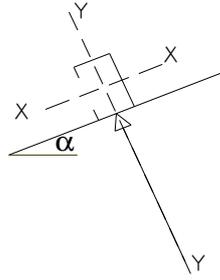
$$\begin{aligned} qn1 &= p.p. \cos \alpha = 13,84 \text{ kg/m} \\ qt1 &= p.p. \sin \alpha = 1,21 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

2 - Lluvia:

$$\begin{aligned} qn2 &= LL. \cos \alpha = 34,07 \text{ kg/m} \\ qt2 &= LL. \sin \alpha = 2,98 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3 - Montaje:

$$\begin{aligned} qn3 &= M. \cos \alpha = 99,62 \text{ Kg.} \\ qt3 &= M. \sin \alpha = 8,72 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****4 - Viento:**

$$q_4 = 118,41 \text{ kg/m}$$

9.2.2.4) Superposición de efectos. Solicitación a flexión**Lluvia + Peso propio:**

$$\begin{aligned} q_n(1+2) &= q_{n1} + q_{n2} & q_n(1+2) &= 47,91 \text{ kg/m} \\ q_t(1+2) &= q_{t1} + q_{t2} & q_t(1+2) &= 4,19 \text{ kg/m} \\ M_n(1+2) &= (q \times l^2)/8 & M_n(1+2) &= 168,23 \text{ kgm} \\ M_t(1+2) &= (q \times l^2)/8 & M_t(1+2) &= 14,72 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Montaje + Peso propio:

$$\begin{aligned} M_n(1) &= (q \times l^2)/8 & M_n(1) &= 48,60 \text{ kgm} \\ M_t(1) &= (q \times l^2)/8 & M_t(1) &= 4,25 \text{ kgm} \\ M_n(3) &= (q \times l)/4 & M_n(3) &= 132,00 \text{ kgm} \\ M_t(3) &= (q \times l)/4 & M_t(3) &= 11,55 \text{ kgm} \\ M_n(1+3) &= M_n(1) + M_n(3) & M_n(1+3) &= 180,60 \text{ kgm} \\ M_t(1+3) &= M_t(1) + M_t(3) & M_t(1+3) &= 15,80 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Viento + Peso propio:

$$\begin{aligned} q_n(1+4) &= q_{n1} + q_4 & q_n(1+4) &= 104,57 \text{ kg/m} \\ M_n(1+4) &= (q \times l^2)/8 & M_n(1+4) &= 367,17 \text{ kgm} & \text{succión} \end{aligned}$$

9.2.2.5) Dimensionamiento

Carga \rightarrow $\sigma_{adm} = 1400 \text{ kg/cm}^2$
permanente

Carga principal (H): Punto 4.11 y 4.12 de 7.3.1.1 de A.C. (Pág. 615).
Valor obtenido de Línea 1 - Columna b de Tabla 3 de 7.3.1.1. (P. 618)

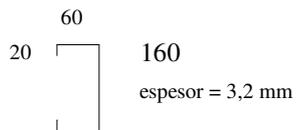
Carga \rightarrow $\sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
accidental

Suma de cargas principales y secundarias (HZ): Idem anterior.
Valor obtenido de Línea 1 - Columna c de Tabla 3 de 7.3.1.1. (P. 618)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**Estado mas desfavorable:

Viento + peso propio:	$M_n(1+4) = M_x =$	36717 kgcm
Peso propio:	$M_t(1) = M_y =$	425 kgcm
$W_{nec} = M / \sigma_{adm} =$	22,95 cm ³	

Perfil adoptado:



$W_x =$	45,80 cm ³
$W_y =$	11,32 cm ³
$I_x =$	366,4 cm ⁴
$I_y =$	45,06 cm ⁴

9.2.2.6) Verificación de tensiones

$$\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y = 839,24 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

9.2.2.7) Verificación de flecha (sentido y-y)

$$f_{adm} = 1 / 300 = 1,77 \text{ cm}$$

De Art. 10.2.2.1.7.1. A.C.: para luces mayores a 5 m. (Pág 1097)
También Punto 6 de 7.3.1.1.1. (Pág 624)

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_y} = 1,40 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

(Para carga uniformemente repartida)

9.2.2.8) Verificación de flecha (sentido x-x)

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_y} + \frac{1}{48} \cdot \frac{p \cdot l^3}{E \cdot I_y} = 0,13 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

(Para carga puntual)

No es necesario colocar tillas.

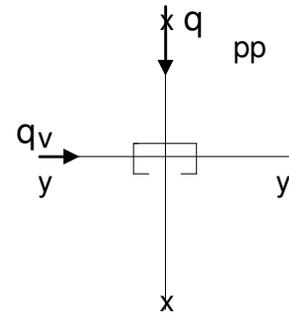
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.3) Dimensionamiento de correas laterales Sa

9.2.3.1) Geometría

Separación entre correas: 1,00 m
Luz correa: 5,30 m



9.2.3.2) Cargas

Cargas principales:

Peso propio: Peso de la chapa =	5,6 kg/m ² x 1,00 m =	5,60 kg/m
Bulones =	0,7 kg/m ² x 1,00 m =	0,70 kg/m
Peso perfil adoptado =	C 160 60 20 3,2 =	7,51 kg/m
		<hr/>
		13,81 kg/m

Cargas accidentales:

Acción del viento = 129,84 kg/m² x 1,00 m = 129,84 kg/m

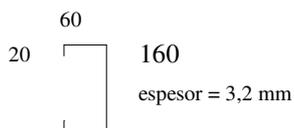
9.2.3.3) Dimensionamiento

Estado mas desfavorable:

viento + peso propio
 $M_x = 45588,84 \text{ kgcm}$
 $M_y = 4849,04 \text{ kgcm}$

$W_{nec} = M / \sigma_{adm} = 45588,84 \text{ kgcm} / 1600 \text{ kg/cm}^2 = 28,49 \text{ cm}^3$

perfil adoptado:



$W_x = 45,8 \text{ cm}^3$
 $W_y = 11,32 \text{ cm}^3$
 $I_x = 366,4 \text{ cm}^4$
 $I_y = 45,06 \text{ cm}^4$
 $i_x = 6,19 \text{ cm}$
 $i_y = 2,17 \text{ cm}$
 $A = 9,57 \text{ cm}^2$

9.2.3.4) Verificación de tensiones

$\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma = 1423,75 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

9.2.3.5) Verificación de flecha (sentido y-y)

$f_{adm} = 1 / 300 = 1,77 \text{ cm}$
 $f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_x} = 1,73 \text{ cm} \text{ B.C.}$

9.2.3.6) Verificación de flecha (sentido x-x)

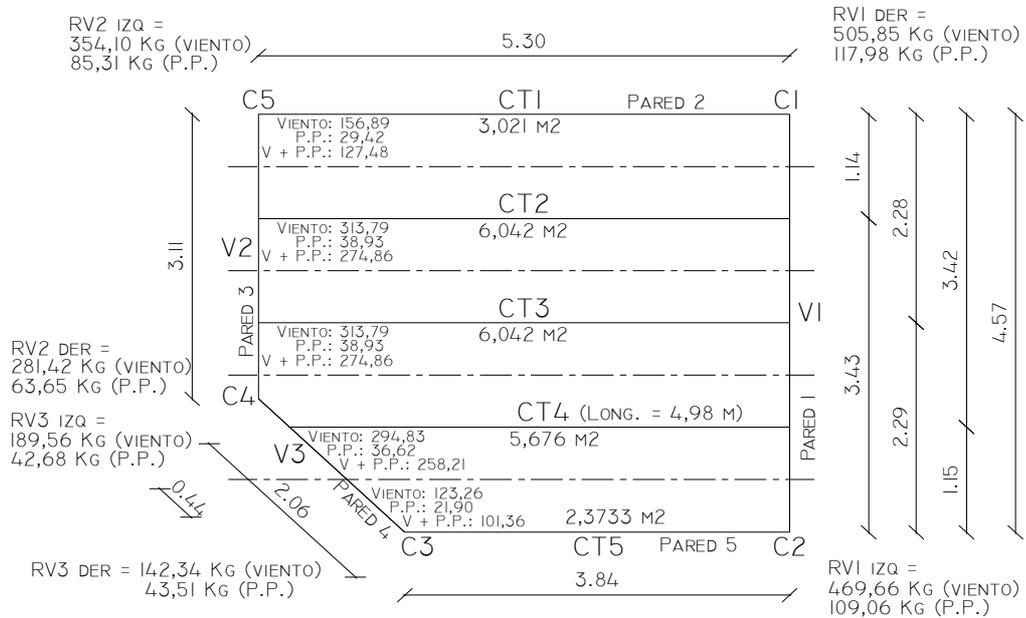
$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_y} = 1,50 \text{ cm} \text{ B.C.}$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.4) Vigas

9.2.4.1) Reacciones correas de techo (CT)



Viento (1): (acción viento x área soportada por la correa) / 2 =

Peso propio (2):

((peso chapa + peso bulones) x área correa + peso correa x longitud correa) / 2 =

Reacciones CT = (1) + (2) -En este caso se restan porque son de sentido opuesto-

Correa 1:	Area:	3,02 m ²	Coord. X =	
	Longitud:	5,30 m		0 m
	Viento:	156,89 Kg		
	Peso propio:	29,42 Kg		
	Reacciones CT1 =	127,48 Kg		
Correa 2:	Area:	6,04 m ²	Coord. X =	
	Longitud:	5,30 m		1,14 m
	Viento:	313,79 Kg		
	Peso propio:	38,93 Kg		
	Reacciones CT2 =	274,86 Kg		
Correa 3:	Area:	6,04 m ²	Coord. X =	
	Longitud:	5,30 m		2,28 m
	Viento:	313,79 Kg		
	Peso propio:	38,93 Kg		
	Reacciones CT3 =	274,86 Kg		

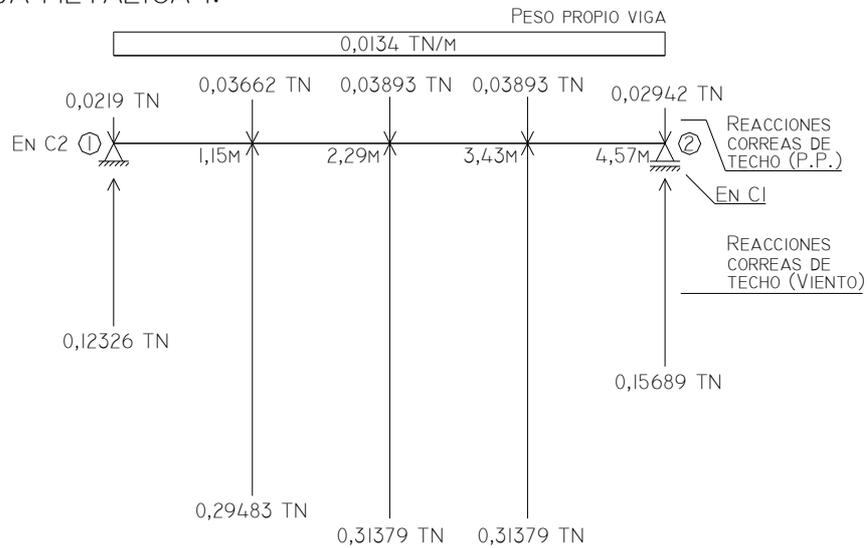
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

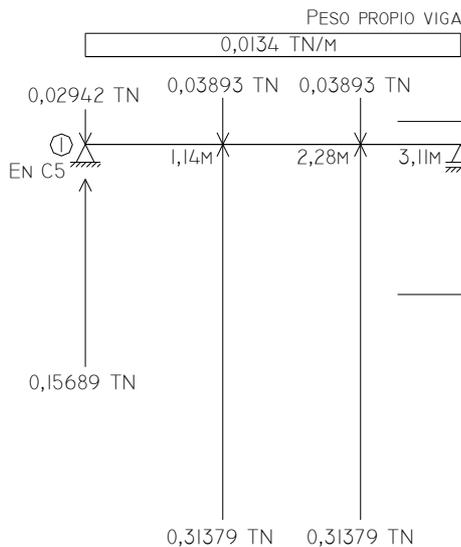
Correa 4:	Area:	5,68 m ²	Coord. X =	
	Longitud:	4,99 m		3,42 m
	Viento:	294,83 Kg		
	Peso propio:	36,62 Kg		
	Reacciones CT4 =	258,21 Kg		
Correa 5:	Area:	2,37 m ²	Coord. X =	
	Longitud:	3,84 m		4,57 m
	Viento:	123,26 Kg		
	Peso propio:	21,90 Kg		
	Reacciones CT5 =	101,36 Kg		

9.2.4.2) Análisis de cargas

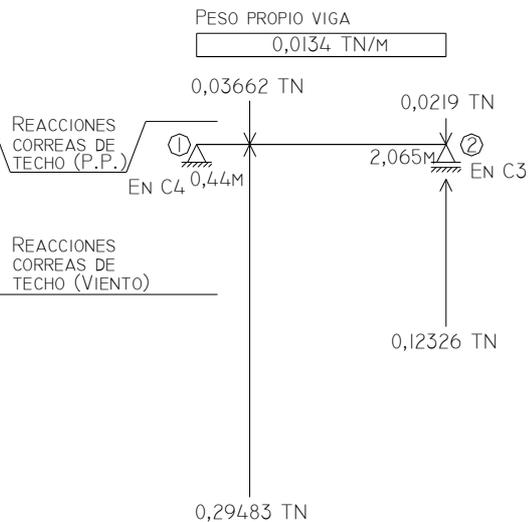
VIGA METALICA 1:



VIGA METALICA 2:



VIGA 3:



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.4.3) Solicitaciones en viga

9.2.4.3.1) Viga 1

INGRESO DE DATOS PPLAN

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	4.57	0

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	0
2	0	1	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 2

NUMERO DE HIPOTESIS 2

* E1	E2	E3	E4	E5
* PP	0	1	0	0
* PP + V	1	1	0	0

ESTADO 1

* ACCION DEL VIENTO

CARGAS EN BARRAS 3

barra 1 fuerza

3.43 .31379 +y

barra 1 fuerza

2.29 .31379 +y

barra 1 fuerza

1.15 .29483 +y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 2

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
1	0	0.12326	0
2	0	0.15689	0

ESTADO 2

* ACCION DEL PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 4

barra 1 uniforme

0.0134 -y

barra 1 fuerza

3.43 .03893 -y

barra 1 fuerza

2.29 .03893 -y

barra 1 fuerza

1.15 .03662 -y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 2

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
1	0	-0.0219	0
2	0	-0.02942	0

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 2

	No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
	1	0.0000000	-0.469668	0.0000000
	2	0.0000000	-0.505853	0.0000000

	x	y	z	u	v	w	x	y	z	u	v	w
x	0.0000	0.4570	0.9140	1.3710	1.8280	2.2850	2.7420	3.1990	3.6560	4.1130	4.5700	
M	0.0000	-0.169	-0.342	-0.434	-0.495	-0.545	-0.485	-0.428	-0.311	-0.134	0.0000	
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Q	0.3683	0.3744	0.3817	0.1284	0.1345	-0.134	-0.128	-0.393	-0.390	-0.384	-0.378	
@	0.2562	0.2436	0.2053	0.1454	0.0759	-0.002	-0.079	-0.148	-0.205	-0.238	-0.246	
Y	0.0000	0.0020	0.0038	0.0052	0.0061	0.0064	0.0060	0.0051	0.0037	0.0019	0.0000	
f	0.0000	0.0020	0.0038	0.0052	0.0061	0.0064	0.0060	0.0051	0.0037	0.0019	0.0000	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.4.3.2) Viga 2

INGRESO DE DATOS PPLAN

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	3.11	0

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	0
2	0	1	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 2

NUMERO DE HIPOTESIS 2

* E1	E2	E3	E4	E5
* PP	0	1	0	0
* PP + V	1	1	0	0

ESTADO 1

* ACCION DEL VIENTO

CARGAS EN BARRAS 2

barra 1 fuerza

1.14 .31379 +y

barra 1 fuerza

2.28 .31379 +y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
1	0	0.15689	0

ESTADO 2

* ACCION DEL PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 3

barra 1 uniforme

0.0134 -y

barra 1 fuerza

1.14 .03893 -y

barra 1 fuerza

2.28 .03893 -y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
1	0	-0.02942	0

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 2

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	-0.354095	0.0000000
2	0.0000000	-0.281420	0.0000000

x	0.0000	0.3110	0.6220	0.9330	1.2440	1.5550	1.8660	2.1770	2.4880	2.7990	3.1100
M	0.0000	-0.071	-0.143	-0.253	-0.249	-0.240	-0.232	-0.225	-0.160	-0.071	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	0.2266	0.2307	0.2349	0.2407	-0.031	-0.027	-0.023	-0.292	-0.289	-0.285	-0.281
@	0.0823	0.0787	0.0678	0.0494	0.0246	0.0000	-0.024	-0.047	-0.068	-0.079	-0.082
y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0013	0.0014	0.0013	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000
f	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0013	0.0014	0.0013	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.4.3.3) Viga 3

INGRESO DE DATOS PPLAN

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	2.065	0

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	0
2	0	1	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 2

NUMERO DE HIPOTESIS 2

* E1	E2	E3	E4	E5
* PP	0	1	0	0
* PP + V	1	1	0	0

ESTADO 1

* ACCION DEL VIENTO

CARGAS EN BARRAS 1

barra 1 fuerza
0.4384 .29483 +y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	0.12326	0

ESTADO 2

* ACCION DEL PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 2

barra 1 uniforme
0.0134 -y
barra 1 fuerza
0.4384 .03662 -y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	-0.0219	0

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 2

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	-0.189556	0.0000000
2	0.0000000	-0.142342	0.0000000

x	0.0000	0.2065	0.4130	0.6195	0.8260	1.0325	1.2390	1.4455	1.6520	1.8585	2.0650
M	0.0000	-0.039	-0.074	-0.061	-0.049	-0.037	-0.026	-0.016	-0.006	0.0031	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	0.1895	0.1923	-0.063	-0.060	-0.057	-0.054	-0.052	-0.049	-0.046	-0.043	-0.040
@	0.0137	0.0124	0.0084	0.0038	0.0000	-0.002	-0.004	-0.006	-0.007	-0.007	-0.006
Y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
f	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.4.4) Dimensionamiento Vigas**9.2.4.4.1) Dimensionamiento Viga 1

M = 54500 Kgcm
 Q = 393 Kg
 Longitud Viga 1 = 4,57 m

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = 54500 \text{ kgcm} / 1600 \text{ kg/cm}^2 = 34,06 \text{ cm}^3$$

Adopto perfil UPN 120:

W_x = 60,70 cm³
 W_y = 11,10 cm³
 I_x = 364,00 cm⁴
 I_y = 43,20 cm⁴
 G = 13,40 Kg/m
 A = 17,00 cm²

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 897,86 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = Q/A = 23,12 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de flecha (sentido y-y):

$$f_{adm} = l / 300 = 1,52 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 0,10 \text{ cm} \quad (\text{Debida a peso propio})$$

$$f = \frac{1}{48} \frac{Pl^3}{EI_x} = 0,71 \text{ cm} \quad (\text{Debida a RCT3})$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,37 \text{ cm} \quad (\text{Debida a RCT4})$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,40 \text{ cm} \quad (\text{Debida a RCT2})$$

$$f_{total} = 1,59 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

Peso propio: RV1izq.= 109,06 Kg RV1der.= 117,98 Kg
 P.P. + Viento: RV1izq.= 530,91 Kg RV1der.= 567,10 Kg

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.2.4.4.2) Dimensionamiento Viga 2

$$M = 25300 \text{ Kgcm}$$

$$Q = 292 \text{ Kg}$$

$$\text{Longitud Viga 1} = 3,11 \text{ m}$$

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = \frac{25300 \text{ kgcm}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = 15,81 \text{ cm}^3$$

Adopto perfil UPN 120:

$$W_x = 60,70 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 11,10 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 364,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 43,20 \text{ cm}^4$$

$$G = 13,40 \text{ Kg/m}$$

$$A = 17,00 \text{ cm}^2$$

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 416,80 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = Q/A = 17,18 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de flecha (sentido y-y):

$$f_{adm} = l / 300 = 1,52 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 0,02 \text{ cm}$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,19 \text{ cm}$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,14 \text{ cm}$$

$$f_{total} = 0,35 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

$$\text{Peso propio:} \quad \text{RV2izq.} = 85,31 \text{ Kg} \quad \text{RV2der.} = 63,65 \text{ Kg}$$

$$\text{P.P. + Viento:} \quad \text{RV2izq.} = 354,10 \text{ Kg} \quad \text{RV2der.} = 281,42 \text{ Kg}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.2.4.4.3) Dimensionamiento Viga 3

$$M = 7400 \text{ Kgcm}$$

$$Q = 192,3 \text{ Kg}$$

$$\text{Longitud Viga 3} = 2,06 \text{ m}$$

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = \frac{7400 \text{ kgcm}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = 4,63 \text{ cm}^3$$

Adopto perfil UPN 120:

$$W_x = 60,70 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 11,10 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 364,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 43,20 \text{ cm}^4$$

$$G = 13,40 \text{ Kg/m}$$

$$A = 17,00 \text{ cm}^2$$

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 121,91 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = Q/A = 11,31 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de flecha (sentido y-y):

$$f_{adm} = l/300 = 1,52 \text{ cm} \quad c = 0,4525$$

$$c_1 = 1,6122$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 0,00 \text{ cm} \quad (\text{Debida a peso propio})$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,03 \text{ cm} \quad (\text{Debida a RCT4})$$

$$f_{total} = 0,03 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

$$\text{Peso propio: RV3izq.} = 42,68 \text{ Kg} \quad \text{RV3der.} = 43,51 \text{ Kg}$$

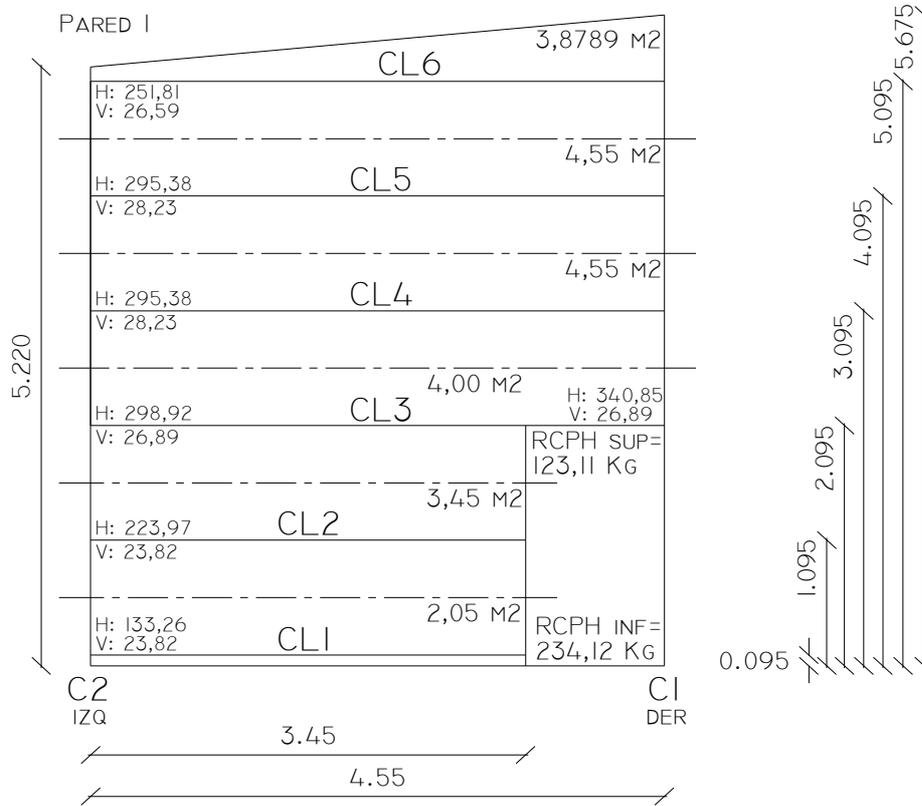
$$\text{P.P. + Viento: RV3izq.} = 189,56 \text{ Kg} \quad \text{RV3der.} = 142,34 \text{ Kg}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.5) Columnas

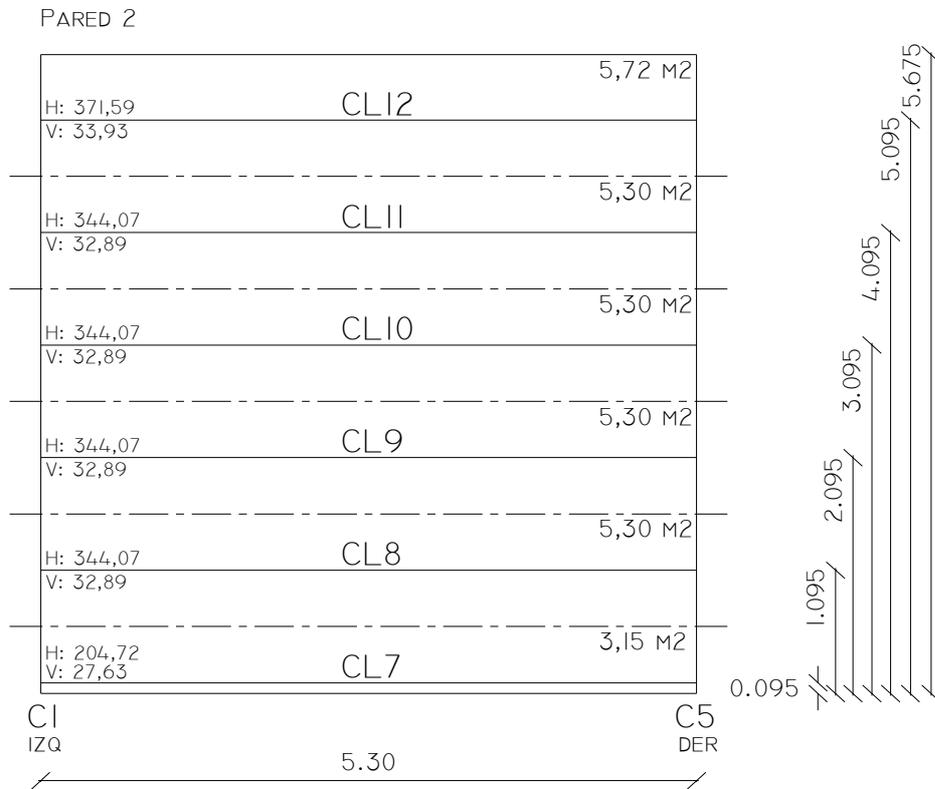
9.2.5.1) Reacciones columna puerta



Longitud columna =	2,095 m	
Longitud correas laterales 1 y 2 =	3,45 m	
Area soportada por la correa lateral 1 =	2,05 m ²	Coord. Y =
Reacción debida a viento (CLH1) =	133,26 Kg	0,095 m
Reacción debida a peso propio (CLV1) =	23,82 Kg	
Area soportada por la correa lateral 2 =	3,45 m ²	Coord. Y =
Reacción debida a viento (CLH2) =	223,97 Kg	1,095 m
Reacción debida a peso propio (CLV2) =	23,82 Kg	
Reacción columna (CPHsup.) sobre correa lateral 3 (CL3) =		123,11 Kg
Reacción columna (CPHinf.) =		234,12 Kg
Reacción columna (CPVinf.) =		63,37 Kg
c1 =	1,1 m	
x =	2,28 m	
l =	4,55 m	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

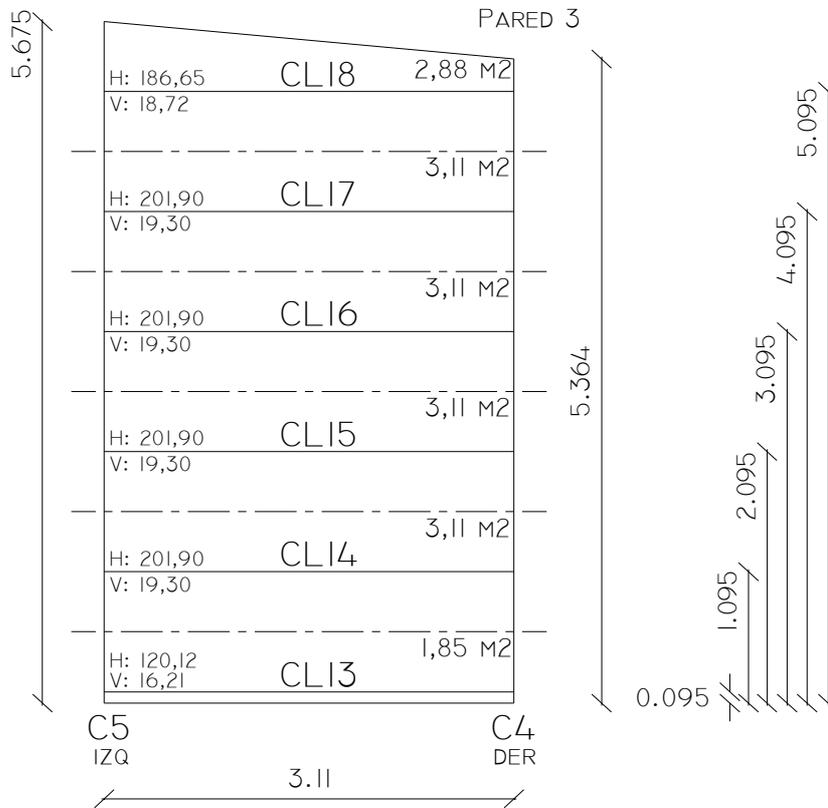


Correa 7:	Area =	3,15 m ²		
	Longitud =	5,30 m		
	Reacciones CLV7 =	27,63 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH7 =	204,72 Kg		0,095 m
Correa 8:	Area =	5,30 m ²		
	Longitud =	5,30 m		
	Reacciones CLV8 =	32,89 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH8 =	344,07 Kg		1,095 m
Correa 9:	Area =	5,30 m ²		
	Longitud =	5,30 m		
	Reacciones CLV9 =	32,89 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH9 =	344,07 Kg		2,095 m
Correa 10:	Area =	5,30 m ²		
	Longitud =	5,30 m		
	Reacciones CLV10 =	32,89 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH10 =	344,07 Kg		3,095 m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Correa 11:	Area =	5,30 m ²		
	Longitud =	5,30 m		
	Reacciones CLV11 =	32,89 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH11 =	344,07 Kg		4,095 m
Correa 12:	Area =	5,72 m ²		
	Longitud =	5,30 m		
	Reacciones CLV12 =	33,93 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH12 =	371,59 Kg		5,095 m

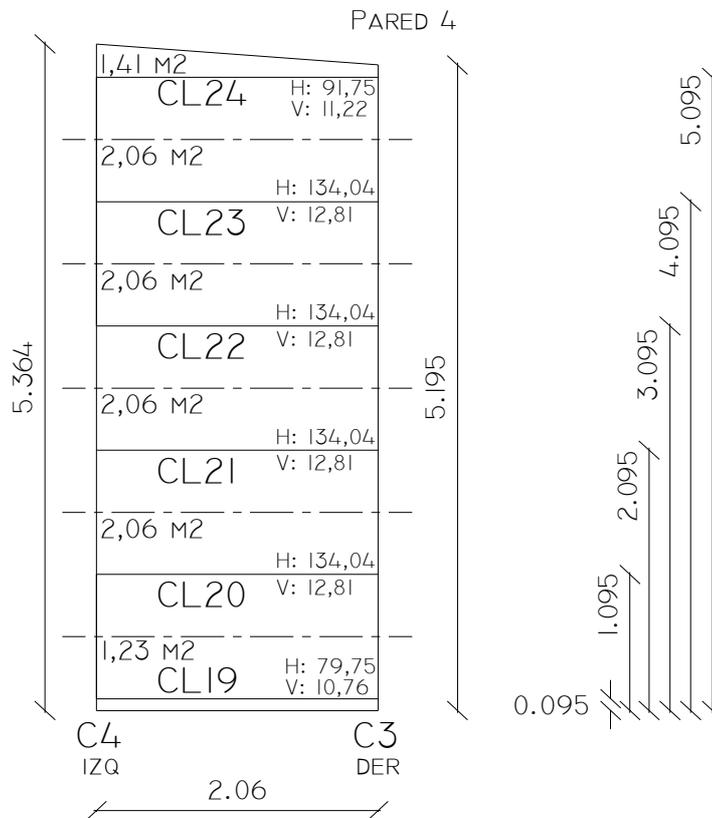


Correa 13:	Area =	1,85 m ²		
	Longitud =	3,11 m		
	Reacciones CLV13 =	16,21 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH13 =	120,12 Kg		0,095 m
Correa 14:	Area =	3,11 m ²		
	Longitud =	3,11 m		
	Reacciones CLV14 =	19,30 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH14 =	201,90 Kg		1,095 m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

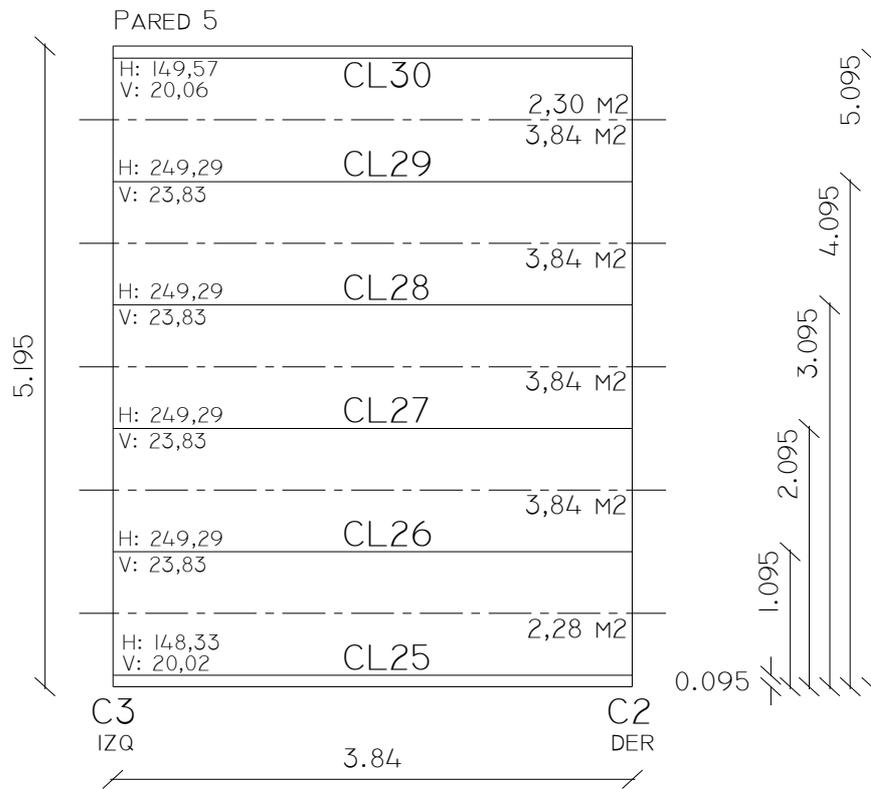
por **Leandro Donati**

Correa 15:	Area =	3,11 m ²	
	Longitud =	3,11 m	
	Reacciones CLV15 =	19,30 Kg	Coord. Y =
	Reacciones CLH15 =	201,90 Kg	2,095 m
Correa 16:	Area =	3,11 m ²	
	Longitud =	3,11 m	
	Reacciones CLV16 =	19,30 Kg	Coord. Y =
	Reacciones CLH16 =	201,90 Kg	3,095 m
Correa 17:	Area =	3,11 m ²	
	Longitud =	3,11 m	
	Reacciones CLV17 =	19,30 Kg	Coord. Y =
	Reacciones CLH17 =	201,90 Kg	4,095 m
Correa 18:	Area =	2,88 m ²	
	Longitud =	3,11 m	
	Reacciones CLV18 =	18,72 Kg	Coord. Y =
	Reacciones CLH18 =	186,65 Kg	5,095 m



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**



Correa 25:	Area =	2,28 m ²	
	Longitud =	3,84 m	
	Reacciones CLV25 =	20,02 Kg	Coord. Y =
	Reacciones CLH25 =	148,33 Kg	0,095 m
Correa 26:	Area =	3,84 m ²	
	Longitud =	3,84 m	
	Reacciones CLV26 =	23,83 Kg	Coord. Y =
	Reacciones CLH26 =	249,29 Kg	1,095 m
Correa 27:	Area =	3,84 m ²	
	Longitud =	3,84 m	
	Reacciones CLV27 =	23,83 Kg	Coord. Y =
	Reacciones CLH27 =	249,29 Kg	2,095 m
Correa 28:	Area =	3,84 m ²	
	Longitud =	3,84 m	
	Reacciones CLV28 =	23,83 Kg	Coord. Y =
	Reacciones CLH28 =	249,29 Kg	3,095 m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

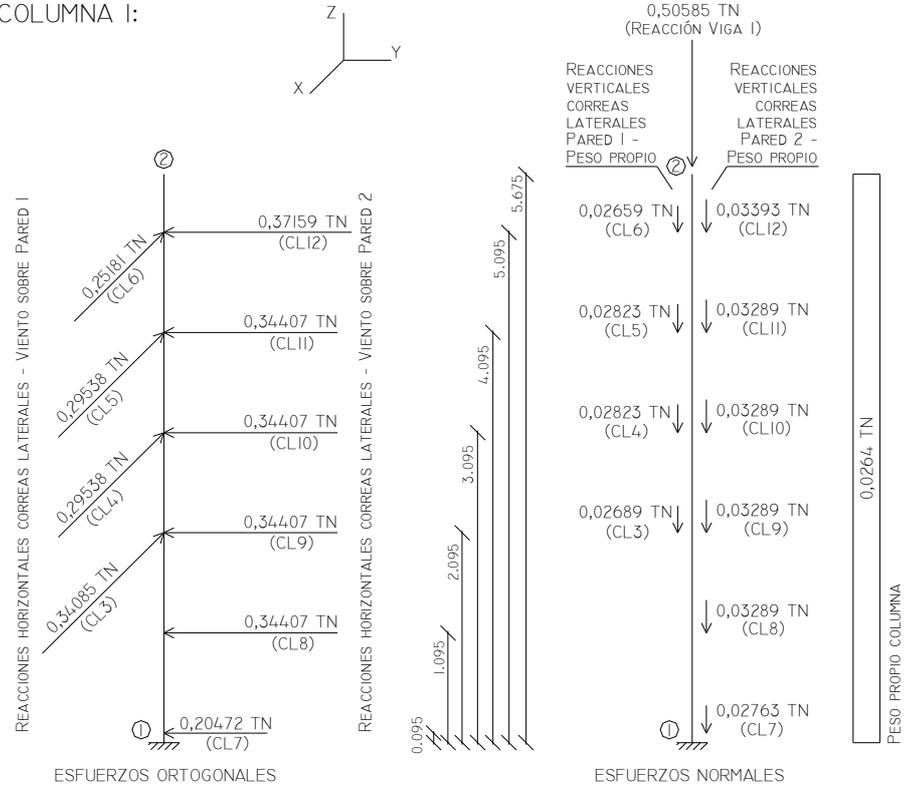
Correa 29:	Area =	3,84 m ²		
	Longitud =	3,84 m		
	Reacciones CLV29 =	23,83 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH29 =	249,29 Kg		4,095 m
Correa 30:	Area =	2,30 m ²		
	Longitud =	3,84 m		
	Reacciones CLV30 =	20,06 Kg	Coord. Y =	
	Reacciones CLH30 =	149,57 Kg		5,095 m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

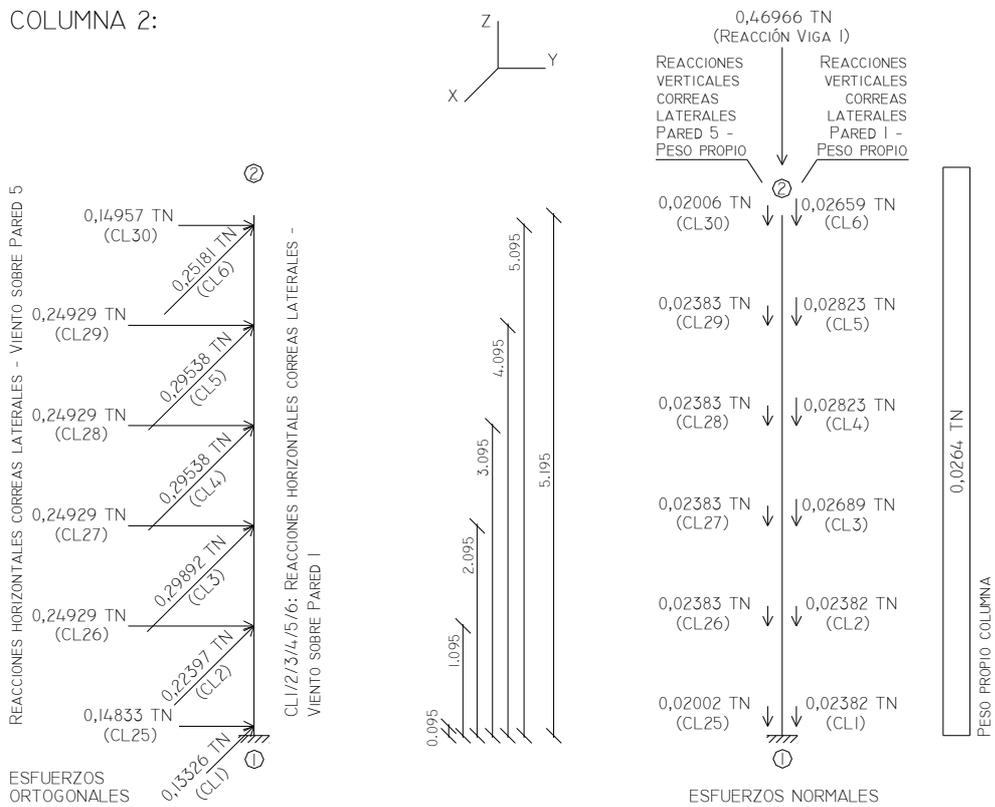
por Leandro Donati

9.2.5.3) Análisis de cargas en columnas

COLUMNA 1:



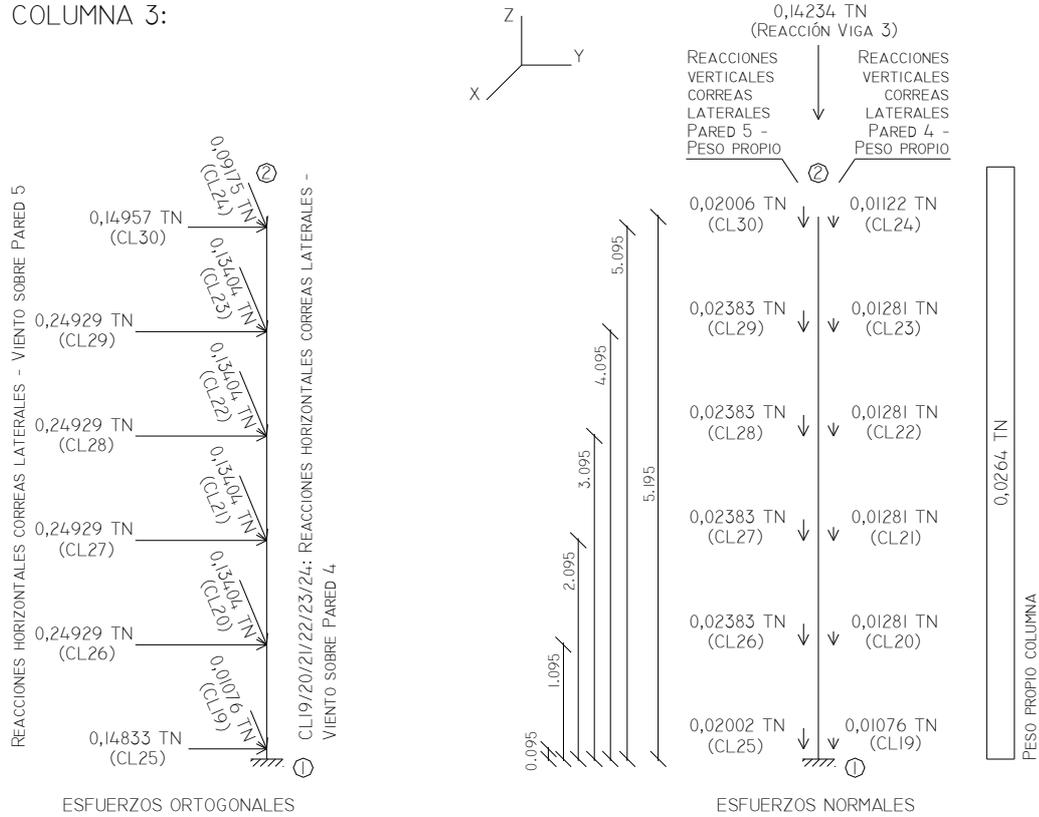
COLUMNA 2:



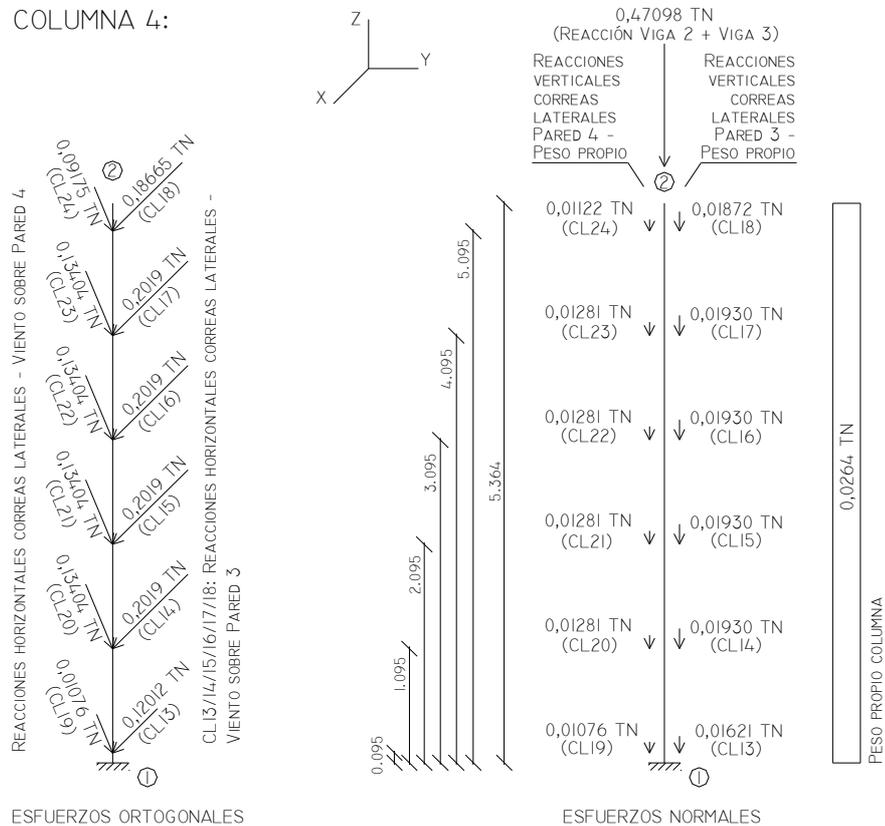
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

COLUMNA 3:



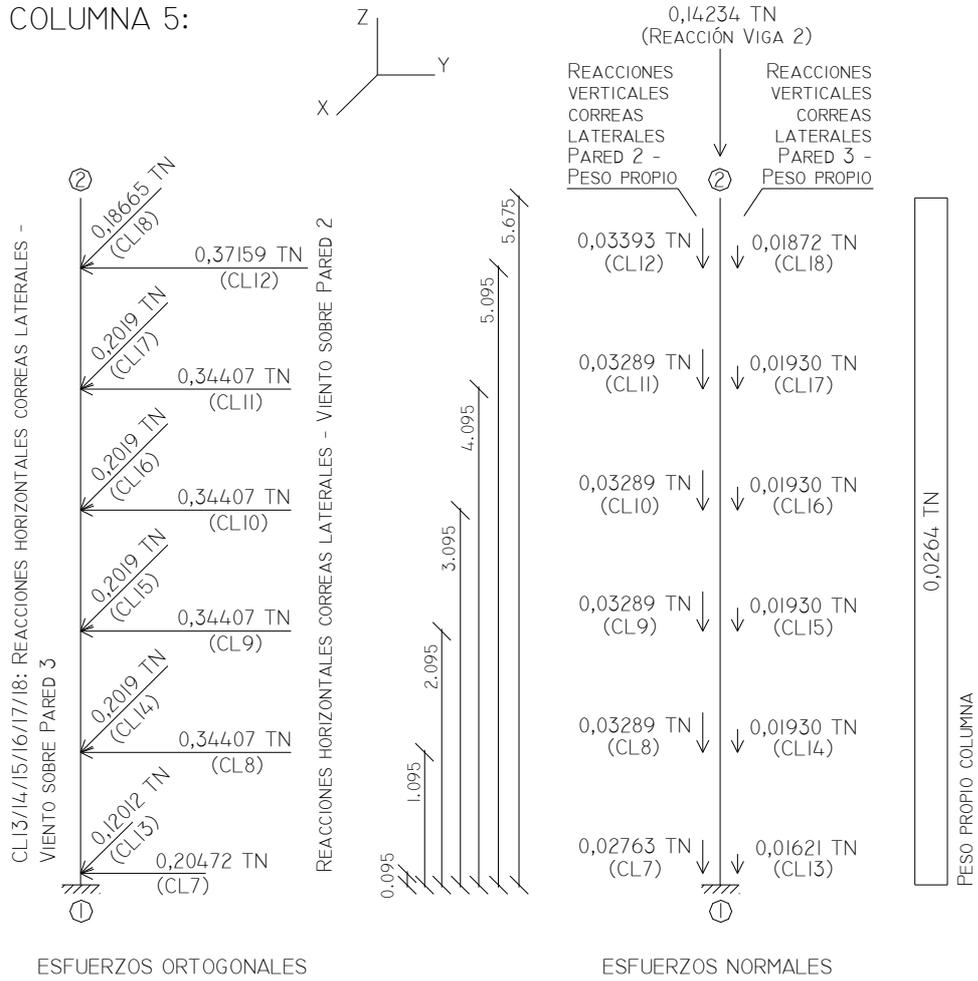
COLUMNA 4:



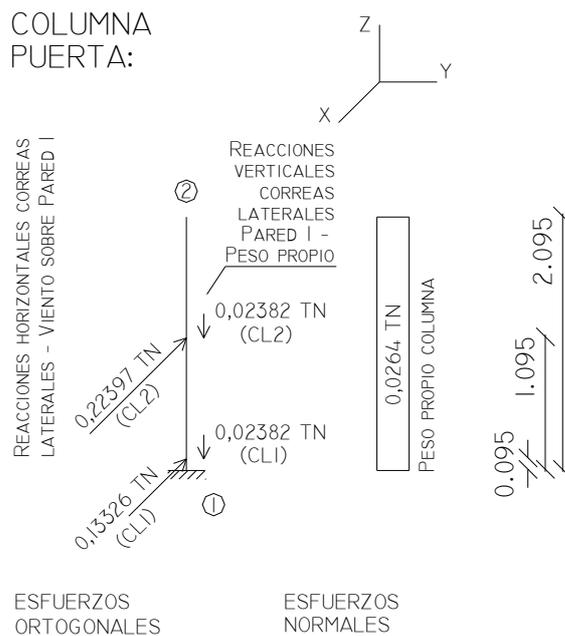
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

COLUMNA 5:



COLUMNA PUERTA:



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.5.4) Solicitaciones Columnas

9.2.5.4.1) Columna 1

**Esfuerzos normales:
ENTRADA DE DATOS**

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

*	Nro.	Coord-X	Coord-Y
	1	0	0
	2	0	5.675

NUMERO DE BARRAS 1

*	Nro.	Desde	Hasta
	1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

*	Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
	1	1	1	1
	2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

*	Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0
---	------	-------	-------	-------

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

*	Nro.	K-X	K-Y	K-0
---	------	-----	-----	-----

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

*	Desc.	B/Area	D/Inercia
	SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

*	Desc	Cuales
	ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

*	Desc.	Cuales
	SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 3

NUMERO DE HIPOTESIS 2

*	E1	E2	E3	E4	E5
* PP	1	1	0	0	0
* PP + V	1	0	1	0	0

ESTADO 1

* ACCION DEL PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 7

BARRA 1 UNIFORME
0.0264 -Y

BARRA 1 FUERZA
0.095 0.02763 -Y

BARRA 1 FUERZA
1.095 0.03289 -Y

BARRA 1 FUERZA
2.095 0.05978 -Y

BARRA 1 FUERZA
3.095 0.06112 -Y

BARRA 1 FUERZA
4.095 0.06112 -Y

BARRA 1 FUERZA
5.095 0.06052 -Y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

*	Nodo	F-X	F-Y	M-XY
---	------	-----	-----	------

ESTADO 2

* REACCION VIGA - PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

*	Nodo	F-X	F-Y	M-XY
	2	0	-0.11798	0

ESTADO 3

* REACCION VIGA - PESO PROPIO + VIENTO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

*	Nodo	F-X	F-Y	M-XY
	2	0	0.50585	0

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

	No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M							
	1	0.0000000	0.5708600	0.0000000							
x	0.0000	0.5675	1.1350	1.7025	2.2700	2.8375	3.4050	3.9725	4.5400	5.1075	5.6750
M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
N	-0.570	-0.528	-0.480	-0.465	-0.390	-0.375	-0.299	-0.284	-0.208	-0.132	-0.117
Q	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
@	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
f	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Viento en Pared 1:
ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico
 UNIDADES ENTRADA TON M GRAD
 UNIDADES SALIDA TON M GRAD
 NUMERO DE NODOS 2
 * Nro. Coord-X Coord-Y
 1 0 0
 2 0 5.675
 NUMERO DE BARRAS 1
 * Nro. Desde Hasta
 1 1 2
 NODOS RESTRINGIDOS 2
 * Nro. Rest-X Rest-Y Rest-0
 1 1 1 1
 2 0 0 0
 NODOS CON CEDIMIENTOS 0
 * Nro. Ced-X Ced-Y Ced-0
 NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0
 * Nro. K-X K-Y K-0
 SECCIONES DIFERENTES 1
 PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc. B/Area D/Inercia
 SECC1 .1 .1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc Cuales
 ACERO TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc. Cuales
 SECC1 TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

* E1 E2 E3 E4 E5
 1 0 0 0 0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 4

BARRA 1 FUERZA
 2.095 0.34085 +X
 BARRA 1 FUERZA
 3.095 0.29538 +X
 BARRA 1 FUERZA
 4.095 0.29538 +X
 BARRA 1 FUERZA
 5.095 0.25181 +X

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo F-X F-Y M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	-1.183420	0.000000	-4.120834

BARRA : 1 Long Original : 5.675 Long Deformada : 5.678

	x	y	z	u	v	w	x	y	z	u	v	w
x	0.0000	0.5675	1.1350	1.7025	2.2700	2.8375	3.4050	3.9725	4.5400	5.1075	5.6750	
M	-4.120	-3.449	-2.777	-2.106	-1.531	-1.053	-0.692	-0.381	-0.222	-0.093	0.0000	
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Q	-1.183	-1.183	-1.183	-1.183	-0.842	-0.842	-0.547	-0.547	-0.251	0.0000	0.0000	
@	0.0207	-0.682	-1.260	-1.714	-2.048	-2.288	-2.447	-2.547	-2.601	-2.630	-2.645	
y	0.0000	-0.003	-0.013	-0.027	-0.046	-0.068	-0.091	-0.116	-0.142	-0.167	-0.194	
f	0.0000	0.0160	0.0257	0.0302	0.0309	0.0288	0.0247	0.0193	0.0132	0.0067	0.0000	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Viento en Pared 2
ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.675

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-Z
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-Z
1			
2			

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-Z
1			
2			

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc Cuales
ACERO TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc. Cuales
SECC1 TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

* E1	E2	E3	E4	E5
1	0	0	0	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 6

BARRA 1 FUERZA
0.095 0.20472 +X
BARRA 1 FUERZA
1.095 0.34407 +X
BARRA 1 FUERZA
2.095 0.34407 +X
BARRA 1 FUERZA
3.095 0.34407 +X
BARRA 1 FUERZA
4.095 0.34407 +X
BARRA 1 FUERZA
5.095 0.37159 +X

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
1			
2			

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	-1.952590	0.0000000	-5.484146

	0.0000	0.5675	1.1350	1.7025	2.2700	2.8375	3.4050	3.9725	4.5400	5.1075	5.6750
x	0.0000	0.5675	1.1350	1.7025	2.2700	2.8375	3.4050	3.9725	4.5400	5.1075	5.6750
M	-5.484	-4.480	-3.547	-2.750	-2.051	-1.450	-0.985	-0.579	-0.348	-0.159	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-1.952	-1.747	-1.403	-1.403	-1.059	-1.059	-0.715	-0.715	-0.371	0.0000	0.0000
@	0.0572	-0.867	-1.609	-2.194	-2.636	-2.961	-3.184	-3.330	-3.414	-3.460	-3.487
y	0.0000	-0.004	-0.016	-0.035	-0.059	-0.087	-0.117	-0.150	-0.183	-0.217	-0.252
f	0.0000	0.0210	0.0338	0.0401	0.0412	0.0386	0.0334	0.0262	0.0180	0.0092	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.5.4.2) Columna 2

Esfuerzos normales:

ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.195

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 3

NUMERO DE HIPOTESIS 2

* E1	E2	E3	E4	E5
* PP				
	1	1	0	0
* PP + V				
	1	0	1	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 7

BARRA 1 UNIFORME

0.0264 -Y

BARRA 1 FUERZA

0.095 0.04384 -Y

BARRA 1 FUERZA

1.095 0.04765 -Y

BARRA 1 FUERZA

2.095 0.05072 -Y

BARRA 1 FUERZA

3.095 0.05206 -Y

BARRA 1 FUERZA

4.095 0.05146 -Y

BARRA 1 FUERZA

5.095 0.04665 -Y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY

ESTADO 2

* REACCION VIGA - PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	-0.10906	0

ESTADO 3

* REACCION VIGA - PESO PROPIO + VIENTO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	0.46966	0

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	0.5385880	0.0000000

x	0.0000	0.5195	1.0390	1.5585	2.0780	2.5975	3.1170	3.6365	4.1560	4.6755	5.1950
M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
N	-0.538	-0.481	-0.419	-0.405	-0.341	-0.327	-0.262	-0.248	-0.183	-0.169	-0.109
Q	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
@	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
f	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Viento en Pared 1:

ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.195

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc Cuales
ACERO TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc. Cuales
SECC1 TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

* E1	E2	E3	E4	E5
1	0	0	0	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 6

BARRA 1 FUERZA
0.095 0.13326 +X
BARRA 1 FUERZA
1.095 0.22397 +X
BARRA 1 FUERZA
2.095 0.29892 +X
BARRA 1 FUERZA
3.095 0.29538 +X
BARRA 1 FUERZA
4.095 0.29538 +X
BARRA 1 FUERZA
5.095 0.25181 +X

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	-1.498720	0.000000	-4.290898

x	0.0000	0.5195	1.0390	1.5585	2.0780	2.5975	3.1170	3.6365	4.1560	4.6755	5.1950
M	-4.290	-3.574	-2.876	-2.283	-1.706	-1.268	-0.846	-0.562	-0.293	-0.162	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-1.498	-1.365	-1.141	-1.141	-0.842	-0.842	-0.547	-0.547	-0.251	-0.251	0.0000
@	0.0254	-0.642	-1.190	-1.629	-1.968	-2.221	-2.399	-2.519	-2.591	-2.630	-2.646
y	0.0000	-0.002	-0.011	-0.024	-0.040	-0.059	-0.080	-0.102	-0.126	-0.149	-0.173
f	0.0000	0.0144	0.0234	0.0279	0.0289	0.0272	0.0236	0.0187	0.0128	0.0065	0.0000

Viento en Pared 5:

Idem "Columna 3 - Viento en Pared 5" (Ver 9.2.5.4.3)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.5.4.3) Columna 3

Esfuerzos normales:

ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.195

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 3

NUMERO DE HIPOTESIS 2

* E1 E2 E3 E4 E5

* PP	E1	E2	E3	E4	E5
	1	1	0	0	0
* PP + V					
	1	0	1	0	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 7

BARRA 1 UNIFORME

0.0264 -Y

BARRA 1 FUERZA

0.095 0.03078 -Y

BARRA 1 FUERZA

1.095 0.03664 -Y

BARRA 1 FUERZA

2.095 0.03664 -Y

BARRA 1 FUERZA

3.095 0.03664 -Y

BARRA 1 FUERZA

4.095 0.03664 -Y

BARRA 1 FUERZA

5.095 0.03128 -Y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY

ESTADO 2

* REACCION VIGA - PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	-0.04351	0

ESTADO 3

* REACCION VIGA - PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	0.14234	0

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	0.3892780	0.0000000

x	0.0000	0.5195	1.0390	1.5585	2.0780	2.5975	3.1170	3.6365	4.1560	4.6755	5.1950
M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
N	-0.389	-0.344	-0.294	-0.280	-0.230	-0.216	-0.166	-0.152	-0.102	-0.088	-0.043
Q	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
@	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
f	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

**Viento en Pared 5:
ENTRADA DE DATOS**

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.675

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

* E1	E2	E3	E4	E5
1	0	0	0	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 6

BARRA 1 FUERZA

0.095	0.14833	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

1.095	0.24929	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

2.095	0.24929	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

3.095	0.24929	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

4.095	0.24929	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

5.095	0.14957	+X
-------	---------	----

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	-1.295060	0.0000000	-3.363780

x	0.0000	0.5675	1.1350	1.7025	2.2700	2.8375	3.4050	3.9725	4.5400	5.1075	5.6750
M	-3.363	-2.704	-2.096	-1.586	-1.148	-0.780	-0.511	-0.285	-0.186	-0.110	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-1.295	-1.146	-0.897	-0.897	-0.648	-0.648	-0.398	-0.398	-0.149	0.0000	0.0000
@	0.0414	-0.521	-0.965	-1.307	-1.558	-1.737	-1.854	-1.928	-1.971	-1.998	-2.016
y	0.0000	-0.002	-0.009	-0.021	-0.035	-0.051	-0.069	-0.088	-0.107	-0.127	-0.147
f	0.0000	0.0122	0.0195	0.0229	0.0234	0.0218	0.0187	0.0146	0.0100	0.0051	0.0000

Viento en Pared 4:

Idem "Columna 4 - Viento en Pared 4" (Ver 9.2.5.4.4)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.5.4.4) Columna 4

Esfuerzos normales:
ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.364

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 3

NUMERO DE HIPOTESIS 2

* E1	E2	E3	E4	E5
* PP	1	1	0	0
* PP + V	1	0	1	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 7

BARRA 1 UNIFORME	0.0264	-Y
BARRA 1 FUERZA	0.095	0.02697 -Y
BARRA 1 FUERZA	1.095	0.03211 -Y
BARRA 1 FUERZA	2.095	0.03211 -Y
BARRA 1 FUERZA	3.095	0.03211 -Y
BARRA 1 FUERZA	4.095	0.03211 -Y
BARRA 1 FUERZA	5.095	0.02994 -Y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY

ESTADO 2

* REACCION VIGA - PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	-0.10633	0

ESTADO 3

* REACCION VIGA - PESO PROPIO + VIENTO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	0.47098	0

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	0.4332896	0.0000000

x	0.0000	0.5364	1.0728	1.6092	2.1456	2.6820	3.2184	3.7548	4.2912	4.8276	5.3640
M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
N	-0.433	-0.392	-0.345	-0.331	-0.285	-0.271	-0.225	-0.210	-0.164	-0.150	-0.106
Q	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
@	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
f	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

**Viento Pared 4:
ENTRADA DE DATOS**

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.3642

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

* E1	E2	E3	E4	E5
1	0	0	0	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 6

BARRA 1 FUERZA

0.095	0.07975	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

1.095	0.13404	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

2.095	0.13404	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

3.095	0.13404	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

4.095	0.13404	+X
-------	---------	----

BARRA 1 FUERZA

5.095	0.09175	+X
-------	---------	----

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	-0.707660	0.000000	-1.866377

x	0.0000	0.5364	1.0728	1.6092	2.1456	2.6821	3.2185	3.7549	4.2913	4.8277	5.3642
M	-1.866	-1.525	-1.195	-0.930	-0.687	-0.494	-0.322	-0.201	-0.116	-0.067	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-0.707	-0.627	-0.493	-0.493	-0.359	-0.359	-0.225	-0.225	-0.091	-0.091	0.0000
@	0.0149	-0.282	-0.521	-0.707	-0.848	-0.952	-1.022	-1.068	-1.095	-1.111	-1.119
y	0.0000	-0.001	-0.005	-0.010	-0.018	-0.026	-0.035	-0.045	-0.055	-0.066	-0.076
f	0.0000	0.0063	0.0102	0.0121	0.0124	0.0116	0.0100	0.0079	0.0054	0.0027	0.0000

Viento en Pared 3:

Idem "Columna 5 - Viento en Pared 3" (Ver 9.2.5.4.5)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.5.4.5) Columna 5

Esfuerzos normales:

ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.675

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 3

NUMERO DE HIPOTESIS 2

* E1	E2	E3	E4	E5
* PP				
	1	1	0	0
* PP + V				
	1	0	1	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 7

BARRA 1 UNIFORME	0.0264	-Y
BARRA 1 FUERZA	0.095	0.04384 -Y
BARRA 1 FUERZA	1.095	0.05219 -Y
BARRA 1 FUERZA	2.095	0.05219 -Y
BARRA 1 FUERZA	3.095	0.05219 -Y
BARRA 1 FUERZA	4.095	0.05219 -Y
BARRA 1 FUERZA	5.095	0.05265 -Y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY

ESTADO 2

* REACCION VIGA - PESO PROPIO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	-0.08531	0

ESTADO 3

* REACCION VIGA - PESO PROPIO + VIENTO

CARGAS EN BARRAS 0

NUMERO DE NODOS CARGADOS 1

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY
2	0	0.3541	0

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

	No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M							
	1	0.0000000	0.5403800	0.0000000							
x	0.0000	0.5675	1.1350	1.7025	2.2700	2.8375	3.4050	3.9725	4.5400	5.1075	5.6750
M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
N	-0.540	-0.481	-0.414	-0.399	-0.332	-0.317	-0.250	-0.235	-0.167	-0.100	-0.085
Q	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
@	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
f	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Viento en Pared 2:

Idem "Columna 1 - Viento en Pared 2" (Ver 9.2.5.4.1)

Viento Pared 3:

ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro.	Coord-X	Coord-Y
1	0	0
2	0	5.195

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro.	Desde	Hasta
1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
1	1	1	1
2	0	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc.	B/Area	D/Inercia
SECC1	.1	.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc	Cuales
ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc.	Cuales
SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

* E1	E2	E3	E4	E5
1	0	0	0	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 6

BARRA 1 FUERZA	0.095	0.12012	+X
BARRA 1 FUERZA	1.095	0.20190	+X
BARRA 1 FUERZA	2.095	0.20190	+X
BARRA 1 FUERZA	3.095	0.20190	+X
BARRA 1 FUERZA	4.095	0.20190	+X
BARRA 1 FUERZA	5.095	0.18665	+X

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo	F-X	F-Y	M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	-1.114370	0.000000	-3.058115

x	0.0000	0.5195	1.0390	1.5585	2.0780	2.5975	3.1170	3.6365	4.1560	4.6755	5.1950
M	-3.058	-2.535	-2.029	-1.617	-1.216	-0.909	-0.613	-0.411	-0.220	-0.123	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-1.114	-0.994	-0.792	-0.792	-0.590	-0.590	-0.388	-0.388	-0.186	-0.186	0.0000
@	0.0212	-0.453	-0.841	-1.151	-1.391	-1.572	-1.701	-1.788	-1.841	-1.871	-1.883
Y	0.0000	-0.002	-0.007	-0.017	-0.028	-0.042	-0.056	-0.072	-0.089	-0.106	-0.123
f	0.0000	0.0102	0.0166	0.0199	0.0206	0.0194	0.0169	0.0134	0.0092	0.0047	0.0000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.5.4.6) Columna Puerta

Columna Puerta:

ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

*	Nro.	Coord-X	Coord-Y
	1	0	0
	2	0	2.095

NUMERO DE BARRAS 1

*	Nro.	Desde	Hasta
	1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

*	Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
	1	1	1	0
	2	1	0	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

*	Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

*	Nro.	K-X	K-Y	K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

*	Desc.	B/Area	D/Inercia

SECC1 .1 .1

ASIGNACION DE MATERIALES

*	Desc	Cuales
	ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

*	Desc.	Cuales
	SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

*	E1	E2	E3	E4	E5
	1	0	0	0	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 5

BARRA 1 UNIFORME

.0264	-y
-------	----

BARRA 1 FUERZA

0.095	.13326	+X
-------	--------	----

BARRA 1 FUERZA

0.095	.02382	-Y
-------	--------	----

BARRA 1 FUERZA

1.095	.22397	+X
-------	--------	----

BARRA 1 FUERZA

1.095	.02382	-Y
-------	--------	----

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

*	Nodo	F-X	F-Y	M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	-0.234124	0.1029480	0.0000000
2	-0.123105	0.0000000	0.0000000

	x	y	z	u	v	w	x	y	z	u	v	w
x	0.0000	0.2095	0.4190	0.6285	0.8380	1.0475	1.2570	1.4665	1.6760	1.8855	2.0950	
M	0.0000	0.0295	0.0506	0.0717	0.0929	0.1140	0.0929	0.0671	0.0413	0.0155	0.0000	
N	-0.102	-0.073	-0.068	-0.062	-0.057	-0.051	-0.022	-0.016	-0.011	-0.005	0.0000	
Q	-0.234	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	0.1231	0.1231	0.1231	0.1231	0.1231	0.1231	
@	-0.020	-0.019	-0.016	-0.012	-0.006	0.0000	0.0075	0.0129	0.0167	0.0186	0.0189	
Y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
f	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.5.5) Dimensionamiento de las columnas****9.2.5.5.1) Dimensionamiento Columna 1**

$$l = 5,675 \text{ m}$$

$$N_0 = 1,17 \text{ KN}$$

$$M_y = 54,84 \text{ KNm}$$

$$N_1 = 5,71 \text{ KN}$$

$$M_x = 41,21 \text{ KNm}$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{1 + 0,88 \cdot \frac{N_0}{N_1}}{1,88}} = 0,79$$

$$S_{kx} = S_{ky} = l \cdot \varphi = 4,50 \text{ m}$$

Adopto 2 UPN100

$$b = 10,00 \text{ cm}$$

$$I_y \text{ conj.} = 379,97 \text{ cm}^4$$

$$a = 6,90 \text{ cm}$$

$$W_x = 41,20 \text{ cm}^3$$

$$A = 13,50 \text{ cm}^2$$

$$W_x \text{ conj.} = 82,40 \text{ cm}^3$$

$$A \text{ conj.} = 27,00 \text{ cm}^2$$

$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 206,00 \text{ cm}^4$$

$$W_y \text{ conj.} = 44,97 \text{ cm}^3$$

$$I_x \text{ conj.} = 412,00 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 3,91 \text{ cm}$$

$$I_y = 29,30 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 3,75 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = S_{kx} / i_x = 115,00$$

$$\omega = 2,56$$

$$\lambda_y = S_{ky} / i_y = 119,87$$

$$\omega = 2,78$$

$$\sigma = \omega \cdot \frac{N_1}{A} = 0,59 \text{ KN / cm}^2 < 1,6 \text{ KN / cm}^2 \text{ B.C.}$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = 0,71 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = 1,43 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.5.5.2) Dimensionamiento Columna 2**

$$l = 5,195 \text{ m}$$

$$N_0 = 1,09 \text{ KN} \quad M_y = 33,64 \text{ KNm}$$

$$N_1 = 5,39 \text{ KN} \quad M_x = 42,91 \text{ KNm}$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{1 + 0,88 \cdot \frac{N_0}{N_1}}{1,88}} = 0,79$$

$$S_{kx} = S_{ky} = l \times \varphi = 4,11 \text{ m}$$

Adopto 2 UPN100

$$b = 10,00 \text{ cm}$$

$$I_y \text{ conj.} = 379,97 \text{ cm}^4$$

$$a = 6,90 \text{ cm}$$

$$W_x = 41,20 \text{ cm}^3$$

$$A = 13,50 \text{ cm}^2$$

$$W_x \text{ conj.} = 82,40 \text{ cm}^3$$

$$A \text{ conj.} = 27,00 \text{ cm}^2$$

$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 206,00 \text{ cm}^4$$

$$W_y \text{ conj.} = 44,97 \text{ cm}^3$$

$$I_x \text{ conj.} = 412,00 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 3,91 \text{ cm}$$

$$I_y = 29,30 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 3,75 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = S_{kx} / i_x = 105,17$$

$$\omega = 2,32$$

$$\lambda_y = S_{ky} / i_y = 109,62$$

$$\omega = 2,43$$

$$\sigma = \omega \cdot \frac{N_1}{A} = 0,49 \text{ KN / cm}^2 < 1,6 \text{ KN / cm}^2 \text{ B.C.}$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = 0,72 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = 0,95 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.5.5.3) Dimensionamiento Columna 3**

$$l = 5,195 \text{ m}$$

$$N_0 = 0,43 \text{ KN} \quad M_y = 46,83 \text{ KNm} = C3P5 + 0,747 \cdot (C3P4)$$

$$N_1 = 3,89 \text{ KN} \quad M_x = 13,19 \text{ KNm} = 0,747 \cdot (C3P4)$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{1 + 0,88 \cdot \frac{N_0}{N_1}}{1,88}} = 0,76$$

$$S_{kx} = S_{ky} = l \times \varphi = 3,97 \text{ m}$$

Adopto 2 UPN100

$$b = 10,00 \text{ cm}$$

$$I_y \text{ conj.} = 379,97 \text{ cm}^4$$

$$a = 6,90 \text{ cm}$$

$$W_x = 41,20 \text{ cm}^3$$

$$A = 13,50 \text{ cm}^2$$

$$W_x \text{ conj.} = 82,40 \text{ cm}^3$$

$$A \text{ conj.} = 27,00 \text{ cm}^2$$

$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 206,00 \text{ cm}^4$$

$$W_y \text{ conj.} = 44,97 \text{ cm}^3$$

$$I_x \text{ conj.} = 412,00 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 3,91 \text{ cm}$$

$$I_y = 29,30 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 3,75 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = S_{kx} / i_x = 101,51$$

$$\omega = 2,23$$

$$\lambda_y = S_{ky} / i_y = 105,80$$

$$\omega = 2,32$$

$$\sigma = \omega \cdot \frac{N_1}{A} = 0,33 \text{ KN / cm}^2 < 1,6 \text{ KN / cm}^2 \text{ B.C.}$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = 0,30 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = 1,19 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.5.5.4) Dimensionamiento Columna 4**

$$l = 5,364 \text{ m}$$

$$N_0 = 1,06 \text{ KN} \quad M_y = 13,19 \text{ KNm} = 0,747 \cdot (C4P4)$$

$$N_1 = 4,33 \text{ KN} \quad M_x = 43,77 \text{ KNm} = C5P3 + 0,747 \cdot (C4P4)$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{1 + 0,88 \cdot \frac{N_0}{N_1}}{1,88}} = 0,80$$

$$S_{kx} = S_{ky} = l \times \varphi = 4,31 \text{ m}$$

Adopto 2 UPN100

$$b = 10,00 \text{ cm}$$

$$I_x \text{ conj.} = 379,97 \text{ cm}^4$$

$$a = 6,90 \text{ cm}$$

$$W_y = 41,20 \text{ cm}^3$$

$$A = 13,50 \text{ cm}^2$$

$$W_y \text{ conj.} = 82,40 \text{ cm}^3$$

$$A \text{ conj.} = 27,00 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 206,00 \text{ cm}^4$$

$$W_x \text{ conj.} = 44,97 \text{ cm}^3$$

$$I_y \text{ conj.} = 412,00 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 3,91 \text{ cm}$$

$$I_x = 29,30 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 3,75 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = S_{ky} / i_y = 110,31$$

$$\omega = 2,43$$

$$\lambda_x = S_{kx} / i_x = 114,97$$

$$\omega = 2,30$$

$$\sigma = \omega \cdot \frac{N_1}{A} = 0,39 \text{ KN / cm}^2 < 1,6 \text{ KN / cm}^2 \text{ B.C.}$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = 1,13 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = 0,32 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.5.5.5) Dimensionamiento Columna 5**

$$l = 5,675 \text{ m}$$

$$N_0 = 0,85 \text{ KN} \quad M_y = 54,84 \text{ KNm}$$

$$N_1 = 5,40 \text{ KN} \quad M_x = 30,58 \text{ KNm}$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{1 + 0,88 \cdot \frac{N_0}{N_1}}{1,88}} = 0,78$$

$$S_{kx} = S_{ky} = l \times \varphi = 4,42 \text{ m}$$

Adopto 2 UPN100

$$b = 10,00 \text{ cm}$$

$$I_y \text{ conj.} = 379,97 \text{ cm}^4$$

$$a = 6,90 \text{ cm}$$

$$W_x = 41,20 \text{ cm}^3$$

$$A = 13,50 \text{ cm}^2$$

$$W_x \text{ conj.} = 82,40 \text{ cm}^3$$

$$A \text{ conj.} = 27,00 \text{ cm}^2$$

$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 206,00 \text{ cm}^4$$

$$W_y \text{ conj.} = 44,97 \text{ cm}^3$$

$$I_x \text{ conj.} = 412,00 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 3,91 \text{ cm}$$

$$I_y = 29,30 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 3,75 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = S_{kx} / i_x = 112,95$$

$$\omega = 2,51$$

$$\lambda_y = S_{ky} / i_y = 117,72$$

$$\omega = 2,69$$

$$\sigma = \omega \cdot \frac{N_1}{A} = 0,54 \text{ KN / cm}^2 < 1,6 \text{ KN / cm}^2 \text{ B.C.}$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = 0,57 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = 1,42 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.5.5.6) Dimensionamiento Columna Puerta**

$$l = 2,095 \text{ m}$$

$$N_0 = 0 \text{ KN} \quad M_y = 0 \text{ KNm}$$

$$N_1 = 1,02 \text{ KN} \quad M_x = 1,14 \text{ KNm}$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{1 + 0,88 \cdot \frac{N_0}{N_1}}{1,88}} = 0,73$$

$$S_{kx} = S_{ky} = l \times \varphi = 1,53 \text{ m}$$

Adopto 2 UPN100

$$b = 10,00 \text{ cm}$$

$$I_y \text{ conj.} = 379,97 \text{ cm}^4$$

$$a = 6,90 \text{ cm}$$

$$W_x = 41,20 \text{ cm}^3$$

$$A = 13,50 \text{ cm}^2$$

$$W_x \text{ conj.} = 82,40 \text{ cm}^3$$

$$A \text{ conj.} = 27,00 \text{ cm}^2$$

$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 206,00 \text{ cm}^4$$

$$W_y \text{ conj.} = 44,97 \text{ cm}^3$$

$$I_x \text{ conj.} = 412,00 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 3,91 \text{ cm}$$

$$I_y = 29,30 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 3,75 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = S_{kx} / i_x = 39,08$$

$$\omega = 2,51$$

$$\lambda_y = S_{ky} / i_y = 40,73$$

$$\omega = 2,69$$

$$\sigma = \omega \cdot \frac{N_1}{A} = 0,10 \text{ KN / cm}^2 < 1,6 \text{ KN / cm}^2 \text{ B.C.}$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = 0,05 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = 0,04 \text{ KN / cm}^2 < \sigma_{adm}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.6) Bases

T = 1,44 KN (con acción del viento)
 C = 5,71 KN (sin acción del viento)
 Q (corte) = 22,83 KN

9.2.6.1) Cálculo de la placa de la base

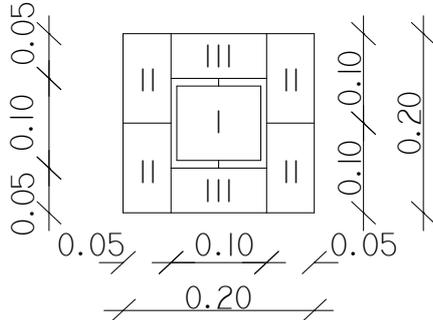
Compresión de la placa de asiento

σ adm. H° = 50 Kg / cm²
 σ adm. acero = 1600 Kg / cm²
 τ adm. Acero = 900 Kg / cm²
 $A_{nec.} = \frac{C}{\sigma_{adm}} = 114,20 \text{ cm}^2$

$A = a \cdot b \geq A_{nec.}$

Adopto: a = 20 cm
 b = 20 cm
 A = 400 cm² > A_{nec.}

La sección es:

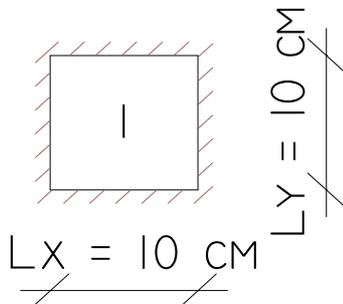


Dimensionamiento pernos

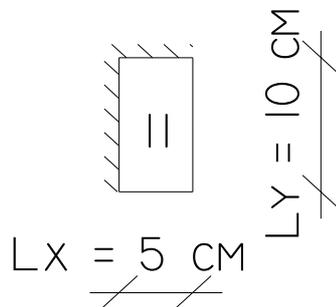
A_{nec.} pernos (T): 0,09 cm²
 A_{nec.} pernos (Q): 2,54 cm²
 Adopto 4 pernos ϕ 11,11 (7/16")
 A_{adop.} pernos: 9,69 cm²

9.2.6.2) Dimensionamiento espesor placa (columna comprimida)

Losa I:



$l_x = 10 \text{ cm}$
 $l_y = 10 \text{ cm}$
 $l = l_y / l_x = 1$
 $\eta_{ey} = 0,0515$ (Tabla 20 Erturk)
 $\sigma_{\text{trab.}} = C / A = 0,01 \text{ KN/cm}^2$
 $Q = \sigma_{\text{trab.}} \cdot l_x \cdot l_y = 1,43 \text{ KN}$
 $M = \eta_{ey} \cdot Q = 0,0735 \text{ KNcm}$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**Losa II:

$$lx = 5 \text{ cm}$$

$$ly = 10 \text{ cm}$$

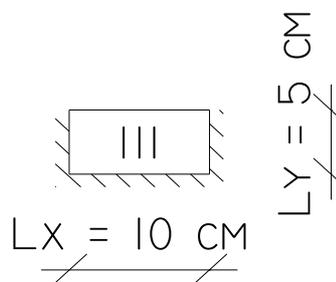
$$l = ly / lx = 2$$

$$\eta_{ey} = 0,0595 \quad (\text{Tabla 15 Erturk})$$

$$\sigma_{\text{trab.}} = C / A = 0,01 \quad \text{Kg / cm}^2$$

$$Q = \sigma_{\text{trab.}} \cdot lx \cdot ly = 0,71 \quad \text{KN}$$

$$M = \eta_{ey} \cdot Q = 0,0425 \quad \text{KNcm}$$

Losa III:

$$lx = 10 \text{ cm}$$

$$ly = 5 \text{ cm}$$

$$l = ly / lx = 0,5$$

$$\eta_{ey} = 0,104 \quad (\text{Tabla 15 Erturk})$$

$$\sigma_{\text{trab.}} = C / A = 0,01 \quad \text{Kg / cm}^2$$

$$Q = \sigma_{\text{trab.}} \cdot lx \cdot ly = 0,71 \quad \text{KN}$$

$$M = \eta_{ey} \cdot Q = 0,0742 \quad \text{KNcm}$$

$$b \cdot h^2 / 6 = e^2 \cdot 1 \text{ cm} / 6 = W_{nec} \geq M / \sigma_{adm}$$

$$e = \sqrt{M \cdot 6 / \sigma_{adm}} = 0,17 \text{ cm}$$

$$\text{Adopto } e = 0,95 \text{ cm (3/8")}$$

9.2.6.3) Verificación placa traccionada1) Punzonado

$$\text{Adopto } \phi \text{ arandela} = 2 \quad \phi \text{ pernos} = 2,22 \text{ cm}$$

$$T_1 \text{ perno} = T / N^{\circ} \text{ pernos} = 36,00 \text{ Kg}$$

$$T_{\text{punzonado}} = T_1 \text{ perno} / \pi \cdot \phi_{\text{arandela}} \cdot e = 5,43 \text{ Kg / cm}^2 < \tau_{adm} \quad \text{B.C.}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.2.7) Escalera

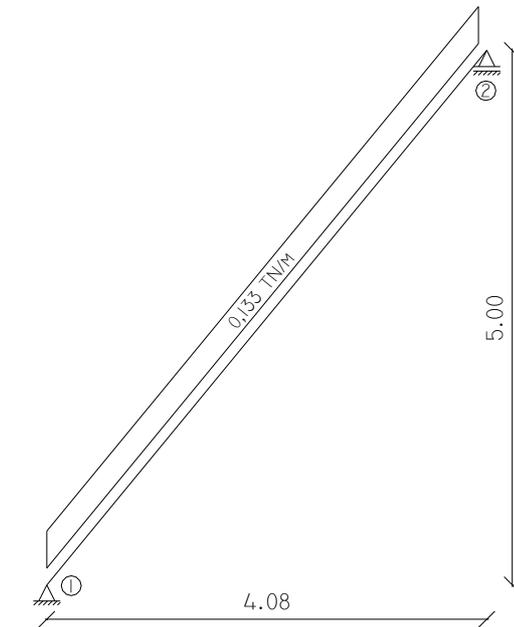
9.2.7.1) Análisis de cargas

Perímetro escalón =	1,91 m
24 escalones =	45,84 m
Superficie escalón =	0,15 m ²
24 escalones =	3,48 m ²
Longitud UPN 160 =	6,70 m
2 UPN 160 =	13,40 m
Superficie escalera =	5,70 m ²

MATERIAL	UNITARIO (KN/M)	PESO TOTAL	PESO/m ² (KN/m ²)
Perfil L 32x32x3,2	0,02	0,71	0,12
Metal desplegado (KN/m ²)	0,18	0,64	0,11
UPN 160	0,19	2,52	0,44
SOBRECARGA (KN/m ²)	4,00	13,92	2,44
CARGA TOTAL			3,12

Peso por metro lineal para dimensionar UPN = 1,33 KN/m

9.2.7.2) Solicitaciones



ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico
 UNIDADES ENTRADA TON M GRAD
 UNIDADES SALIDA TON M GRAD
 NUMERO DE NODOS 2

```

*   Nro.   Coord-X   Coord-Y
    1       0         0
    2      4.08       5

NUMERO DE BARRAS 1
*   Nro.   Desde     Hasta
    1       1         2

NODOS RESTRINGIDOS 2
*   Nro.   Rest-X   Rest-Y   Rest-0
    1       1         1         0
    2       0         1         0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0
*   Nro.   Ced-X    Ced-Y    Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0
*   Nro.   K-X     K-Y     K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS
*   Desc.  B/Area  D/Inercia  Mp+  Mp-
    SECC1  0.1     0.1

ASIGNACION DE MATERIALES
*   Desc  Cuales
    ACERO TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS
*   Desc.  Cuales
    SECC1  TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1
    
```

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

NUMERO DE HIPOTESIS 1

*	E1	E2	E3	E4	E5
	1	0	0	0	0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 1

BARRA 1 UNIFORME

0.133 -Y

NUMERO DE NODOS CARGADOS 0

* Nodo F-X F-Y M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

	No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
	1	0.0000000	0.4291512	0.0000000
	2	0.0000000	0.4291512	0.0000000

x	0.0000	0.6453	1.2906	1.9360	2.5813	3.2267	3.8720	4.5173	5.1627	5.8080	6.4534
M	0.0000	0.1575	0.2801	0.3676	0.4202	0.4377	0.4202	0.3676	0.2801	0.1575	0.0000
N	-0.332	-0.266	-0.199	-0.133	-0.066	0.0000	0.0665	0.1330	0.1995	0.2660	0.3325
Q	-0.271	-0.217	-0.162	-0.108	-0.054	0.0000	0.0542	0.1085	0.1627	0.2170	0.2713
@	-0.308	-0.290	-0.244	-0.175	-0.091	0.0000	0.0912	0.1750	0.2440	0.2909	0.3081
Y	0.0000	-0.003	-0.006	-0.008	-0.010	-0.010	-0.010	-0.008	-0.006	-0.003	0.0000
f	0.0000	-0.003	-0.006	-0.008	-0.010	-0.010	-0.010	-0.008	-0.006	-0.003	0.0000

9.2.7.3) Dimensionamiento viga de escalera

M = 43770 Kgcmm Longitud = 6,70 m
 Q = 271,30 Kg

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = 43770 \text{ kgcm} / 1600 \text{ kg/cm}^2 = 27,36 \text{ cm}^3$$

Adopto $W_x = 116,00 \text{ cm}^3$ $I_y = 85,30 \text{ cm}^4$
 Perfil UPN 160: $W_y = 18,30 \text{ cm}^3$ $G = 18,80 \text{ Kg/m}$
 $I_x = 925,00 \text{ cm}^4$ $A = 24,00 \text{ cm}^2$

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

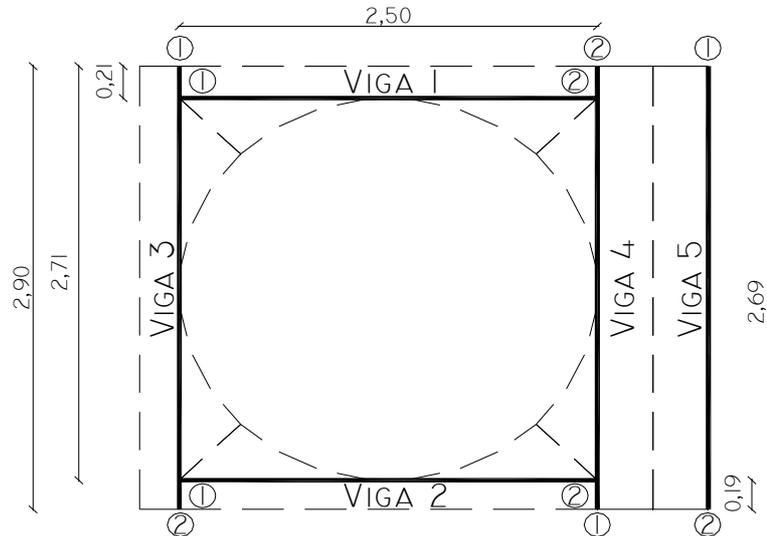
$$\sigma = 377,33 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = Q/A = 11,30 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de flecha (sentido y-y):

q = 133 Kg/m
 $f_{adm} = 1/300 = 2,23 \text{ cm}$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 1,80 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.8) Entrepiso metálico****9.2.8.1) Esquema y análisis de cargas**

Peso perfil L 51x51x3,2 =	2,52 Kg/m
Peso metal desplegado	18,25 kg/m ²
Peso UPN 80 =	8,64 Kg/m
Sobrecarga =	400,00 kg/m ²

9.2.8.1.1) Viga 1

Perímetro =	5,92 m
Superficie =	0,86 m ²
Longitud viga =	2,50 m
Carga =	157,96 Kg/m

9.2.8.1.2) Viga 2

Perímetro =	5,88 m
Superficie =	0,81 m ²
Longitud viga =	2,50 m
Carga =	150,72 Kg/m

9.2.8.1.3) Viga 3

Perímetro =	6,77 m
Superficie =	1,02 m ²
Longitud viga =	2,90 m

Carga =	161,94 Kg/m			
Reacción V1 =	197,45 Kg	x=	0,21 m	(Ver 9.2.8.2.1)
Reacción V2 =	188,40 Kg	x=	2,71 m	(Ver 9.2.8.2.2)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.2.8.1.4) Viga 4**

Perímetro =	6,96 m			
Superficie =	1,30 m ²			
Longitud viga =	2,90 m			
Carga =	201,76 Kg/m			
Reacción V1 =	197,45 Kg	x=	2,69 m	(Ver 9.2.8.2.1)
Reacción V2 =	188,40 Kg	x=	0,19 m	(Ver 9.2.8.2.2)

9.2.8.1.5) Viga 5

Perímetro =	6,46 m
Superficie =	0,96 m ²
Longitud viga =	2,90 m
Carga =	152,96 Kg/m

9.2.8.2) *Solicitaciones***9.2.8.2.1) Viga 1**

$$M = (q \cdot l^2)/8 = 0,1234 \text{ TNm}$$

$$Q = (q \cdot l)/2 = 0,19745 \text{ TN}$$

$$R1 = R2 = (q \cdot l)/2 = 0,19745 \text{ TN}$$

9.2.8.2.2) Viga 2

$$M = (q \cdot l^2)/8 = 0,11775 \text{ TNm}$$

$$Q = (q \cdot l)/2 = 0,1884 \text{ TN}$$

$$R1 = R2 = (q \cdot l)/2 = 0,1884 \text{ TN}$$

9.2.8.2.3) Viga 3**ENTRADA DE DATOS**

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

*	Nro.	Coord-X	Coord-Y
	1	0	0
	2	2.9	0

NUMERO DE BARRAS 1

*	Nro.	Desde	Hasta
	1	1	2

NODOS RESTRINGIDOS 2

*	Nro.	Rest-X	Rest-Y	Rest-0
	1	1	1	0
	2	0	1	0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

*	Nro.	Ced-X	Ced-Y	Ced-0
---	------	-------	-------	-------

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

*	Nro.	K-X	K-Y	K-0
---	------	-----	-----	-----

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

*	Desc.	B/Area	D/Inercia	Mp+	Mp-
	SECC1	0.1	0.1		

ASIGNACION DE MATERIALES

*	Desc	Cuales
	ACERO	TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

*	Desc.	Cuales
	SECC1	TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

*	E1	E2	E3	E4	E5
	1	0	0	0	0

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 3
BARRA 1 UNIFORME
0.16194 -Y
BARRA 1 FUERZA

0.21 0.19745 -Y
BARRA 1 FUERZA
2.71 0.18840 -Y
NUMERO DE NODOS CARGADOS 0
* Nodo F-X F-Y M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

	No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M								
	1	0.0000000	0.4303083	0.0000000								
	2	0.0000000	0.4251676	0.0000000								
x		0.0000	0.2900	0.5800	0.8700	1.1600	1.4500	1.7400	2.0300	2.3200	2.6100	2.9000
M		0.0000	0.0893	0.1364	0.1699	0.1897	0.1960	0.1886	0.1676	0.1330	0.0848	0.0000
N		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q		-0.430	-0.185	-0.138	-0.091	-0.045	0.0019	0.0489	0.0958	0.1428	0.1898	0.4251
@		-0.065	-0.060	-0.050	-0.035	-0.018	0.0000	0.0186	0.0356	0.0500	0.0604	0.0645
Y		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
f		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

9.2.8.2.4) Viga 4

ENTRADA DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico

UNIDADES ENTRADA TON M GRAD

UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2

* Nro. Coord-X Coord-Y
1 0 0
2 2.9 0

NUMERO DE BARRAS 1

* Nro. Desde Hasta
1 1 2

NODOS RESTRINGIDOS 2

* Nro. Rest-X Rest-Y Rest-0
1 1 1 0
2 0 1 0

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro. Ced-X Ced-Y Ced-0

NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0

* Nro. K-X K-Y K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS

* Desc. B/Area D/Inercia Mp+ Mp-
SECC1 0.1 0.1

ASIGNACION DE MATERIALES

* Desc Cuales
ACERO TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS

* Desc. Cuales
SECC1 TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1

* E1 E2 E3 E4 E5
1 0 0 0 0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 3

BARRA 1 UNIFORME
.20176 -Y
BARRA 1 FUERZA
.19 .18840 -Y
BARRA 1 FUERZA
2.69 .19745 -Y
NUMERO DE NODOS CARGADOS 0
* Nodo F-X F-Y M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

	No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
	1	0.0000000	0.4829066	0.0000000
	2	0.0000000	0.4880473	0.0000000

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

x	0.0000	0.2900	0.5800	0.8700	1.1600	1.4500	1.7400	2.0300	2.3200	2.6100	2.9000
M	0.0000	0.1042	0.1641	0.2071	0.2332	0.2422	0.2343	0.2094	0.1675	0.1087	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-0.482	-0.235	-0.177	-0.118	-0.060	-0.001	0.0565	0.1150	0.1735	0.2320	0.4880
@	-0.080	-0.074	-0.061	-0.043	-0.022	0.0000	0.0225	0.0437	0.0617	0.0750	0.0805
Y	0.0000	0.0000	0.0000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.0000	0.0000	0.0000
f	0.0000	0.0000	0.0000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.0000	0.0000	0.0000

9.2.8.2.5) Viga 5

$M = (q \cdot l^2)/8 = 0,1608 \text{ TNm}$

$Q = (q \cdot l)/2 = 0,2218 \text{ TN}$

$R1 = R2 = (q \cdot l)/2 = 0,2218 \text{ TN}$

9.2.8.3) *Dimensionamiento vigas entrepiso*

9.2.8.3.1) Viga 1

M = 12340 Kgc
 Q = 197,45 Kg
 Longitud = 2,50 m

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = \frac{12340 \text{ kgcm}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = 7,71 \text{ cm}^3$$

Adopto perfil UPN 80:

Wx = 26,50 cm³
 Wy = 6,36 cm³
 Ix = 106,00 cm⁴
 Iy = 19,40 cm⁴
 G = 8,64 Kg/m
 A = 11,00 cm²

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma = 465,66 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

$\tau = Q/A = 17,95 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$

Verificación de flecha (sentido y-y):

$f_{adm} = l / 300 = 0,83 \text{ cm}$

$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 0,36 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$

9.2.8.3.2) Viga 2

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

$$M = 11775 \text{ Kgcm}$$

$$Q = 188,40 \text{ Kg}$$

$$\text{Longitud} = 2,50 \text{ m}$$

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = 11775 \text{ kgcm} / 1600 \text{ kg/cm}^2 = 7,36 \text{ cm}^3$$

Adopto perfil UPN 80:

$$W_x = 26,50 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 6,36 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 106,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 19,40 \text{ cm}^4$$

$$G = 8,64 \text{ Kg/m}$$

$$A = 11,00 \text{ cm}^2$$

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 444,34 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = Q/A = 17,13 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de flecha (sentido y-y):

$$f_{adm} = 1/300 = 0,83 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 0,34 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

9.2.8.3.3) Viga 3

$$M = 19600 \text{ Kgcm}$$

$$Q = 430,00 \text{ Kg}$$

$$\text{Longitud} = 2,90 \text{ m}$$

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = 19600 \text{ kgcm} / 1600 \text{ kg/cm}^2 = 12,25 \text{ cm}^3$$

Adopto perfil UPN 80:

$$W_x = 26,50 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 6,36 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 106,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 19,40 \text{ cm}^4$$

$$G = 8,64 \text{ Kg/m}$$

$$A = 11,00 \text{ cm}^2$$

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 739,62 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = Q/A = 39,09 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****Verificación de flecha (sentido y-y):**

$$f_{adm} = 1 / 300 = 0,97 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 0,67 \text{ cm} \quad (\text{Debida a carga repartida})$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,03 \text{ cm} \quad (\text{Debida a reacción V1})$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,03 \text{ cm} \quad (\text{Debida a reacción V2})$$

$$f_{total} = 0,73 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

9.2.8.3.4) Viga 4

$$M = 24220 \text{ Kgcm}$$

$$Q = 488,00 \text{ Kg}$$

$$\text{Longitud} = 2,90 \text{ m}$$

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = 24220 \text{ kgcm} / 1600 \text{ kg/cm}^2 = 15,14 \text{ cm}^3$$

Adopto perfil UPN 80:

$$W_x = 26,50 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 6,36 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 106,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 19,40 \text{ cm}^4$$

$$G = 8,64 \text{ Kg/m}$$

$$A = 11,00 \text{ cm}^2$$

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 913,96 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = Q/A = 44,36 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****Verificación de flecha (sentido y-y):**

$$f_{adm} = 1 / 300 = 0,97 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 0,83 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,03 \text{ cm} \quad \text{(Debida a reacción V1)}$$

$$f = \frac{P}{3EI_x} \frac{c^2 c_1^2}{l} = 0,03 \text{ cm} \quad \text{(Debida a reacción V2)}$$

$$f \text{ total} = 0,89 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

9.2.8.3.5) Viga 5

$$M = 16080 \text{ Kgcm}$$

$$Q = 221,80 \text{ Kg}$$

$$\text{Longitud} = 2,90 \text{ m}$$

$$W_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}} = 16080 \text{ kgcm} / 1600 \text{ kg/cm}^2 = 10,05 \text{ cm}^3$$

Adopto perfil UPN 80:

$$W_x = 26,50 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 6,36 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 106,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 19,40 \text{ cm}^4$$

$$G = 8,64 \text{ Kg/m}$$

$$A = 11,00 \text{ cm}^2$$

Verificación de tensiones:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 606,79 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = Q/A = 20,16 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{adm} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de flecha (sentido y-y):

$$f_{adm} = 1 / 300 = 0,97 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI_x} = 0,63 \text{ cm} \quad \text{B.C.}$$

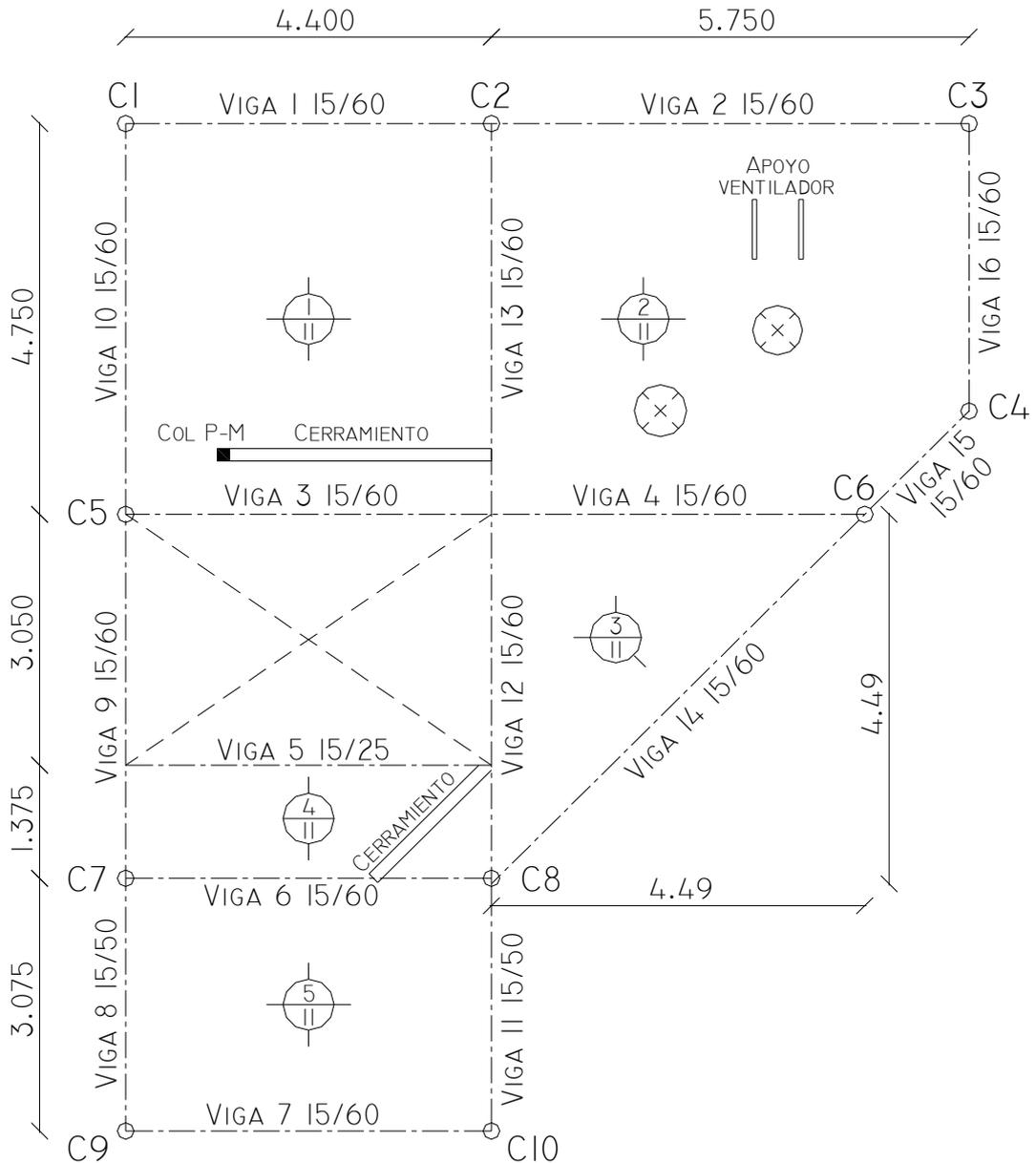
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3) Estructura de Hormigón Armado

9.3.1) Losas

9.3.1.1) Esquema estático



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.3.1.2) Análisis de cargas****LOSA N° 1**

$$l_y \text{ (cm)} = 475,00$$

$$l_x \text{ (cm)} = 440,00$$

$$l = l_y / l_x = 1,08$$

$$a = 1,00$$

$$l_i \text{ (cm)} = a \cdot l_x = 440,00$$

$$h \text{ (cm)} = l_i / 55 = 8,00$$

$$d \text{ (cm)} = h + 2 \text{ cm.} = 10,00$$

ADOPTO: 11,00 cm (para homogeneización)**LOSA N° 2**

$$l_y \text{ (cm)} = 575,00$$

$$l_x \text{ (cm)} = 475,00$$

$$l = l_y / l_x = 1,21$$

$$a = 1,00$$

$$l_i \text{ (cm)} = a \cdot l_x = 475,00$$

$$h \text{ (cm)} = l_i / 55 = 8,64$$

$$d \text{ (cm)} = h + 2 \text{ cm.} = 10,64$$

ADOPTO: 11,00 cm**LOSA N° 3**

$$l_y \text{ (cm)} = 449,00$$

$$l_x \text{ (cm)} = 449,00$$

$$l = l_y / l_x = 1,00$$

$$a = 1,00$$

$$l_i \text{ (cm)} = a \cdot l_x = 449,00$$

$$h \text{ (cm)} = l_i / 50 = 8,98$$

$$d \text{ (cm)} = h + 2 \text{ cm.} = 10,98$$

ADOPTO: 11,00 cm**LOSA N° 4**

$$l_y \text{ (cm)} = 440,00$$

$$l_x \text{ (cm)} = 145,00$$

$$l = l_y / l_x = 3,03$$

$$a = 1,00$$

$$l_i \text{ (cm)} = a \cdot l_x = 145,00$$

$$h \text{ (cm)} = l_i / 35 = 4,14$$

$$d \text{ (cm)} = h + 2 \text{ cm.} = 6,14$$

ADOPTO: 11,00 cm (para homogeneización)

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****LOSA N° 5**

$$ly \text{ (cm)} = 440,00$$

$$lx \text{ (cm)} = 307,50$$

$$l = ly / lx = 1,43$$

$$a = 1,00$$

$$li \text{ (cm)} = a \cdot lx = 307,50$$

$$h \text{ (cm)} = li / 50 = 6,15$$

$$d \text{ (cm)} = h + 2 \text{ cm.} = 8,15$$

ADOPTO: 11,00 cm (para homogeneización)**CARGA DE CALCULO LOSAS**

MATERIAL	ESPESOR (m)	PESO ESP. (KN/m ³)	PESO/m ² (KN/m ²)
BALDOSA	0,01	20	0,2
MORTERO ALISADO	0,02	19	0,38
HORM. POBRE	0,10	18	1,8
HORM. ARMADO	0,11	24	2,64
CIELORRASO DE CAL	1,50	0,19	0,285
(Espesor cielorraso en cm)			
CARGA GRAV.			5,305
SOBRECARGA			3
CARGA TOTAL			8,305

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.1.3) Solicitaciones

9.3.1.3.1) Losa N° 1

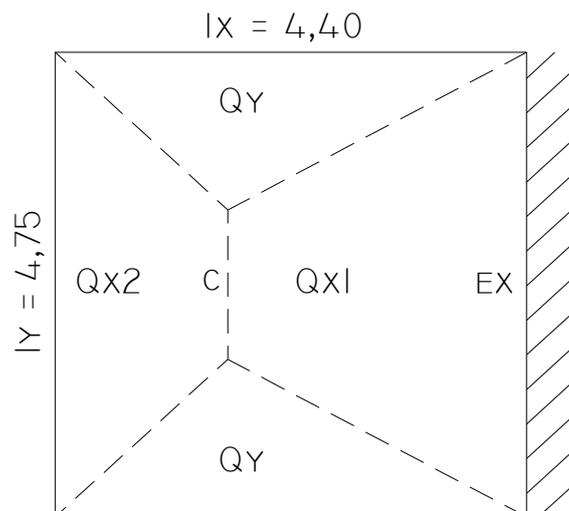
$q =$	8,305	KN/m ²
$L_y =$	4,750	m
$L_x =$	4,400	m

$Q = q \cdot L_y \cdot L_x =$ 173,57 KN

$\lambda = L_y / L_x =$ 1,08 < 2 - (losa cruzada)

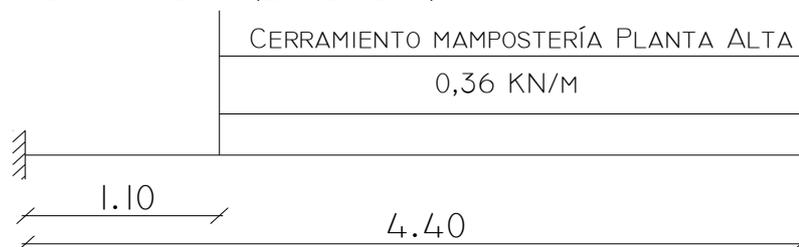
Valores según tabla 12 - $\lambda =$		1,10
$\eta_{mx} =$	0,0334	$\gamma_{x1} =$ 0,423
$\eta_{my} =$	0,0202	$\gamma_{x2} =$ 0,245
$\eta_{ymax} =$	0,0202	$\gamma_y =$ 0,166
$\eta_{ex} =$	-0,0832	$\gamma = c / L_y =$ 0,335
$\eta_t =$	0,0366	$c = \gamma \cdot L_y =$ 1,591 m

$M_x = Q \cdot \eta_{mx} =$	5,80	KNm
$M_y = Q \cdot \eta_{my} =$	3,51	KNm
$M_{ymax} = Q \cdot \eta_{ymax} =$	3,51	KNm
$M_{ex} = Q \cdot \eta_{ex} =$	-14,44	KNm
$Q = Q \cdot \eta_t =$	6,35	KN
$Q_{x1} = \gamma_{x1} \cdot Q =$	73,42	KN
$Q_{x2} = \gamma_{x2} \cdot Q =$	42,53	KN
$Q_y = \gamma_y \cdot Q =$	28,81	KN



Adicional

COLUMNA PUERTA (E. METÁLICA)



Momento máximo positivo (Salida de datos SAP): 0,17 KN/m
 Momento máximo negativo (Salida de datos SAP): -0,40 KN/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.1.3.2) Losa N° 2

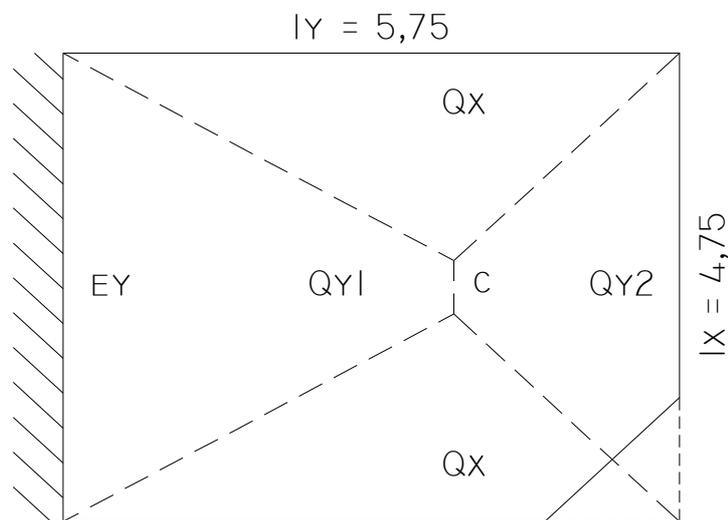
$q =$	8,305	KN/m ²
$L_y =$	5,750	m
$L_x =$	4,750	m

$Q = q \cdot L_y \cdot L_x =$	226,83	KN
-------------------------------	--------	----

$\lambda = L_y / L_x =$	1,21	< 2 - (losa cruzada)
-------------------------	------	----------------------

Valores según tabla 11 - $\lambda =$		1,20
$\eta_{mx} =$	0,0323	$\gamma_{y1} =$ 0,356
$\eta_{my} =$	0,0274	$\gamma_{y2} =$ 0,205
$\eta_{ymax} =$	0,0289	$\gamma_x =$ 0,220
$\eta_{ey} =$	-0,0821	$\gamma = c / L_y =$ 0,122
$\eta_t =$	0,0398	$c = \gamma \cdot L_y =$ 0,580 m

$M_x = Q \cdot \eta_{mx} =$	7,33	KNm
$M_y = Q \cdot \eta_{my} =$	6,22	KNm
$M_{ymax} = Q \cdot \eta_{ymax} =$	6,56	KNm
$M_{ey} = Q \cdot \eta_{ey} =$	-18,62	KNm
$Q = Q \cdot \eta_t =$	9,03	KN
$Q_{y1} = \gamma_{y1} \cdot Q =$	80,75	KN
$Q_{y2} = \gamma_{y2} \cdot Q =$	46,50	KN
$Q_x = \gamma_x \cdot Q =$	49,90	KN



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****Momento de empotramiento Losas 1 - 2**

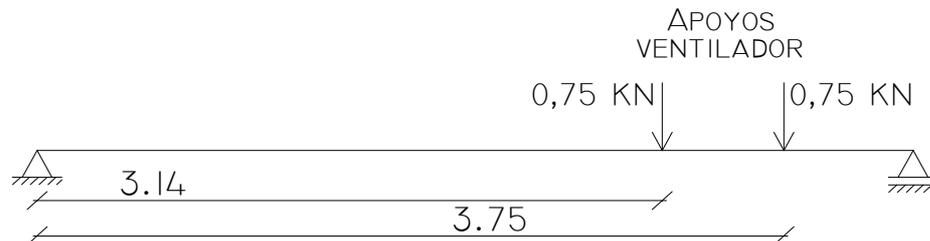
Me1 =	14,44 KNm
Mx1 =	5,80 KNm
Me2 =	18,62 KNm
Mymáx2 =	6,56 KNm

$$\frac{\Delta}{Me2} = \frac{Me2 - Me1}{Me2} = 0,22 < 0,25$$

$$Me_{1-2} = \frac{Me1 - Me2}{2} = 16,53 \text{ KNm}$$

Plastificación momento de empotramiento

Me ₁₋₂ (P) = 0,85 · Me ₁₋₂ =	14,05 KNm
Mx1 (P) = 1,05 Mx1 =	6,09 KNm
Mymáx2 (P) = 1,05 Mymáx2 =	6,89 KNm

Adicional

Salida de Datos SAP (Programa de cálculo estructural)					
Elemento	Secc. (m)	Caso	Corte (KN)	T (KNm)	Momento (KNm)
Adicional losa 2	0,00		-0,60		0,00
Adicional losa 2	5,75		0,90		0,00
Adicional losa 2	0,45		-0,60		0,27
Adicional losa 2	5,25		0,90		0,45
Adicional losa 2	0,90		-0,60		0,54
Adicional losa 2	1,35		-0,60		0,81
Adicional losa 2	4,75		0,90		0,90
Adicional losa 2	1,79		-0,60		1,08
Adicional losa 2	4,25		0,90		1,35
Adicional losa 2	2,24		-0,60		1,35
Adicional losa 2	2,69		-0,60		1,62
Adicional losa 2	3,75		0,15		1,80
Adicional losa 2	3,75		0,90		1,80
Adicional losa 2	3,45		0,15		1,84
Adicional losa 2	3,14		-0,60		1,89
Adicional losa 2	3,14		0,15		1,89

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.3.1.3.3) Losa N° 3

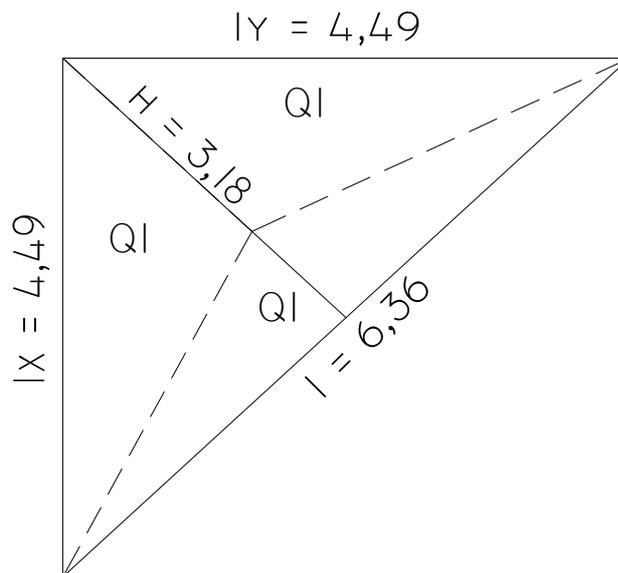
$q =$	8,305	KN/m ²
$L_y =$	4,490	m
$L_x =$	4,490	m
$h =$	3,180	m

$Q = q \cdot (L_y \cdot h) / 2 =$	59,29	KN
-----------------------------------	-------	----

$M = Q / 31,20 =$	1,90	KNm
-------------------	------	-----

$\gamma_l =$	0,333
--------------	-------

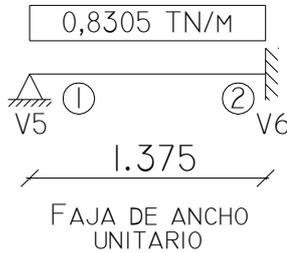
$Q_l = \gamma_l \cdot Q =$	19,74	KN
----------------------------	-------	----



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.1.3.4) Losa N° 4



INGRESO DE DATOS

ESTRUCTURA TIPO Pórtico
 UNIDADES ENTRADA TON M GRAD
 UNIDADES SALIDA TON M GRAD

NUMERO DE NODOS 2
 * Nro. Coord-X Coord-Y
 1 0 0
 2 1.375 0

NUMERO DE BARRAS 1
 * Nro. Desde Hasta
 1 1 2

NODOS RESTRINGIDOS 2
 * Nro. Rest-X Rest-Y Rest-0
 1 1 1 0
 2 1 1 1

NODOS CON CEDIMIENTOS 0

* Nro. Ced-X Ced-Y Ced-0
 NODOS CON VINCULOS ELASTICOS 0
 * Nro. K-X K-Y K-0

SECCIONES DIFERENTES 1

PARAMETROS GEOMETRICOS
 * Desc. B/Area D/Inercia Mp+ Mp-
 SECC1 1 0.11

ASIGNACION DE MATERIALES
 * Desc Cuales
 HORMIGON TODAS

DEFINICION DE LAS BARRAS
 * Desc. Cuales
 SECC1 TODAS

NUMERO DE ESTADOS 1

NUMERO DE HIPOTESIS 1
 * E1 E2 E3 E4 E5
 1 0 0 0 0

ESTADO 1

CARGAS EN BARRAS 1
 BARRA 1 UNIFORME
 0.8305 -Y
 NUMERO DE NODOS CARGADOS 0
 * Nodo F-X F-Y M-XY

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Hipótesis No. : 1

No.	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	0.4282265	0.0000000
2	0.0000000	0.7137109	0.1962705

x	0.0000	0.1375	0.2750	0.4125	0.5500	0.6875	0.8250	0.9625	1.1000	1.2375	1.3750
M	0.0000	0.0510	0.0863	0.1059	0.1103	0.0981	0.0706	0.0274	-0.031	-0.105	-0.196
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-0.428	-0.314	-0.199	-0.085	0.0285	0.1427	0.2569	0.3711	0.4853	0.5995	0.7137

Adicional



Elemento	Secc. (m)	Caso	Corte (KN)	T (KNm)	Momento (KNm)
Adicional losa 4	0,00		-0,36		0,00
Adicional losa 4	0,50		-0,18		0,14
Adicional losa 4	1,00		0,00		0,18
Adicional losa 4	1,50		0,18		0,14
Adicional losa 4	2,00		0,36		0,00

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.3.1.3.5) Losa N° 5

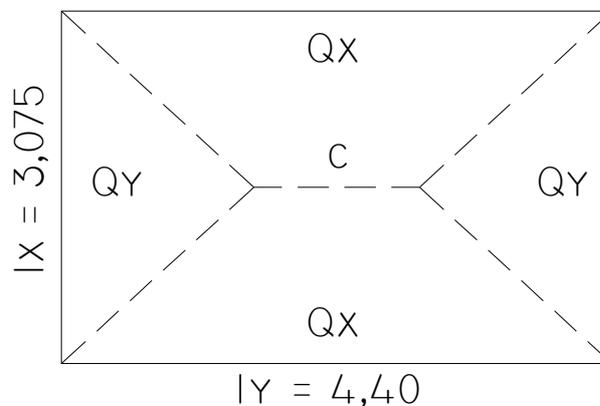
$q =$	8,305	KN/m ²
$L_y =$	4,400	m
$L_x =$	3,075	m

$Q = q \cdot L_y \cdot L_x =$	112,37	KN
-------------------------------	--------	----

$\lambda = L_y / L_x =$	1,43	< 2 - (losa cruzada)
-------------------------	------	----------------------

Valores según tabla 10 - $\lambda =$		1,40
$\eta_{mx} =$	0,0475	$\gamma_x =$ 0,321
$\eta_{my} =$	0,0217	$\gamma_y =$ 0,179
$\eta_{y_{max}} =$	0,0218	$\gamma = c / L_y =$ 0,286
$\eta_t =$	0,0424	$c = \gamma \cdot L_y =$ 1,258 m

$M_x = Q \cdot \eta_{mx} =$	5,34	KNm
$M_y = Q \cdot \eta_{my} =$	2,44	KNm
$M_{y_{max}} = Q \cdot \eta_{y_{max}} =$	2,45	KNm
$Q = Q \cdot \eta_t =$	4,76	KN
$Q_x = \gamma_x \cdot Q =$	36,07	KN
$Q_y = \gamma_y \cdot Q =$	20,11	KN

**Momento de empotramiento Losas 4 - 5**

$Me_4 =$	1,96 KNm
$M_{x4} =$	1,10 KNm
$Me_5 =$	0,00 KNm
$M_{x5} =$	5,34 KNm
$Me_{4-5} =$	1,96 KNm

Plastificación momento de empotramiento

$Me_{4-5} (P) = 0,85 \cdot Me_{4-5} =$	1,67 KNm
$M_{x1} (P) = 1,05 M_{x1} =$	1,16 KNm

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.3.1.4) Dimensionamiento**9.3.1.4.1) Losa 1 (cruzada)

$M_x =$	6,09 KNm
$M_{y\text{máx}} =$	3,51 KNm
$M_{ex} =$	14,05 KNm
$b =$	1,00 m
$d =$	0,11 m
$h_x =$	0,08 m
$h_y =$	0,07 m
$\beta_r =$	17.500 KN/m ²
$\beta_s =$	420.000 KN/m ²

Armadura de tramoSegún eje X:

$$m_s = M_x / (b \times h_x^2 \times \beta_r) = 0,05$$

$$\omega_m = 0,094$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_x) / (\beta_s / \beta_r) = 3,13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 15 + \frac{d}{10} = 16,10 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 8 c/16 cm - $A_s = 3,14 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 6,3 barras por mSegún eje Y:

$$m_s = M_{y\text{máx}} / (b \times h_y^2 \times \beta_r) = 0,04$$

$$\omega_m = 0,075$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_y) / (\beta_s / \beta_r) = 2,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 2d (\text{ó } 25 \text{ cm}) = 22,00 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 8 c/20 cm - $A_s = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 5,0 barras por m**Armadura de empotramiento losas 1 - 2**

$$m_s = M_{ex} / (b \times h_x^2 \times \beta_r) = 0,13$$

$$\omega_m = 0,264$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_x) / (\beta_s / \beta_r) = 8,80 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Levanto 1 ϕ 8 c/32 cm de la armadura de tramo según X - $A_s = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$ **Levanto 1 ϕ 10 c/32 cm de la armadura de tramo losa 2 según Y - $A_s = 2,46 \text{ cm}^2/\text{m}$** **$A_s = 4,03 \text{ cm}^2$ - Restan cubrir $4,77 \text{ cm}^2$** **Adopto 1 ϕ 10 c/16 cm - $A_s = 4,91 \text{ cm}^2/\text{m}$** **$A_s \text{ total} = 8,94 \text{ cm}^2/\text{m}$**

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**Losa 1 (Armadura adicional)

Ancho colaborante:

$$t_x = 4,40 \text{ m}$$

$$t_y = 0,15 \text{ m}$$

$$l = 4,40 \text{ m}$$

$$x = 0,73 \text{ m}$$

$$b_m = t_y + 2,5 \cdot x \left(1 - \frac{x}{l}\right) = 1,66 \text{ m}$$

$$M_x = 0,57 \text{ KNm}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$d = 0,11 \text{ m}$$

$$h = 0,08 \text{ m}$$

$$\beta_r = 17.500 \text{ KN/m}^2$$

$$\beta_s = 420.000 \text{ KN/m}^2$$

Armadura de tramoArmadura principal

$$m_s = M_x / (b \times h^2 \times \beta_r) = 0,01$$

$$\omega_m = 0,018$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h) / (\beta_s / \beta_r) = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 15 + \frac{d}{10} = 16,10 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 6 c/16 cm - $A_s = 1,77 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 6,3 barras por mArmadura transversal

$$A_s = 0,20 \cdot A_{sp} = 0,12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adopto el mínimo 3 ϕ 6 por m - $A_s = 0,84 \text{ cm}^2/\text{m}$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.3.1.4.2) Losa 2 (cruzada)

$M_x =$	7,33 KNm
$M_{y\text{máx}} =$	6,89 KNm
$M_{ey} =$	14,05 KNm
$b =$	1,00 m
$d =$	0,11 m
$h_x =$	0,08 m
$h_y =$	0,07 m
$\beta_r =$	17.500 KN/m ²
$\beta_s =$	420.000 KN/m ²

Armadura de tramoSegún eje X:

$$m_s = M_x / (b \times h_x^2 \times \beta_r) = 0,07$$

$$\omega_m = 0,134$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_x) / (\beta_s / \beta_r) = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 15 + \frac{d}{10} = 16,10 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 10 c/16 cm - $A_s = 4,91 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 6,3 barras por mSegún eje Y:

$$m_s = M_{y\text{máx}} / (b \times h_y^2 \times \beta_r) = 0,08$$

$$\omega_m = 0,154$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_y) / (\beta_s / \beta_r) = 4,49 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 2d (625\text{cm}) = 22,00 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 10 c/16 cm - $A_s = 4,91 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 6,3 barras por m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****Losa 2 (Armadura adicional)**

Ancho colaborante:

$$t_x = 0,54 \text{ m}$$

$$t_y = 0,61 \text{ m}$$

$$l = 5,75 \text{ m}$$

$$x = 2,00 \text{ m}$$

$$b_m = t_y + 2,5 \cdot x \left(1 - \frac{x}{l}\right) = 3,87 \text{ m}$$

$$M_x = 1,89 \text{ KNm}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$d = 0,11 \text{ m}$$

$$h = 0,08 \text{ m}$$

$$\beta_r = 17.500 \text{ KN/m}^2$$

$$\beta_s = 420.000 \text{ KN/m}^2$$

Armadura de tramo**Armadura principal**

$$m_s = M_x / (b \times h^2 \times \beta_r) = 0,02$$

$$\omega_m = 0,037$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h) / (\beta_s / \beta_r) = 1,23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 15 + \frac{d}{10} = 16,10 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 6 c/16 cm - $A_s = 1,77 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 6,3 barras por m**Armadura transversal**

$$A_s = 0,20 \cdot A_{sp} = 0,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adopto el mínimo 3 ϕ 6 por m - $A_s = 0,84 \text{ cm}^2/\text{m}$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.3.1.4.3) Losa 3 (cruzada)

$M_x =$	1,90 KNm
$M_y =$	1,90 KNm
$b =$	1,00 m
$d =$	0,11 m
$h_x =$	0,08 m
$h_y =$	0,07 m
$\beta_r =$	17.500 KN/m ²
$\beta_s =$	420.000 KN/m ²

Armadura de tramo**Según eje X:**

$$m_s = M_x / (b \times h_x^2 \times \beta_r) = 0,02$$

$$\omega_m = 0,037$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_x) / (\beta_s / \beta_r) = 1,23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 15 + \frac{d}{10} = 16,10 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 4,2 c/11 cm - $A_s = 1,26 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 9,1 barras por m**Según eje Y:**

$$m_s = M_y / (b \times h_y^2 \times \beta_r) = 0,02$$

$$\omega_m = 0,037$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_y) / (\beta_s / \beta_r) = 1,08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 2d (625 \text{ cm}) = 22,00 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 4,2 c/11 cm - $A_s = 1,26 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 9,1 barras por m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.3.1.4.4) Losa 4 (derecha)

$M_x =$	1,16 KNm
$M_{ex} =$	1,67 KNm
$b =$	1,00 m
$d =$	0,11 m
$h =$	0,08 m
$\beta_r =$	17.500 KN/m ²
$\beta_s =$	420.000 KN/m ²

Armadura de tramoArmadura principal

$$m_s = M_x / (b \times h^2 \times \beta_r) = 0,01$$

$$\omega_m = 0,018$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h) / (\beta_s / \beta_r) = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 15 + \frac{d}{10} = 16,10 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 4,2 c/16 cm - $A_s = 0,87 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 6,3 barras por mArmadura transversal

$$A_s = 0,20 \cdot A_{sp} = 0,12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adopto el mínimo 3 ϕ 6 por m - $A_s = 0,84 \text{ cm}^2/\text{m}$ Armadura de empotramiento losas 4 - 5

$$m_s = M_{ex} / (b \times h^2 \times \beta_r) = 0,01$$

$$\omega_m = 0,018$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h) / (\beta_s / \beta_r) = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Levanto 1 ϕ 4,2 c/32 cm de la armadura principal de tramo - $A_s = 0,435 \text{ cm}^2/\text{m}$ **Levanto 1 ϕ 8 c/32 cm de la armadura de tramo losa 5 según X - $A_s = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$** **$A_s = 2,01 \text{ cm}^2$**

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****Losa 4 (Armadura adicional)**

Ancho colaborante:

$$t_x = 1,42 \text{ m}$$

$$t_y = 0,15 \text{ m}$$

$$l = 1,42 \text{ m}$$

$$x = 0,71 \text{ m}$$

$$b_m = t_y + 2,5 \cdot x \left(1 - \frac{x}{l}\right) = 1,04 \text{ m}$$

$$M_x = 0,18 \text{ KNm}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$d = 0,11 \text{ m}$$

$$h = 0,08 \text{ m}$$

$$\beta_r = 17.500 \text{ KN/m}^2$$

$$\beta_s = 420.000 \text{ KN/m}^2$$

Armadura de tramo**Armadura principal**

$$m_s = M_x / (b \times h^2 \times \beta_r) = 0,00$$

$$\omega_m = 0,018$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h) / (\beta_s / \beta_r) = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 15 + \frac{d}{10} = 16,10 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 6 c/16 cm - $A_s = 1,77 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 6,3 barras por m**Armadura transversal**

$$A_s = 0,20 \cdot A_{sp} = 0,12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adopto el mínimo 3 ϕ 6 por m - $A_s = 0,84 \text{ cm}^2/\text{m}$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.3.1.4.5) Losa 5 (cruzada)

$M_x =$	5,34 KNm
$M_y =$	2,45 KNm
$b =$	1,00 m
$d =$	0,11 m
$h_x =$	0,08 m
$h_y =$	0,07 m
$\beta_r =$	17.500 KN/m ²
$\beta_s =$	420.000 KN/m ²

Armadura de tramo**Según eje X:**

$$m_s = M_x / (b \times h_x^2 \times \beta_r) = 0,05$$

$$\omega_m = 0,094$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_x) / (\beta_s / \beta_r) = 3,13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 15 + \frac{d}{10} = 16,10 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 8 c/16 cm - $A_s = 3,14 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 6,3 barras por m**Según eje Y:**

$$m_s = M_y / (b \times h_y^2 \times \beta_r) = 0,03$$

$$\omega_m = 0,055$$

$$A_s = (10000 \times \omega_m \times b \times h_y) / (\beta_s / \beta_r) = 1,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Separación máx.} \leq 2d(625\text{cm}) = 22,00 \text{ cm}$$

Adopto 1 ϕ 6 c/18 cm - $A_s = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$ - 5,6 barras por m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.3.2) Vigas****9.3.2.1) Cargas en vigas y columnas**PARED DE 15 (cierre cobertura metálica ciclón)

material	espesor (m)	altura (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
mamp.	0,12	0,15	15,00	0,27
revoque	3,00	0,15	0,19	0,09
peso total				0,36

(Espesor revoque en cm)

PARED DE 15 ("baranda")

material	espesor (m)	altura (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
mamp.	0,12	1,00	15,00	1,80
revoque	3,00	1,00	0,19	0,57
peso total				2,37

(Espesor revoque en cm)

PESO PROPIO VIGAS 15/60

material	espesor (m)	altura (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
H° A°	0,15	0,60	24,00	2,16

PESO PROPIO VIGAS 15/25

material	espesor (m)	altura (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
H° A°	0,15	0,25	24,00	0,90

PESO PROPIO COLUMNAS 20/20

material	lado a (m)	lado b (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
H° A°	0,20	0,20	24,00	0,96

PESO PROPIO COLUMNAS 20/25

material	lado a (m)	lado b (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
H° A°	0,20	0,25	24,00	1,20

PESO PROPIO COLUMNAS 25/25

material	lado a (m)	lado b (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
H° A°	0,25	0,25	24,00	1,50

PESO PROPIO COLUMNAS 30/30

material	lado a (m)	lado b (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
H° A°	0,30	0,30	24,00	2,16

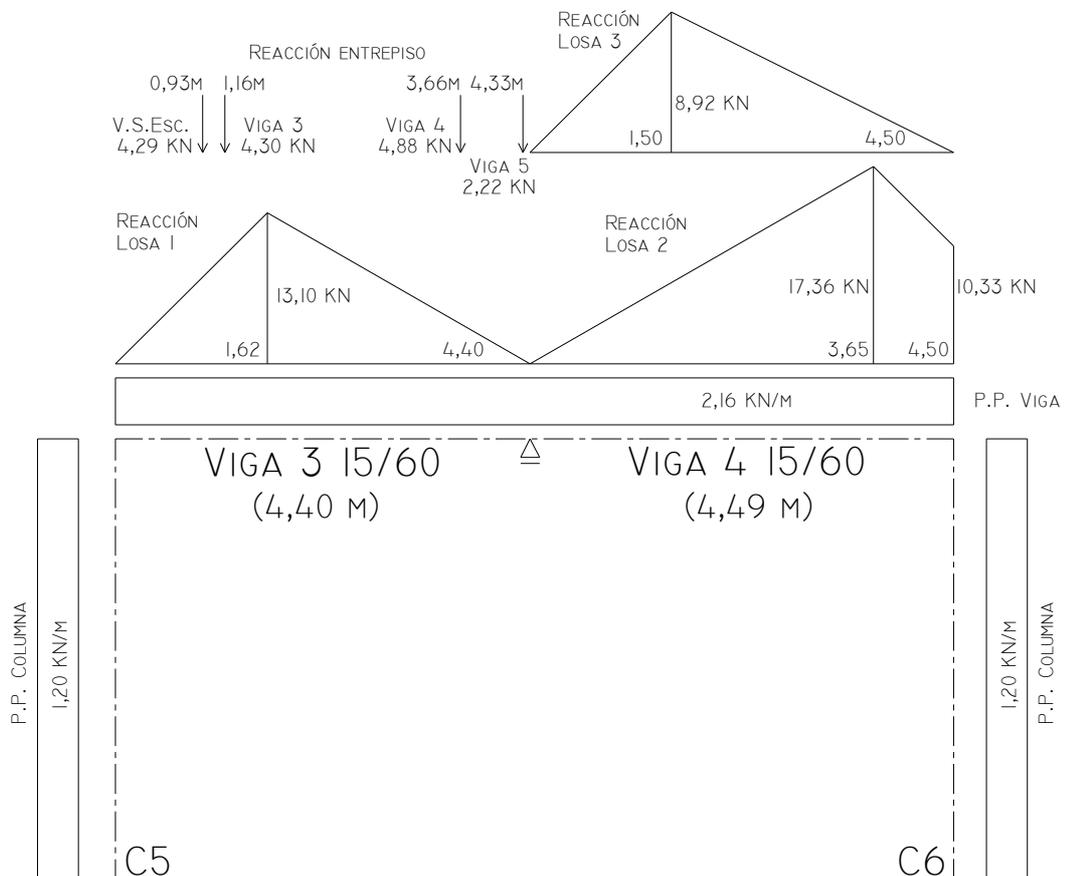
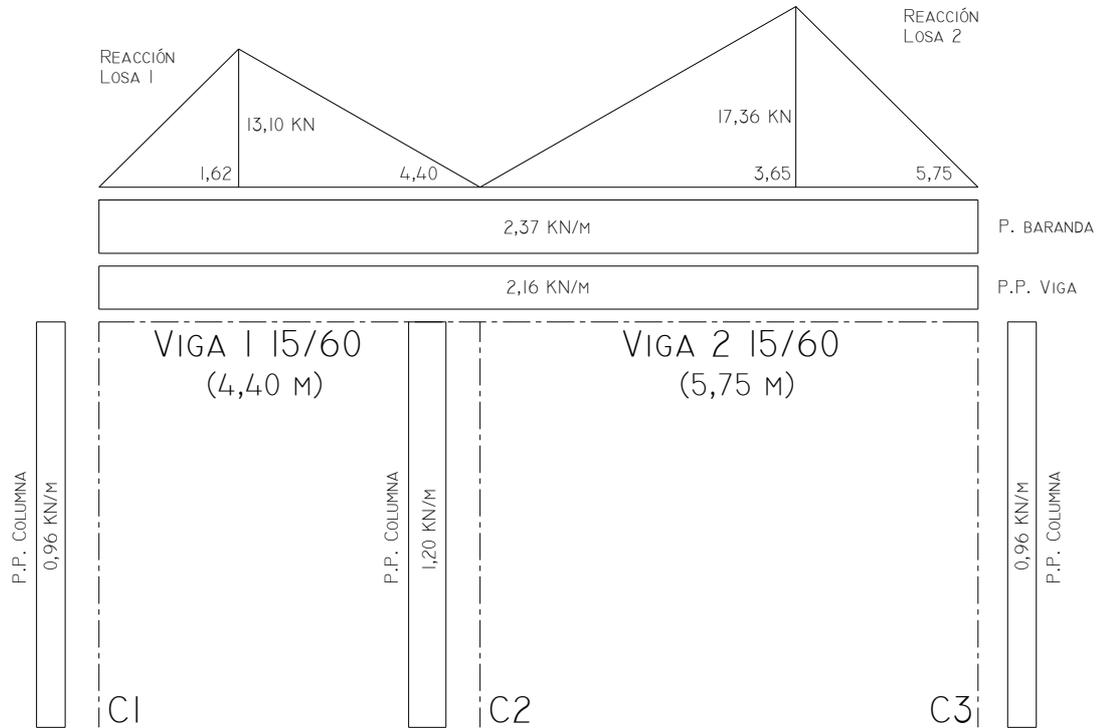
PESO PROPIO COLUMNAS 30/25

material	lado a (m)	lado b (m)	peso esp. (KN/m ³)	peso (KN/m)
H° A°	0,30	0,25	24,00	1,80

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

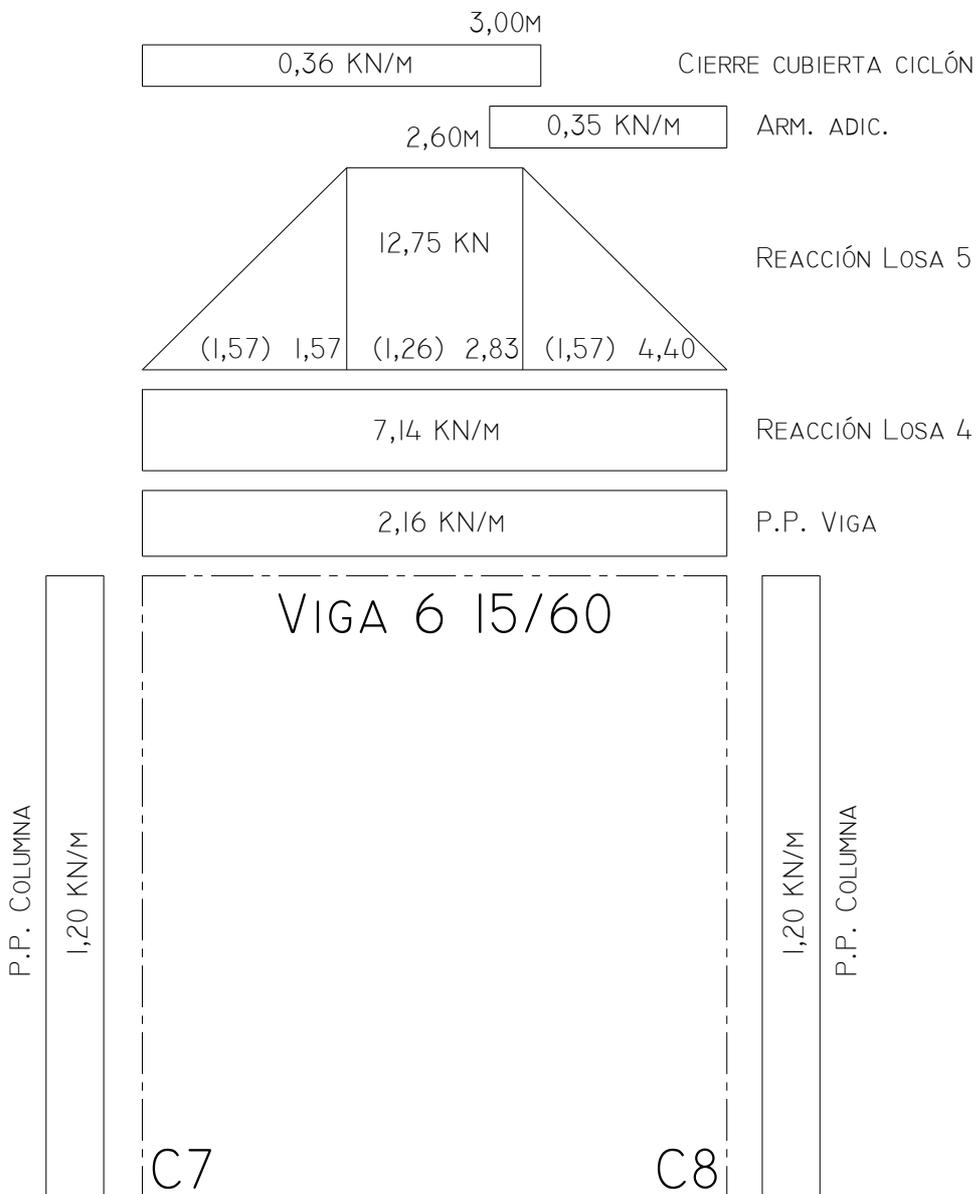
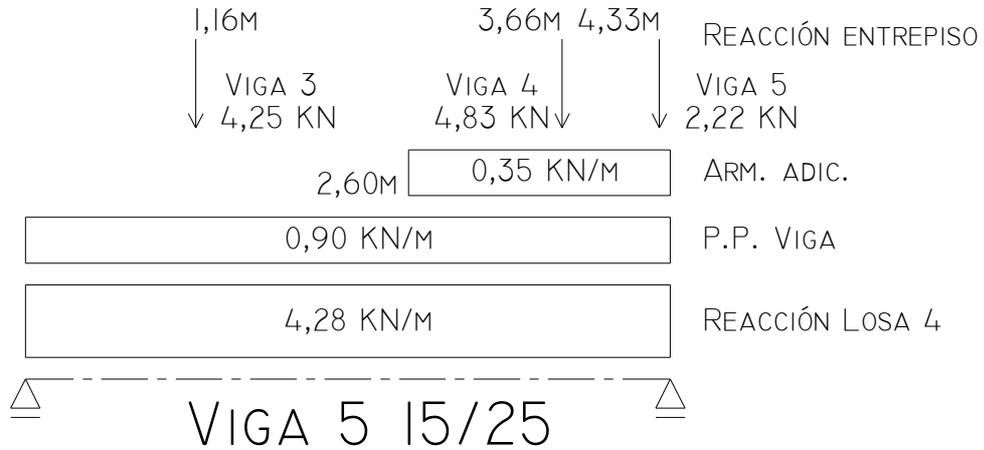
por **Leandro Donati**

9.3.2.2) Análisis de cargas en vigas y columnas



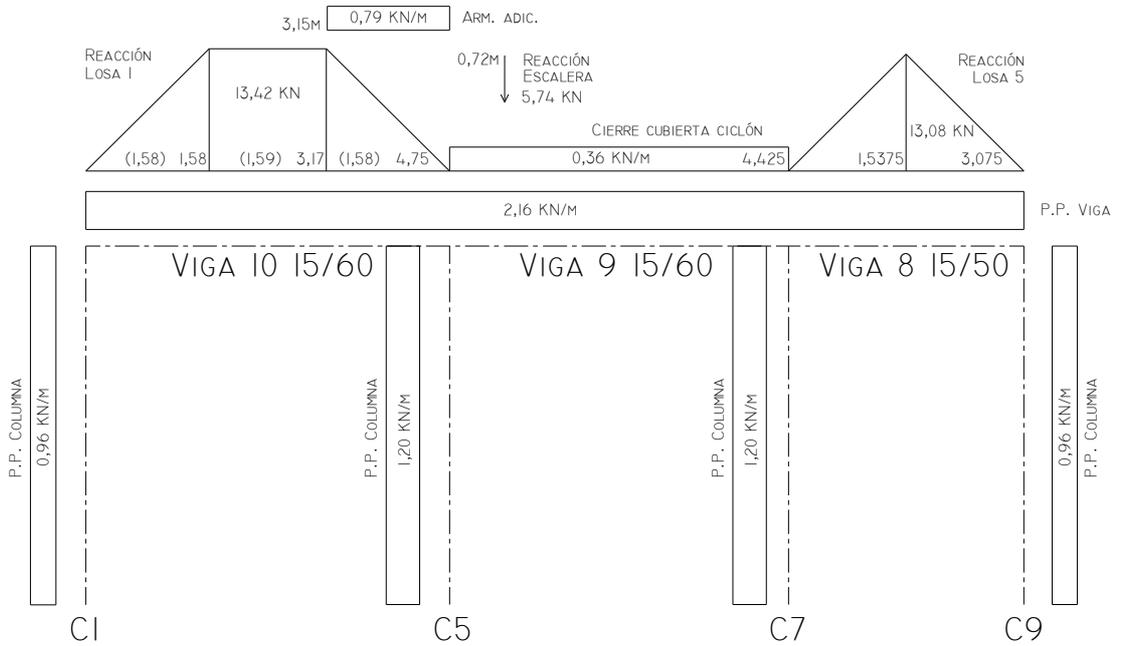
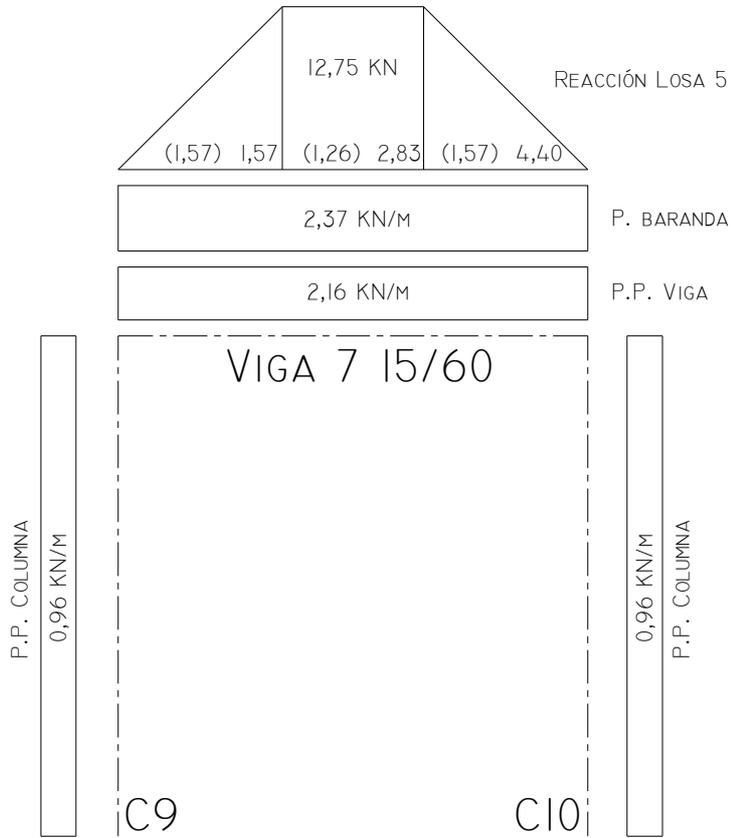
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**



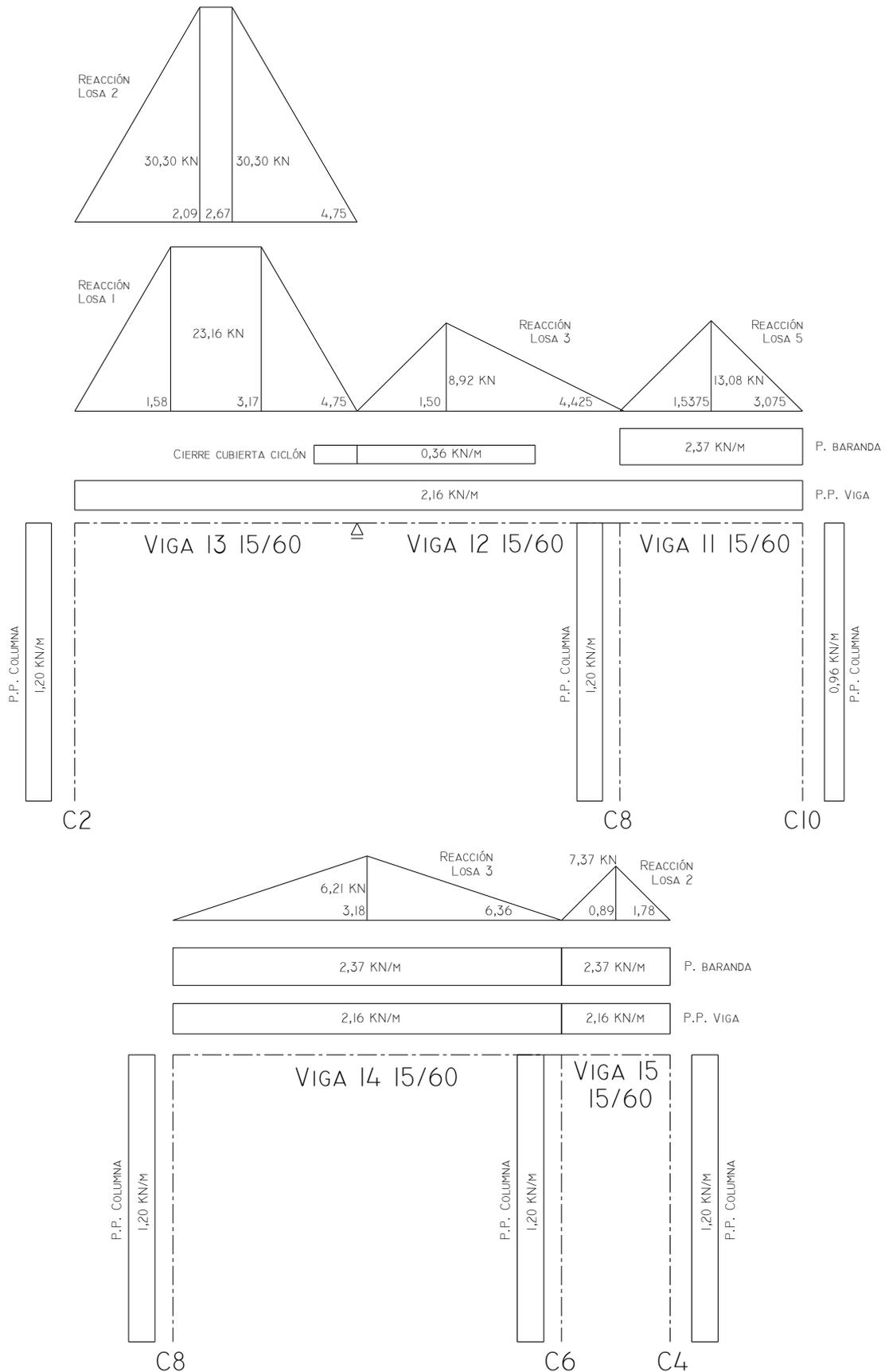
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**



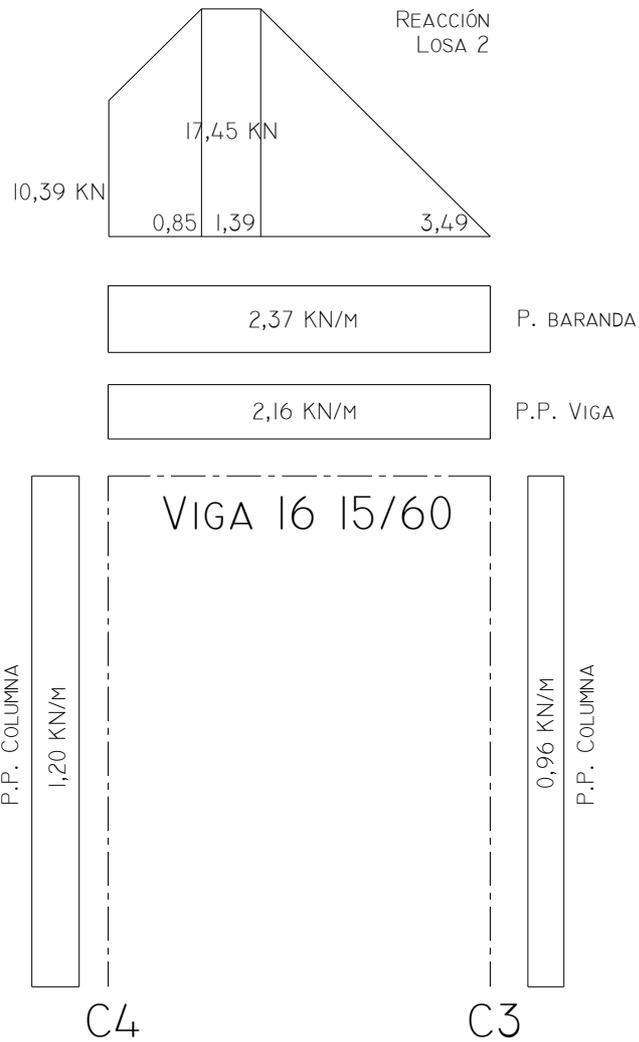
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**



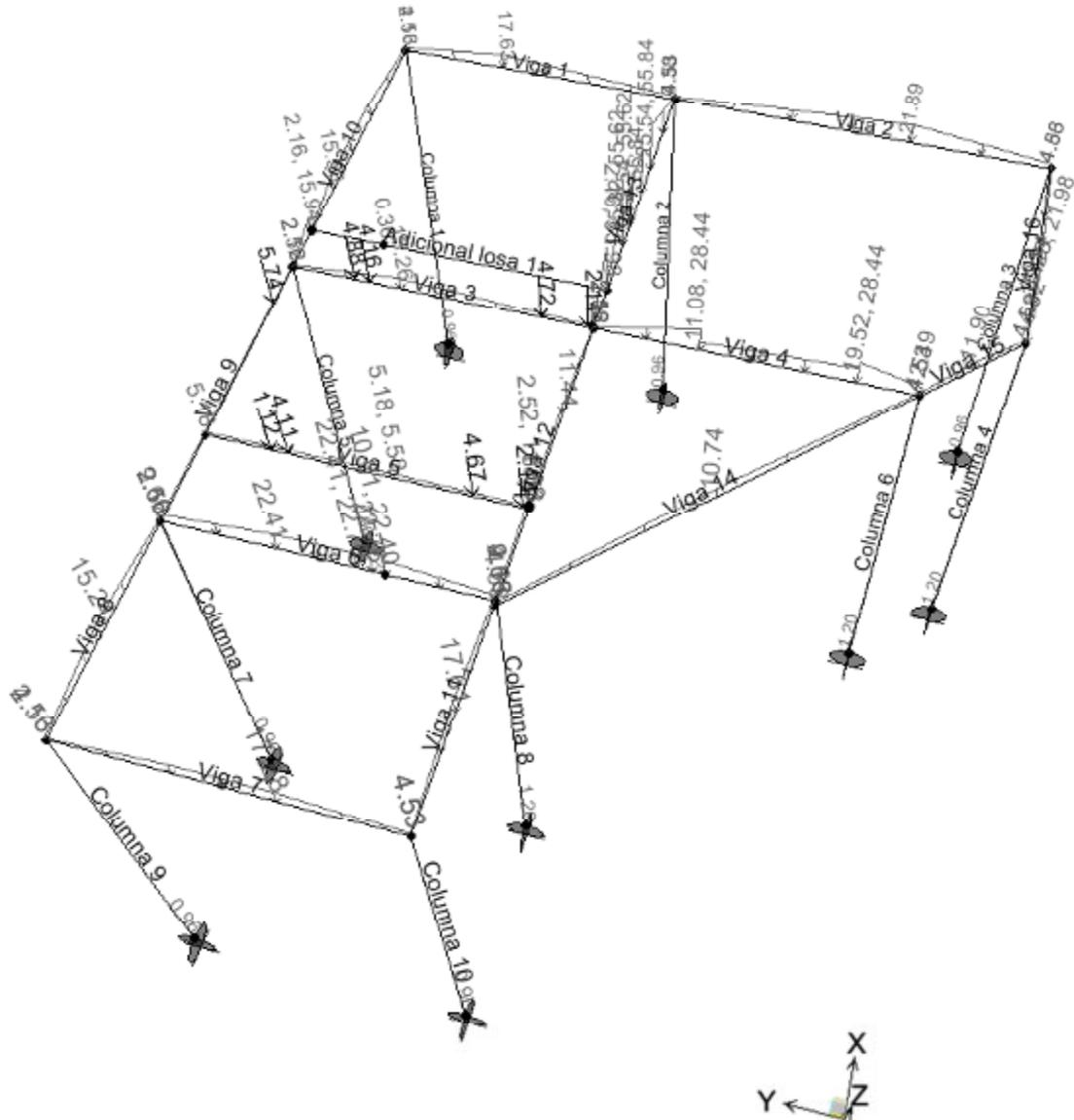
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.2.3) Solicitaciones en vigas

9.3.2.3.1) Ingreso de Datos (vigas y columnas) en el programa de cálculo

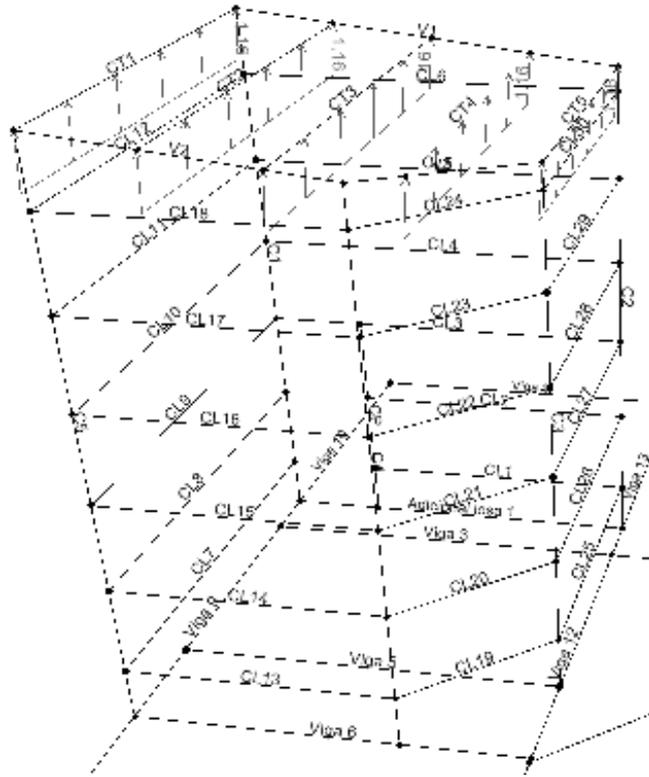
9.3.2.3.1.1) Peso Propio



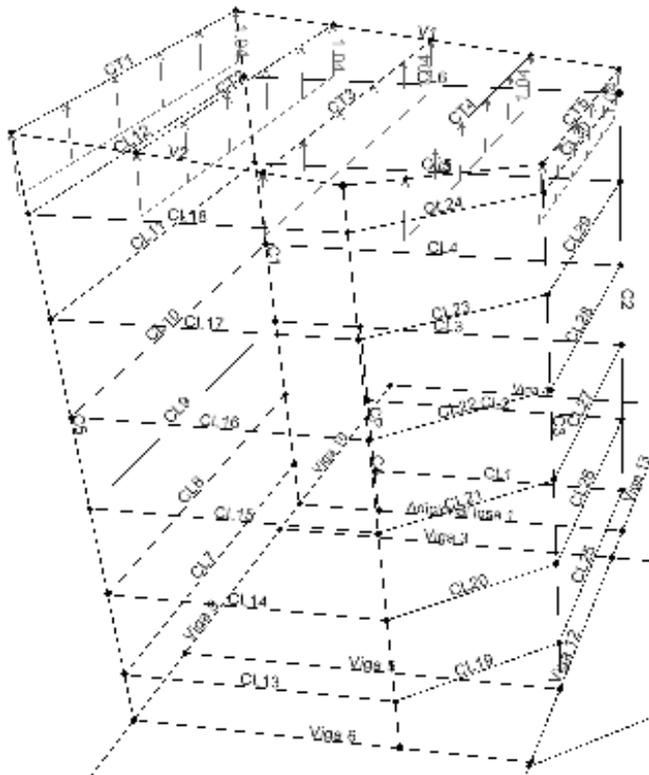
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.3.1.2) Viento en paredes "A" (efecto en techo)



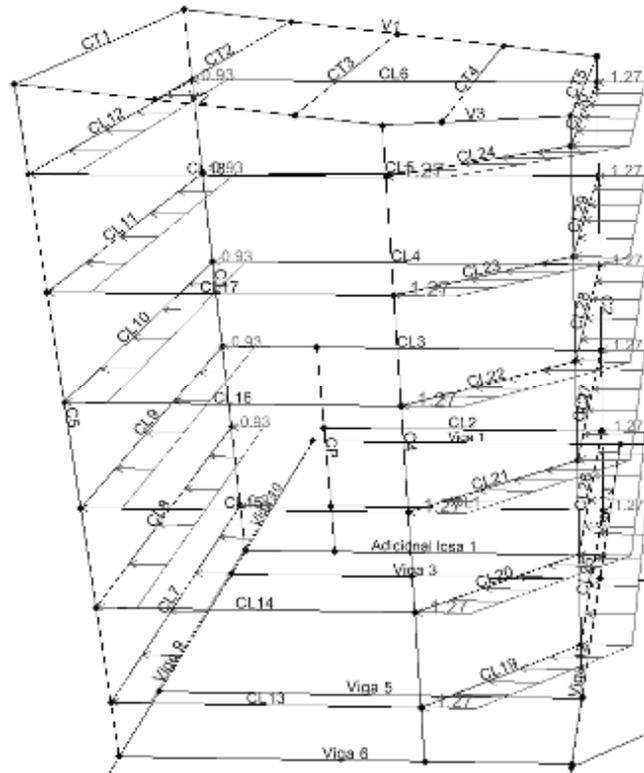
9.3.2.3.1.3) Viento en paredes "B" (efecto en techo)



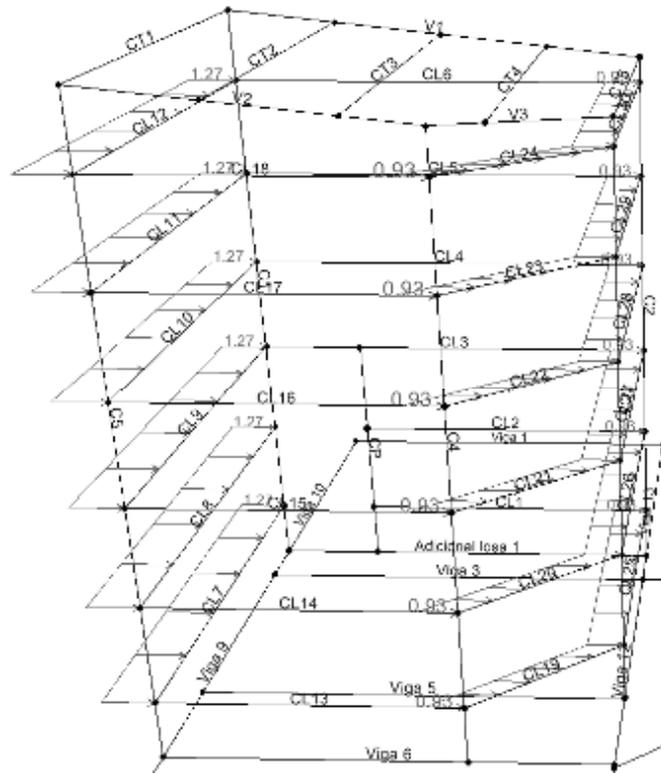
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.2.3.1.4) *Viento en paredes "A" (Sentido "+Y")*



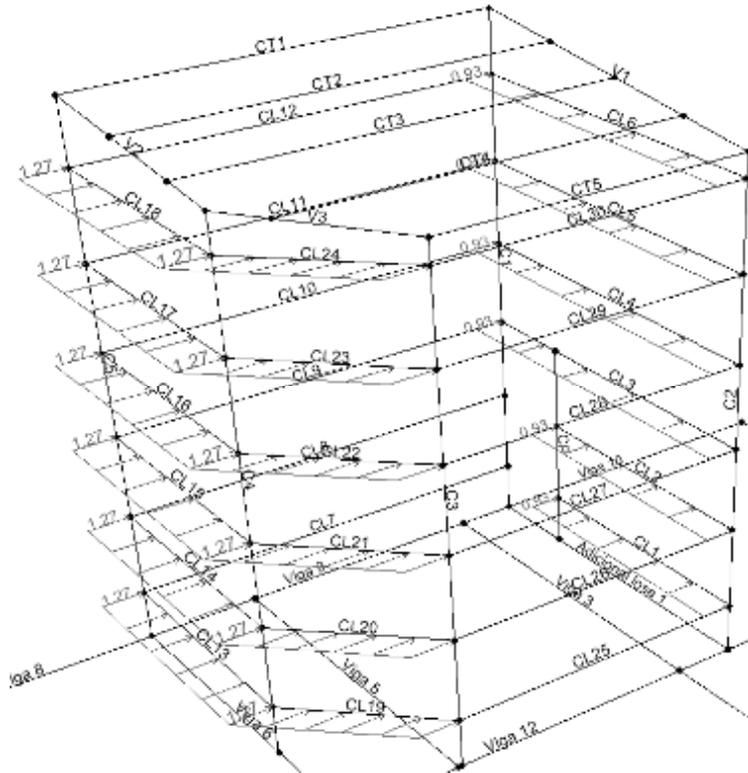
9.3.2.3.1.5) *Viento en paredes "A" (Sentido "-Y")*



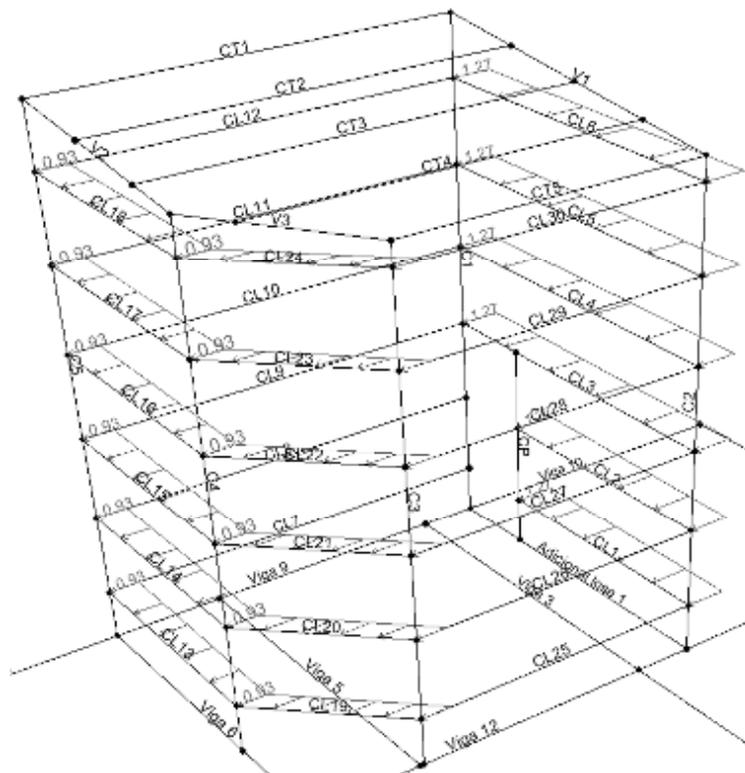
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.2.3.1.6) Viento en paredes "B" (Sentido "+X")



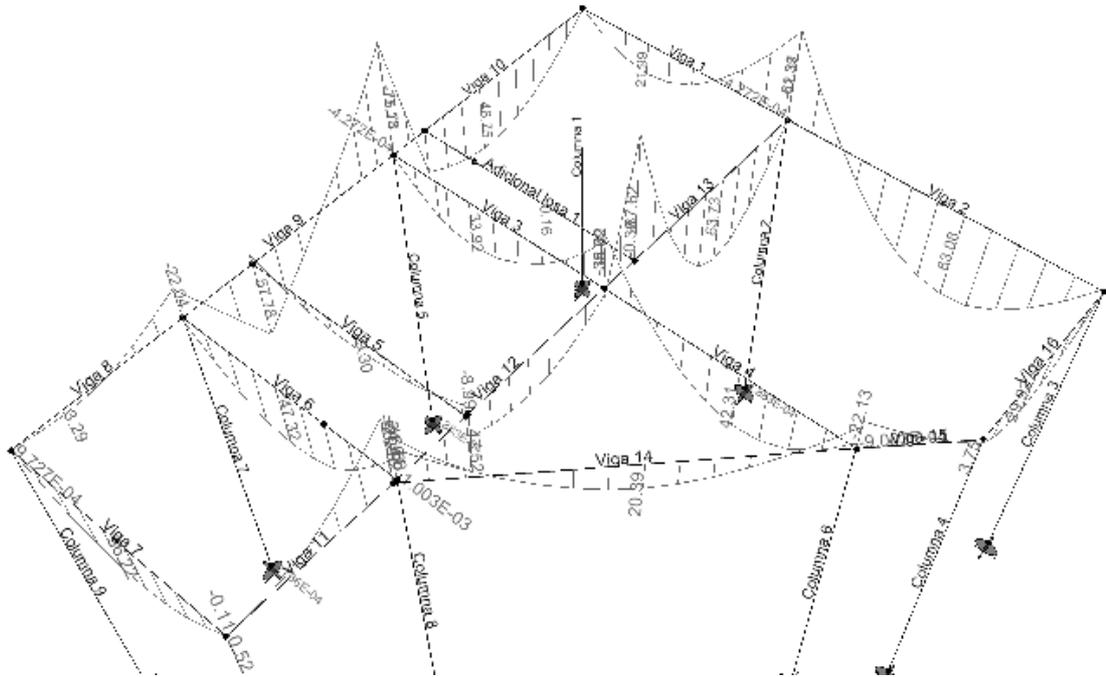
9.3.2.3.1.7) Viento en paredes "B" (Sentido "-X")



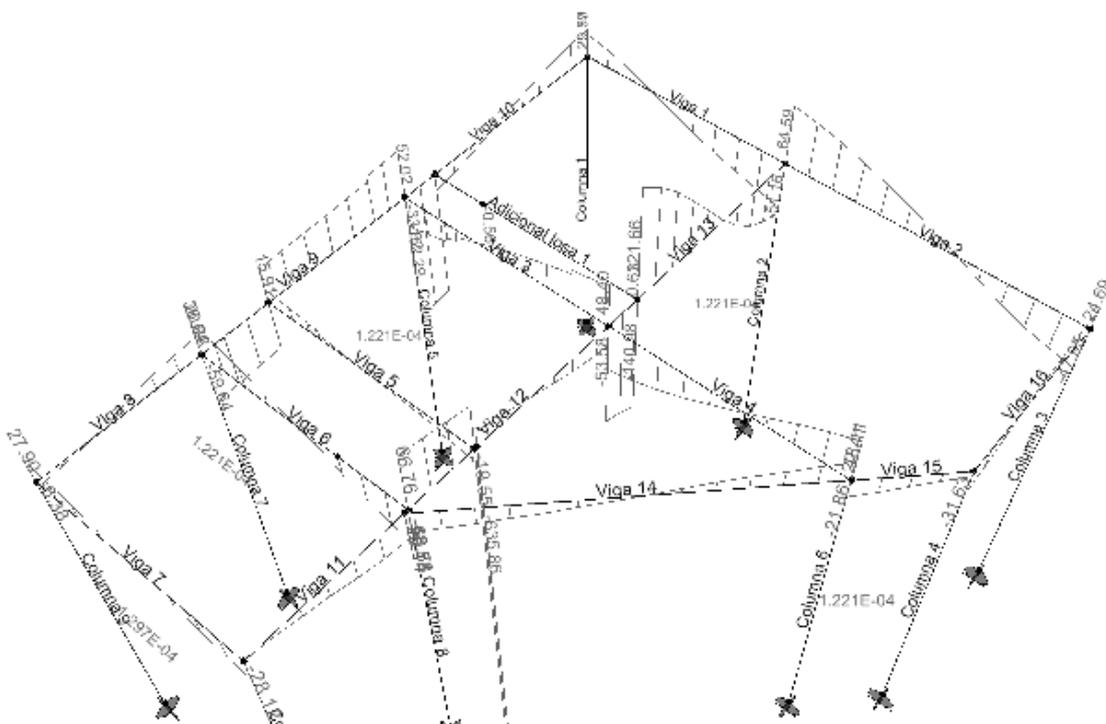
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.2.3.2.1.3) *Momento debido al VIENTO*



9.3.2.3.2.1.4) *Momento debido al VIENTO*



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.3.2.2) *Planilla*

Elemento	Secc. (m)	Caso	Corte (KN)	T (KNm)	Momento (KNm)
Viga 1	0,00	VIENTOX	-51,16	0,09	-61,39
Viga 1	0,00	VIENTO-X	-51,16	0,09	-61,39
Viga 1	0,00	PPROPIO	-38,93	0,18	-48,72
Viga 1	0,49	PPROPIO	-35,12	0,18	-30,57
Viga 1	0,98	PPROPIO	-30,18	0,18	-14,56
Viga 1	1,47	PPROPIO	-24,11	0,18	-1,25
Viga 1	1,96	PPROPIO	-16,92	0,18	8,83
Viga 1	2,44	PPROPIO	-8,60	0,18	15,11
Viga 1	2,93	PPROPIO	0,70	0,18	17,06
Viga 1	2,93	VIENTO-X	0,92	0,09	21,99
Viga 1	3,42	PPROPIO	8,78	0,18	14,66
Viga 1	3,91	PPROPIO	14,93	0,18	8,79
Viga 1	4,40	PPROPIO	19,15	0,18	0,38
Viga 1	4,40	VIENTO-Y	25,59	0,10	0,43
Viga 1	4,40	VIENTO-X	25,59	0,09	0,43
Viga 2	0,00	VIENTOX	-47,95	-1,26	-1,65
Viga 2	0,00	VIENTO-X	-47,95	-1,26	-1,65
Viga 2	0,00	VIENTOY	-47,95	-1,25	-1,65
Viga 2	0,00	VIENTO-Y	-47,95	-1,25	-1,65
Viga 2	0,48	VIENTOX	-41,78	-1,26	19,92
Viga 2	0,48	VIENTO-X	-41,78	-1,26	19,92
Viga 2	0,96	VIENTOX	-33,72	-1,26	38,09
Viga 2	0,96	VIENTO-X	-33,72	-1,26	38,09
Viga 2	1,44	VIENTOX	-23,75	-1,26	51,93
Viga 2	1,44	VIENTO-X	-23,75	-1,26	51,93
Viga 2	1,92	VIENTOX	-11,89	-1,26	60,55
Viga 2	1,92	VIENTO-X	-11,89	-1,26	60,55
Viga 2	2,40	VIENTOX	1,30	-1,26	63,08
Viga 2	2,40	VIENTO-X	1,30	-1,26	63,08
Viga 2	2,40	VIENTO-Y	1,30	-1,25	63,08
Viga 2	2,88	VIENTOX	13,62	-1,26	59,46
Viga 2	2,88	VIENTO-X	13,62	-1,26	59,46
Viga 2	3,35	VIENTOX	24,84	-1,26	50,21
Viga 2	3,35	VIENTO-X	24,84	-1,26	50,21
Viga 2	3,83	VIENTOX	34,98	-1,26	35,83
Viga 2	3,83	VIENTO-X	34,98	-1,26	35,83
Viga 2	4,31	VIENTOX	44,02	-1,26	16,86
Viga 2	4,31	VIENTO-X	44,02	-1,26	16,86
Viga 2	4,79	VIENTOX	51,97	-1,26	-6,18
Viga 2	4,79	VIENTO-X	51,97	-1,26	-6,18
Viga 2	5,27	VIENTOX	58,82	-1,26	-32,76
Viga 2	5,27	VIENTO-X	58,82	-1,26	-32,76
Viga 2	5,75	VIENTOX	64,59	-1,26	-62,37
Viga 2	5,75	VIENTO-X	64,59	-1,26	-62,37
Viga 2	5,75	VIENTOY	64,59	-1,25	-62,37
Viga 2	5,75	VIENTO-Y	64,59	-1,25	-62,37
Viga 3	0,00	PPROPIO	-26,06	1,08	1,70
Viga 3	0,00	VIENTOX	-33,84	1,36	1,33
Viga 3	0,00	VIENTO-X	-33,84	1,36	1,33
Viga 3	0,47	VIENTOX	-29,00	1,36	16,01
Viga 3	0,47	VIENTO-X	-29,00	1,36	16,01
Viga 3	0,93	VIENTOX	-22,42	1,36	28,03
Viga 3	0,93	VIENTOX	-17,54	1,36	28,03
Viga 3	0,93	VIENTO-X	-22,42	1,36	28,03
Viga 3	0,93	VIENTO-X	-17,54	1,36	28,03
Viga 3	1,16	VIENTOX	-13,64	1,36	31,63
Viga 3	1,16	VIENTOX	-9,48	1,36	31,63
Viga 3	1,16	VIENTO-X	-13,64	1,36	31,63
Viga 3	1,16	VIENTO-X	-9,48	1,36	31,63
Viga 3	1,66	VIENTOX	0,48	1,36	33,96
Viga 3	1,66	VIENTO-X	0,48	1,36	33,96
Viga 3	2,16	VIENTOX	10,61	1,36	31,14
Viga 3	2,16	VIENTO-X	10,61	1,36	31,14
Viga 3	2,66	VIENTOX	19,56	1,36	23,55
Viga 3	2,66	VIENTO-X	19,55	1,36	23,55
Viga 3	3,16	VIENTOX	27,33	1,36	11,78
Viga 3	3,16	VIENTO-X	27,33	1,36	11,78
Viga 3	3,66	VIENTOX	33,92	1,36	-3,58
Viga 3	3,66	VIENTOX	38,64	1,36	-3,58
Viga 3	3,66	VIENTO-X	33,92	1,36	-3,58
Viga 3	3,66	VIENTO-X	38,64	1,36	-3,58
Viga 3	4,00	VIENTOX	42,40	1,36	-17,17
Viga 3	4,00	VIENTO-X	42,40	1,36	-17,17

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

Viga 3	4,33	VIENTOX	45,63	1,36	-31,93
Viga 3	4,33	VIENTOX	47,77	1,36	-31,93
Viga 3	4,33	VIENTO-X	45,63	1,36	-31,93
Viga 3	4,33	VIENTO-X	47,77	1,36	-31,93
Viga 3	4,40	VIENTOX	48,38	1,36	-35,29
Viga 3	4,40	VIENTO-X	48,38	1,36	-35,29
Viga 3	4,40	VIENTOY	48,40	1,35	-35,39
Viga 3	4,40	VIENTO-Y	48,40	1,35	-35,38
Viga 4	0,00	VIENTOY	-53,59	-1,83	-38,62
Viga 4	0,00	VIENTOX	-53,56	-1,84	-38,53
Viga 4	0,00	VIENTO-X	-53,56	-1,84	-38,53
Viga 4	0,50	VIENTOX	-47,97	-1,84	-13,08
Viga 4	0,50	VIENTO-X	-47,97	-1,84	-13,08
Viga 4	1,00	VIENTOX	-39,71	-1,84	8,92
Viga 4	1,00	VIENTO-X	-39,71	-1,84	8,92
Viga 4	1,50	VIENTOX	-28,79	-1,84	26,14
Viga 4	1,50	VIENTO-X	-28,79	-1,84	26,14
Viga 4	2,00	VIENTOX	-16,30	-1,84	37,41
Viga 4	2,00	VIENTO-X	-16,30	-1,84	37,41
Viga 4	2,50	VIENTOX	-3,37	-1,84	42,34
Viga 4	2,50	VIENTO-X	-3,37	-1,84	42,34
Viga 4	3,00	VIENTOX	10,01	-1,84	40,70
Viga 4	3,00	VIENTO-X	10,01	-1,84	40,70
Viga 4	3,49	VIENTOX	23,83	-1,84	32,27
Viga 4	3,49	VIENTO-X	23,83	-1,84	32,27
Viga 4	3,99	VIENTOX	37,31	-1,84	16,92
Viga 4	3,99	VIENTO-X	37,31	-1,84	16,92
Viga 4	4,49	VIENTOX	48,14	-1,84	-4,53
Viga 4	4,49	VIENTO-X	48,14	-1,84	-4,53
Viga 5	0,00	VIENTOY	-19,55	-0,24	-8,99
Viga 5	0,00	VIENTO-Y	-19,55	-0,24	-8,99
Viga 5	0,00	VIENTOX	-19,55	-0,24	-8,98
Viga 5	0,00	VIENTO-X	-19,55	-0,24	-8,98
Viga 5	0,00	PPROPIO	-19,54	-0,19	-9,15
Viga 5	0,08	VIENTOY	-19,14	-0,24	-7,54
Viga 5	0,08	VIENTO-Y	-19,14	-0,24	-7,54
Viga 5	0,08	VIENTOX	-19,14	-0,24	-7,53
Viga 5	0,08	VIENTO-X	-19,14	-0,24	-7,53
Viga 5	0,08	VIENTOY	-17,00	-0,24	-7,54
Viga 5	0,08	VIENTO-Y	-17,00	-0,24	-7,54
Viga 5	0,08	VIENTOX	-17,00	-0,24	-7,53
Viga 5	0,08	VIENTO-X	-17,00	-0,24	-7,53
Viga 5	0,55	VIENTOY	-14,37	-0,24	-0,09
Viga 5	0,55	VIENTO-Y	-14,37	-0,24	-0,09
Viga 5	0,55	VIENTOX	-14,37	-0,24	-0,08
Viga 5	0,55	VIENTO-X	-14,37	-0,24	-0,08
Viga 5	0,74	VIENTOY	-13,32	-0,24	2,54
Viga 5	0,74	VIENTO-Y	-13,32	-0,24	2,54
Viga 5	0,74	VIENTOX	-13,32	-0,24	2,55
Viga 5	0,74	VIENTO-X	-13,32	-0,24	2,55
Viga 5	0,74	VIENTOY	-8,65	-0,24	2,54
Viga 5	0,74	VIENTO-Y	-8,65	-0,24	2,54
Viga 5	0,74	VIENTOX	-8,65	-0,24	2,55
Viga 5	0,74	VIENTO-X	-8,65	-0,24	2,55
Viga 5	1,10	VIENTOY	-6,66	-0,24	5,30
Viga 5	1,10	VIENTO-Y	-6,66	-0,24	5,30
Viga 5	1,10	VIENTOX	-6,66	-0,24	5,30
Viga 5	1,10	VIENTO-X	-6,66	-0,24	5,30
Viga 5	1,65	VIENTOY	-3,62	-0,24	8,12
Viga 5	1,65	VIENTO-Y	-3,62	-0,24	8,12
Viga 5	1,65	VIENTOX	-3,62	-0,24	8,13
Viga 5	1,65	VIENTO-X	-3,62	-0,24	8,13
Viga 5	2,20	VIENTOY	-0,72	-0,24	9,30
Viga 5	2,20	VIENTO-Y	-0,72	-0,24	9,30
Viga 5	2,20	VIENTOX	-0,72	-0,24	9,31
Viga 5	2,20	VIENTO-X	-0,72	-0,24	9,31
Viga 5	2,75	VIENTOY	2,13	-0,24	8,91
Viga 5	2,75	VIENTO-Y	2,13	-0,24	8,91
Viga 5	2,75	VIENTOX	2,13	-0,24	8,92
Viga 5	2,75	VIENTO-X	2,13	-0,24	8,92
Viga 5	3,24	VIENTOY	4,67	-0,24	7,25
Viga 5	3,24	VIENTO-Y	4,67	-0,24	7,25
Viga 5	3,24	VIENTOX	4,67	-0,24	7,25

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

Viga 5	3,24	VIENTO-X	4,67	-0,24	7,25
Viga 5	3,24	VIENTOY	8,78	-0,24	7,25
Viga 5	3,24	VIENTO-Y	8,78	-0,24	7,25
Viga 5	3,24	VIENTOX	8,78	-0,24	7,25
Viga 5	3,24	VIENTO-X	8,78	-0,24	7,25
Viga 5	3,30	VIENTOY	9,09	-0,24	6,71
Viga 5	3,30	VIENTO-Y	9,09	-0,24	6,71
Viga 5	3,30	VIENTOX	9,09	-0,24	6,72
Viga 5	3,30	VIENTO-X	9,09	-0,24	6,72
Viga 5	3,47	VIENTOY	9,97	-0,24	5,09
Viga 5	3,47	VIENTO-Y	9,97	-0,24	5,09
Viga 5	3,47	VIENTOX	9,97	-0,24	5,10
Viga 5	3,47	VIENTO-X	9,97	-0,24	5,10
Viga 5	3,47	VIENTOY	11,09	-0,24	5,09
Viga 5	3,47	VIENTO-Y	11,09	-0,24	5,09
Viga 5	3,47	VIENTOX	11,09	-0,24	5,10
Viga 5	3,47	VIENTO-X	11,09	-0,24	5,10
Viga 5	3,85	VIENTOY	13,06	-0,24	0,50
Viga 5	3,85	VIENTO-Y	13,06	-0,24	0,50
Viga 5	3,85	VIENTOX	13,06	-0,24	0,51
Viga 5	3,85	VIENTO-X	13,06	-0,24	0,51
Viga 5	4,40	VIENTOY	15,91	-0,24	-7,46
Viga 5	4,40	VIENTO-Y	15,91	-0,24	-7,46
Viga 5	4,40	VIENTOX	15,91	-0,24	-7,46
Viga 5	4,40	VIENTO-X	15,91	-0,24	-7,46
Viga 5	4,40	PPROPIO	15,92	-0,19	-7,68
Viga 6	0,00	VIENTOX	-48,83	-0,71	-16,56
Viga 6	0,00	VIENTO-X	-48,83	-0,71	-16,56
Viga 6	0,00	VIENTO-Y	-48,58	-0,71	-16,53
Viga 6	0,00	VIENTOY	-48,58	-0,71	-16,53
Viga 6	0,47	VIENTOY	-43,10	-0,71	5,24
Viga 6	0,47	VIENTO-Y	-43,11	-0,71	5,24
Viga 6	0,47	VIENTOX	-43,35	-0,71	5,32
Viga 6	0,47	VIENTO-X	-43,35	-0,71	5,32
Viga 6	0,95	VIENTOY	-35,81	-0,71	23,99
Viga 6	0,95	VIENTO-Y	-35,81	-0,71	23,99
Viga 6	0,95	VIENTOX	-36,05	-0,71	24,19
Viga 6	0,95	VIENTO-X	-36,05	-0,71	24,19
Viga 6	1,42	VIENTOY	-26,68	-0,71	38,85
Viga 6	1,42	VIENTO-Y	-26,69	-0,71	38,85
Viga 6	1,42	VIENTOX	-26,93	-0,71	39,16
Viga 6	1,42	VIENTO-X	-26,93	-0,71	39,17
Viga 6	2,41	VIENTO-X	2,24	-0,30	47,53
Viga 6	4,40	VIENTOX	36,75	-0,30	4,10
Viga 6	4,40	VIENTO-X	36,75	-0,30	4,10
Viga 6	4,40	PPROPIO	33,84	-0,26	4,39
Viga 7	0,00	PPROPIO	-28,14	0,44	-0,42
Viga 7	0,00	VIENTOY	-28,12	0,52	-0,11
Viga 7	0,00	VIENTO-Y	-28,12	0,52	-0,11
Viga 7	0,00	VIENTOX	-28,12	0,52	-0,10
Viga 7	0,00	VIENTO-X	-28,12	0,52	-0,10
Viga 7	0,49	VIENTOY	-24,93	0,52	12,94
Viga 7	0,49	VIENTO-Y	-24,93	0,52	12,94
Viga 7	0,49	VIENTOX	-24,93	0,52	12,95
Viga 7	0,49	VIENTO-X	-24,93	0,52	12,95
Viga 7	0,98	VIENTOY	-19,81	0,52	23,95
Viga 7	0,98	VIENTO-Y	-19,81	0,52	23,95
Viga 7	0,98	VIENTOX	-19,80	0,52	23,96
Viga 7	0,98	VIENTO-X	-19,80	0,52	23,96
Viga 7	1,47	VIENTOY	-12,74	0,52	31,98
Viga 7	1,47	VIENTO-Y	-12,74	0,52	31,98
Viga 7	1,47	VIENTOX	-12,74	0,52	32,00
Viga 7	1,47	VIENTO-X	-12,74	0,52	32,00
Viga 7	1,96	VIENTOY	-4,33	0,52	36,17
Viga 7	1,96	VIENTO-Y	-4,33	0,52	36,17
Viga 7	1,96	VIENTOX	-4,33	0,52	36,18
Viga 7	1,96	VIENTO-X	-4,33	0,52	36,18
Viga 7	2,44	VIENTOY	4,12	0,52	36,22
Viga 7	2,44	VIENTO-Y	4,12	0,52	36,22
Viga 7	2,44	VIENTOX	4,12	0,52	36,23
Viga 7	2,44	VIENTO-X	4,12	0,52	36,23
Viga 7	2,93	VIENTOY	12,52	0,52	32,14
Viga 7	2,93	VIENTO-Y	12,52	0,52	32,14

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Viga 7	2,93	VIENTOX	12,52	0,52	32,15
Viga 7	2,93	VIENTO-X	12,52	0,52	32,15
Viga 7	3,42	VIENTOY	19,59	0,52	24,22
Viga 7	3,42	VIENTO-Y	19,59	0,52	24,22
Viga 7	3,42	VIENTOX	19,59	0,52	24,23
Viga 7	3,42	VIENTO-X	19,59	0,52	24,23
Viga 7	3,91	VIENTOY	24,71	0,52	13,31
Viga 7	3,91	VIENTO-Y	24,71	0,52	13,31
Viga 7	3,91	VIENTOX	24,71	0,52	13,32
Viga 7	3,91	VIENTO-X	24,71	0,52	13,32
Viga 7	4,40	VIENTOY	27,90	0,52	0,37
Viga 7	4,40	VIENTO-Y	27,90	0,52	0,37
Viga 7	4,40	VIENTOX	27,90	0,52	0,38
Viga 7	4,40	VIENTO-X	27,90	0,52	0,38
Viga 8	0,00	VIENTOX	-6,35	0,38	-0,52
Viga 8	0,00	VIENTO-X	-6,35	0,38	-0,52
Viga 8	0,00	PPROPIO	-6,96	0,17	-0,44
Viga 8	0,44	VIENTO-X	-4,58	0,38	1,94
Viga 8	0,44	VIENTOX	-4,58	0,38	1,94
Viga 8	0,88	VIENTO-X	-1,17	0,38	3,26
Viga 8	0,88	VIENTOX	-1,17	0,38	3,27
Viga 8	0,88	PPROPIO	-1,78	0,17	3,88
Viga 8	1,32	VIENTO-X	3,88	0,38	2,73
Viga 8	1,32	VIENTOX	3,88	0,38	2,73
Viga 8	1,76	VIENTO-X	10,17	0,38	-0,36
Viga 8	1,76	VIENTOX	10,17	0,38	-0,36
Viga 8	2,20	VIENTO-X	15,22	0,38	-6,00
Viga 8	2,20	VIENTOX	15,22	0,38	-5,99
Viga 8	2,64	VIENTO-X	18,63	0,38	-13,49
Viga 8	2,64	VIENTOX	18,63	0,38	-13,49
Viga 8	3,08	VIENTO-X	20,40	0,38	-22,13
Viga 8	3,08	VIENTOX	20,40	0,38	-22,12
Viga 9	0,00	VIENTOX	-59,93	5,12	-22,16
Viga 9	0,00	PPROPIO	-52,95	5,14	-20,17
Viga 9	0,46	PPROPIO	-51,80	5,14	3,83
Viga 9	0,92	PPROPIO	-50,64	5,14	27,31
Viga 9	1,38	PPROPIO	-49,49	5,14	50,25
Viga 9	1,38	VIENTOX	38,83	-2,34	58,10
Viga 9	4,43	VIENTOX	52,25	-2,34	-76,15
Viga 9	4,43	VIENTO-X	52,25	-2,34	-76,15
Viga 10	0,00	VIENTOX	-153,20	-1,00	-77,51
Viga 10	0,00	VIENTO-X	-153,20	-1,00	-77,51
Viga 10	0,36	VIENTOX	-151,73	-1,00	-22,21
Viga 10	0,36	VIENTO-X	-151,73	-1,00	-22,21
Viga 10	0,73	VIENTOX	-149,14	-1,00	32,36
Viga 10	0,73	VIENTO-X	-149,14	-1,00	32,36
Viga 10	2,07	VIENTO-X	-1,37	-0,43	46,94
Viga 10	4,75	PPROPIO	28,27	-0,38	0,18
Viga 10	4,75	VIENTOX	29,84	-0,43	0,09
Viga 10	4,75	VIENTO-X	29,84	-0,43	0,09
Viga 11	0,00	VIENTOX	-60,78	-20,45	-34,40
Viga 11	0,08	VIENTOX	-60,42	-20,45	-29,86
Viga 11	0,08	VIENTO-X	-34,27	0,10	-51,07
Viga 11	0,08	VIENTOX	-34,27	0,10	-51,07
Viga 11	0,08	PPROPIO	-32,40	0,42	-45,53
Viga 11	0,58	PPROPIO	-28,75	0,42	-30,15
Viga 11	1,08	PPROPIO	-22,98	0,42	-17,13
Viga 11	1,58	VIENTO-X	-16,96	0,10	-10,26
Viga 11	1,58	VIENTOX	-16,96	0,10	-10,26
Viga 11	1,58	PPROPIO	-15,09	0,42	-7,53
Viga 11	2,08	PPROPIO	-7,51	0,42	-1,97
Viga 11	2,58	PPROPIO	-2,05	0,42	0,34
Viga 11	3,08	VIENTO-X	-0,60	0,10	0,52
Viga 11	3,08	VIENTOX	-0,60	0,10	0,52
Viga 11	3,08	PPROPIO	1,28	0,42	0,44
Viga 12	0,00	PPROPIO	-21,26	3,69	-0,97
Viga 12	0,00	VIENTO-X	-24,92	3,83	5,46
Viga 12	0,00	VIENTOX	-24,92	3,84	5,46
Viga 12	3,05	PPROPIO	49,05	-4,26	44,11
Viga 12	3,05	VIENTO-X	52,56	-3,88	47,85
Viga 12	3,51	PPROPIO	52,61	-4,26	20,79
Viga 12	3,97	PPROPIO	55,54	-4,26	-4,02
Viga 12	4,43	VIENTO-X	67,16	-3,88	-35,12

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

Viga 12	4,43	VIENTOX	67,16	-3,88	-35,12
Viga 12	4,43	PPROPIO	57,82	-4,26	-30,02
Viga 13	0,00	VIENTOX	-59,75	0,98	-1,35
Viga 13	0,00	VIENTO-X	-59,75	0,98	-1,35
Viga 13	0,45	VIENTOX	-52,93	0,98	24,06
Viga 13	0,45	VIENTO-X	-52,93	0,98	24,06
Viga 13	0,89	VIENTOX	-40,27	0,98	45,12
Viga 13	0,89	VIENTO-X	-40,27	0,98	45,12
Viga 13	1,34	VIENTOX	-21,78	0,98	59,21
Viga 13	1,34	VIENTO-X	-21,78	0,98	59,21
Viga 13	1,79	VIENTOX	2,22	0,98	63,75
Viga 13	1,79	VIENTO-X	2,22	0,98	63,75
Viga 13	2,24	VIENTOX	29,38	0,98	56,77
Viga 13	2,24	VIENTO-X	29,38	0,98	56,77
Viga 13	2,68	VIENTOX	57,20	0,98	37,41
Viga 13	2,68	VIENTO-X	57,20	0,98	37,41
Viga 13	3,13	VIENTOX	83,39	0,98	5,86
Viga 13	3,13	VIENTO-X	83,39	0,98	5,86
Viga 13	3,58	VIENTOX	105,43	0,98	-36,58
Viga 13	3,58	VIENTO-X	105,43	0,98	-36,58
Viga 13	4,03	VIENTOY	121,66	0,98	-87,62
Viga 13	4,03	VIENTOX	121,64	0,98	-87,57
Viga 13	4,03	VIENTO-X	121,64	0,98	-87,57
Viga 13	4,03	VIENTOX	-140,98	0,60	-87,51
Viga 14	0,00	VIENTOX	-26,14	-0,45	-29,53
Viga 14	0,00	VIENTO-X	-26,14	-0,45	-29,52
Viga 14	0,00	VIENTOY	-26,14	-0,45	-29,52
Viga 14	0,49	VIENTOY	-23,69	-0,45	-17,31
Viga 14	0,98	VIENTOY	-20,78	-0,45	-6,41
Viga 14	1,47	VIENTOY	-17,39	-0,45	2,94
Viga 14	1,96	VIENTOY	-13,54	-0,45	10,53
Viga 14	2,45	VIENTOY	-9,22	-0,45	16,11
Viga 14	2,94	VIENTOY	-4,44	-0,45	19,47
Viga 14	3,42	VIENTOY	0,70	-0,45	20,39
Viga 14	3,42	VIENTO-Y	0,70	-0,45	20,39
Viga 14	3,91	VIENTOY	5,49	-0,45	18,85
Viga 14	4,40	VIENTOY	9,81	-0,45	15,09
Viga 14	4,89	VIENTOY	13,66	-0,45	9,33
Viga 14	5,38	VIENTOY	17,04	-0,45	1,81
Viga 14	5,87	VIENTOY	19,96	-0,45	-7,26
Viga 14	6,36	PPROPIO	22,74	-0,37	-18,81
Viga 14	6,36	VIENTOY	22,41	-0,45	-17,65
Viga 15	0,00	VIENTOX	-21,89	1,43	-22,16
Viga 15	0,44	VIENTOX	-19,06	1,43	-13,01
Viga 15	0,89	VIENTOX	-14,60	1,43	-5,47
Viga 15	1,33	VIENTOX	-10,13	1,43	-0,05
Viga 15	1,78	VIENTOX	-7,30	1,43	3,76
Viga 16	0,00	PPROPIO	-31,98	-1,20	2,34
Viga 16	0,00	VIENTO-Y	-31,63	-1,65	3,65
Viga 16	0,00	VIENTOY	-31,63	-1,65	3,65
Viga 16	0,50	VIENTOY	-23,15	-1,65	17,41
Viga 16	0,50	VIENTO-Y	-23,15	-1,65	17,41
Viga 16	1,00	VIENTO-Y	-12,60	-1,65	26,41
Viga 16	1,00	VIENTOY	-12,60	-1,65	26,41
Viga 16	1,50	VIENTOY	-1,51	-1,65	29,92
Viga 16	1,50	VIENTO-Y	-1,51	-1,65	29,92
Viga 16	1,50	VIENTOX	-1,50	-1,65	29,93
Viga 16	2,00	VIENTOY	8,15	-1,65	28,18
Viga 16	2,00	VIENTO-Y	8,15	-1,65	28,18
Viga 16	2,50	VIENTOY	15,74	-1,65	22,13
Viga 16	2,50	VIENTO-Y	15,74	-1,65	22,13
Viga 16	3,00	VIENTOY	21,25	-1,65	12,81
Viga 16	3,00	VIENTO-Y	21,25	-1,65	12,81
Viga 16	3,50	VIENTOY	24,69	-1,65	1,25
Viga 16	3,50	VIENTO-Y	24,69	-1,65	1,25
Viga 16	3,50	VIENTOX	24,69	-1,65	1,26
Viga 16	3,50	VIENTO-X	24,69	-1,65	1,26

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.2.4) Dimensionamiento vigas

9.3.2.4.1) Viga L N° 1 (tramo)

l =	4,40 m	(lo = 0,6 x l)	
lo =	2,64 m	h =	0,565 m
d =	0,11 m	Ms =	21,99 KNm
do =	0,60 m	$\beta r =$	17.500 KN/m ²
bo =	0,15 m	$\beta s =$	420.000 KN/m ²

Ancho colaborante:

d/do =	0,2	b1/lo =	0,00
b1 (m) =	0,00	bm1 (m) = (bm1 / b1) x b1 :	0,00
bm1/b1 =	0,00	b2/lo =	0,87
b2 (m) =	2,30	bm2 (m) = (bm2 / b2) x b2 :	0,62
bm2/b2 =	0,27		

bm = bo + bm1 + bm2 = 0,77 m

Dimensionamiento a torsión

Mt =	0,18 KNm	Fk =	0,04 m ²
$\sigma_s =$	24,00 KN/cm ²	p =	1,18 m
$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} =$		0,00 KN/cm ²	< $\tau_{0,2}$ (0,18 KN/cm ²)
$a_{sT} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} =$		0,10 cm ² /m	
$a_{sL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} \cdot p =$		0,12 cm ²	
$a_{sL} / barra = a_{sL} / 4 =$		0,03 cm ²	

Adopto 2 ϕ 4,2 en la parte superior-Asm = 0,28 cm²

Dimensionamiento a flexión

$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta r} =$	0,01		
kx =	0,08		
x =	kx x h =	0,05 m < d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida.	
$\omega_m =$	0,018		
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta r} =$	3,27 cm ²		
As total (flexión y torsión) =	3,33 cm²		
Adopto 3 ϕ 12	Asm = 3,39 cm²		

Dimensionamiento a corte

Para $\Delta l / 2$	(de C1 a C2)		
z = h - d/2 =	0,51 m		
Q =	25,59 KN		
$\tau_{0,1,2} =$	0,075 KN/cm ²		
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,033 KN/cm ² < $\tau_{0,1,2}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1		
$\tau = 0,4 \tau_0 =$	0,013 KN/cm ²		
$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	0,84 cm ² /m		
1,3 $\tau_{0,2} =$	0,234 KN/cm ²		
$\tau_0 + \tau_T =$	0,037 KN/cm ²		< 1,3 $\tau_{0,2}$
As total (corte y torsión) =	0,94 cm²/m		
Elijo	ϕ 4,2 c/29 cm		0,97 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p><u>Viga Rectangular N° 1</u> (apoyos)</p> <p>d = 0,11 m do = 0,60 m bo = 0,15 m h = 0,565 m Ms (en C2) = 61,39 KNm βr = 17.500 KN/m² βs = 420.000 KN/m²</p>	<p>Para Δl/2 (De C2 a C1)</p> <p>kz = 0,92 z = kz x h = 0,52 m Q = 51,16 KN τ_{0,2} = 0,075 KN/cm²</p> <p>$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$ 0,066 KN/cm² < τ_{0,2} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1</p> <p>τ = 0,4 τ₀ = 0,026 KN/cm² σs = 24,00 KN/cm² As = $\frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$ 1,64 cm²/m 1,3 τ_{0,2} = 0,234 KN/cm² τ₀ + τr = 0,030 KN/cm² < 1,3 τ_{0,2}</p> <p>As total (corte y torsión) = 1,74 cm²/m</p> <p>Elijo φ 4,2 c/16 cm 1,74 cm²/m</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión (en C2)</u></p> <p>$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$ 0,07</p> <p>cm = 0,134</p> <p>$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$ 4,73 cm²</p> <p>As total (flexión y torsión) = 4,79 cm²</p> <p>Adopto 3 φ 16 As = 6,03 cm²</p> <p><u>Dimensionamiento a corte</u></p>	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.4.2) Viga L N° 2 (tramo)

l =	5,75 m	(lo = 0,6 x l)	
lo =	3,45 m	h =	0,565 m
d =	0,11 m	Ms =	63,08 KNm
do =	0,60 m	βr =	17.500 KN/m ²
bo =	0,15 m	βs =	420.000 KN/m ²
Ancho colaborante:			
d/do =	0,2		
b1 (m) =	0,00	b1/lo =	0,00
bm1/b1 =	0,00	bm1 (m) = (bm1 / b1) x b1 :	0,00
b2 (m) =	2,30	b2/lo =	0,67
bm2/b2 =	0,33	bm2 (m) = (bm2 / b2) x b2 :	0,76
bm = bo + bm1 + bm2 =	0,91 m		

Dimensionamiento a torsión

Mt =	1,26 KNm	F _k =	0,04 m ²
σ _s =	24,00 KN/cm ²	p =	1,18 m
$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} =$		0,02 KN/cm ²	< τ ₀₂ (0,18 KN/cm ²)
$a_{sT} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} =$		0,72 cm ² /m	
$a_{sL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot p} =$		0,85 cm ²	
a _{sL} / barra = a _{sL} / 4 =		0,21 cm ²	
Adopto 2 φ 6	en la parte superior-Asm =	0,57 cm²	

Dimensionamiento a flexión

$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,01
kx =	0,08
x =	0,05 m < d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida.
cm =	0,018
Asm =	$\frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$ 3,85 cm ²
As total (flexión y torsión) =	4,28 cm²
Adopto 2 φ 16	Asm = 4,02 cm²

Dimensionamiento a corte

Para Δl / 2	(de C2 a C3)
z = h - d/2 =	0,51 m
Q =	64,59 KN
t ₀₂ =	0,180 KN/cm ²
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,084 KN/cm ² < τ ₀₂ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 2
τ = 0,4 τ ₀ =	0,034 KN/cm ²
$\tau = \frac{\tau_0^2}{\tau_{02}} =$	0,040 KN/cm ² > 0,4 τ ₀
σ _s =	24,00 KN/cm ²
As = $\frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	2,47 cm ² /m
1,3 τ ₀₂ =	0,234 KN/cm ²
τ ₀ + τ ₁ =	0,109 KN/cm ² < 1,3 τ ₀₂
As total (corte y torsión) =	3,19 cm²/m
Elijo	φ 6 c/17 cm 3,34 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p><u>Viga Rectangular N° 2</u> (apoyos)</p> <p>d = 0,11 m do = 0,60 m bo = 0,15 m h = 0,565 m Ms (en C2) = 62,37 KNm Ms (en C3) = 1,65 KNm βr = 17.500 KN/m² βs = 420.000 KN/m²</p>	<p>$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 0,64 \text{ cm}^2$</p> <p>As total (flexión y torsión) = 1,06 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 8 As = 1,01 cm²</p> <p><u>Dimensionamiento a corte</u></p> <p>Para Δl/2 (De C3 a C2)</p> <p>kz = 0,97 z = kz x h = 0,55 m Q = 47,95 KN τ_{0,12} = 0,075 KN/cm²</p> <p>$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,058 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1</p> <p>τ = 0,4 τ₀ = 0,023 KN/cm²</p> <p>σs = 24,00 KN/cm²</p> <p>$As_s = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 1,46 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>1,3 τ_{0,2} = 0,234 KN/cm² τ₀ + τ_r = 0,048 KN/cm² < 1,3 τ_{0,2}</p> <p>As total (corte y torsión) = 2,18 cm²/m</p> <p>Elijo φ 6 c/26 cm 2,17 cm²/m</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión (en C2)</u></p> <p>$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,07$</p> <p>cm = 0,134</p> <p>$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 4,73 \text{ cm}^2$</p> <p>As total (flexión y torsión) = 5,16 cm²</p> <p>Adopto 3 φ 16 As = 6,03 cm²</p> <p><u>Dimensionamiento a flexión (en C3)</u></p> <p>$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,00$</p> <p>cm = 0,018</p>	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

<p>9.3.2.4.3) <u>Viga L N° 3</u> (tramo)</p>		<p>$l = 4,40$ m $l_0 = 2,64$ m $d = 0,11$ m $do = 0,60$ m $bo = 0,15$ m</p> <p>Ancho colaborante: $d/do = 0,2$ $b1 (m) = 0,00$ $bm1/b1 = 0,00$ $b2 (m) = 2,30$ $bm2/b2 = 0,26$ bm = bo + bm1 + bm2 = 0,75 m</p>	<p>$(l_0 = 0,6 \times l)$ $h = 0,565$ m $Ms = 33,96$ KNm $\beta r = 17.500$ KN/m² $\beta s = 420.000$ KN/m²</p>	<p>$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta r} = 0,01$ $kx = 0,08$ $x = kx \cdot h = 0,05$ m < d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida. $cm = 0,018$ $Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta s / \beta r} = 3,17$ cm² As total (flexión y torsión) = 3,63 cm² Adopto 2 φ 16 Asm = 4,02 cm²</p>	<p>$0,00$ $0,00$ $0,87$ $0,60$</p>
<p><u>Dimensionamiento a torsión</u></p>		<p>$Mt = 1,36$ KNm $\sigma_s = 24,00$ KN/cm²</p> <p>$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot b_K} = 0,03$ KN/cm² < τ_{02} (0,18 KN/cm²)</p> <p>$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_s} = 0,78$ cm²/m</p> <p>$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_s} \cdot p = 0,92$ cm² $a_{SL} / \text{barra} = a_{SL} / 4 = 0,23$ cm²</p> <p>Adopto 2 φ 6 en la parte superior-Asm = 0,57 cm²</p>	<p>$F_K = 0,04$ m² $p = 1,18$ m</p>	<p><u>Dimensionamiento a corte</u></p> <p>Para $\Delta l / 2$ (de C5 a Cruce) $z = h - d/2 = 0,51$ m $Q = 33,84$ KN $\tau_{0,12} = 0,075$ KN/cm² $\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,044$ KN/cm² < $\tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1 $\tau = 0,4 \tau_0 = 0,018$ KN/cm² $As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 1,11$ cm²/m $1,3 \tau_{02} = 0,234$ KN/cm² $\tau_0 + \tau_T = 0,071$ KN/cm² < $1,3 \tau_{02}$ As total (corte y torsión) = 1,88 cm²/m Elijo φ 6 c/30 cm 1,88 cm²/m</p>	
<p><u>Dimensionamiento a flexión</u></p>		<p>Adopto 2 φ 6</p>	<p>1,88 cm²/m</p>	<p>1,88 cm²/m</p>	<p>0,57 cm²</p>

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<u>Viga Rectangular N° 3</u> (apoyos)		
d =	0,11 m	
do =	0,60 m	
bo =	0,15 m	
h =	0,565 m	
Ms (en Cruce) =	35,39 KNm	
βr =	17.500 KN/m ²	
βs =	420.000 KN/m ²	
<u>Dimensionamiento a flexión (en Cruce)</u>		
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,04	
cm =	0,075	
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	2,65 cm ²	
As total (flexión y torsión) =	3,11 cm²	
Adopto 3 φ 12	As = 3,39 cm²	
<u>Dimensionamiento a corte</u>		
		(De Cruce a C5)
Para Δl / 2		
kz =	0,94	
z = kz x h =	0,53 m	
Q =	48,40 KN	
t _{0,1,2} =	0,075 KN/cm ²	
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,061 KN/cm ² < τ _{0,1,2} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1	
τ = 0,4 τ ₀ =	0,024 KN/cm ²	
σs =	24,00 KN/cm ²	
$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	1,52 cm ² /m	
1,3 τ _{0,2} =	0,234 KN/cm ²	
τ ₀ + τ _r =	0,051 KN/cm ² < 1,3 τ _{0,2}	
As total (corte y torsión) =	2,30 cm²/m	
Elijo	φ 6 c/24 cm	2,36 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.2.4.4) <u>Viga T N° 4</u> (tramo)</p>		<p>$l =$ 4,50 m $l_0 =$ 2,70 m $d =$ 0,11 m $do =$ 0,60 m $bo =$ 0,15 m</p>	<p>$(l_0 = 0,6 \times l)$ $h =$ 0,565 m $Ms =$ 42,34 KNm $\beta r =$ 17,500 KN/m² $\beta s =$ 420,000 KN/m²</p>	<p>$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta r} =$ 0,005 $kx =$ 0,08 $x =$ $kx \times h =$ 0,05 m < d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida. $\omega m =$ 0,009 $Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$ 2,95 cm² As total (flexión y torsión) = 3,57 cm² Adopto 2 φ 16 Asm = 4,02 cm²</p>
<p>Ancho colaborante: $d/do =$ 0,2 $b1 (m) =$ 2,30 $bm1/b1 =$ 0,27 $b2 (m) =$ 2,14 $bm2/b2 =$ 0,29 bm = bo + bm1 + bm2 = 1,39 m</p>		<p>$b1/lo =$ 0,85 $bm1 (m) = (bm1 / b1) \times b1 :$ 0,62 $b2/lo =$ 0,79 $bm2 (m) = (bm2 / b2) \times b2 :$ 0,62</p>	<p>Adopto 2 φ 16</p>	<p>Adopto 2 φ 16</p>
<p><u>Dimensionamiento a torsión</u></p>		<p>$Mt =$ 1,84 KNm $\sigma_s =$ 24,00 KN/cm²</p>	<p>$F_K =$ 0,04 m² $p =$ 1,18 m</p>	<p>(de Cruce a C6)</p>
<p>$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot b_K} =$</p>		<p>0,04 KN/cm² < τ_{02} (0,18 KN/cm²)</p>	<p>$\tau_{012} =$</p>	<p>0,51 m 53,59 KN 0,075 KN/cm²</p>
<p>$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_S} =$</p>		<p>1,05 cm²/m</p>	<p>$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$</p>	<p>0,070 KN/cm² < τ_{012} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I</p>
<p>$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_S} \cdot p =$</p>		<p>1,24 cm²</p>	<p>$\tau = 0,4 \tau_0 =$</p>	<p>0,028 KN/cm²</p>
<p>$a_{SL} / barra = a_{SL} / 4 =$</p>		<p>0,31 cm²</p>	<p>$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$</p>	<p>1,75 cm²/m</p>
<p>Adopto 2 φ 6 en la parte superior-Asm = 0,57 cm²</p>		<p>Adopto 2 φ 6</p>	<p>$1,3 \tau_{02} =$</p>	<p>0,234 KN/cm²</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión</u></p>		<p>Adopto 2 φ 6</p>	<p>$\tau_0 + \tau_T =$</p>	<p>0,106 KN/cm² < $1,3 \tau_{02}$</p>
<p>Adopto 2 φ 6</p>		<p>Adopto 2 φ 6</p>	<p>As total (corte y torsión) =</p>	<p>2,80 cm²/m</p>
<p>Adopto 2 φ 6</p>		<p>Adopto 2 φ 6</p>	<p>Elijo</p>	<p>φ 6 c/20 cm 2,83 cm²/m</p>

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p><u>Viga Rectangular N° 4</u> (apoyos)</p> <p>d = 0,11 m do = 0,60 m bo = 0,15 m h = 0,565 m Ms (en Cruce) = 38,62 KNm Ms (en C6) = 4,53 KNm βr = 17.500 KN/m² βs = 420.000 KN/m²</p>	$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 0,64 \text{ cm}^2$ <p>As total (flexión y torsión) = 1,26 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 10 As = 1,57 cm²</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión (en Cruce)</u></p> <p>$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r}$ = 0,05 cm = 0,094</p> <p>$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r}$ = 3,32 cm²</p> <p>As total (flexión y torsión) = 3,94 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 16 As = 4,02 cm²</p>	<p><u>Dimensionamiento a corte</u></p> <p>Para Δl / 2 (De C6 a Cruce)</p> <p>kz = 0,97 z = kz x h = 0,55 m Q = 48,14 KN t_{0,12} = 0,075 KN/cm²</p> <p>$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000}$ = 0,059 KN/cm² < τ_{0,12} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I</p> <p>τ = 0,4 τ₀ = 0,023 KN/cm²</p> <p>σ_s = 24,00 KN/cm²</p> <p>$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s}$ = 1,46 cm²/m</p> <p>1,3 τ_{0,2} = 0,234 KN/cm² τ₀ + τ_T = 0,059 KN/cm² < 1,3 τ_{0,2}</p> <p>As total (corte y torsión) = 2,52 cm²/m</p> <p>Elijo φ 6 c/22 cm 2,57 cm²/m</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión (en C6)</u></p> <p>$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r}$ = 0,01 cm = 0,018</p>	<p>As total (corte y torsión) = 2,52 cm²/m</p> <p>Elijo φ 6 c/22 cm 2,57 cm²/m</p>

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.4.5) Viga L N° 5 (tramo)

l =	4,40 m	(lo = 0,6 x l)	
lo =	2,64 m	h =	0,215 m
d =	0,11 m	Ms =	9,31 KNm
do =	0,25 m	βr =	17.500 KN/m ²
bo =	0,15 m	βs =	420.000 KN/m ²

Ancho colaborante:

d/do =	0,4	b1/lo =	0,00
b1 (m) =	0,00	bm1 (m) = (bm1 / b1) x b1 :	0,00
bm1/b1 =	0,00	b2/lo =	0,23
b2 (m) =	0,61	bm2 (m) = (bm2 / b2) x b2 :	0,49
bm2/b2 =	0,80		

bm = bo + bm1 + bm2 = 0,64 m

$$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,02$$

$$kx = 0,12$$

$$x = kx \cdot h = 0,03 \text{ m} < d, \text{ entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida.}$$

$$cm = 0,037$$

$$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 2,12 \text{ cm}^2$$

As total (flexión y torsión) = 2,22 cm²

Adopto 2 φ 12 Asm = 2,26 cm²

Dimensionamiento a torsión

Mt =	0,24 KNm	Fk =	0,01 m ²
σs =	24,00 KN/cm ²	p =	0,48 m

$$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} = 0,01 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,2} (0,18 \text{ KN/cm}^2)$$

$$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_S} = 0,41 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k} \cdot p = 0,20 \text{ cm}^2$$

a_{SL} / barra = a_{SL} / 4 = 0,05 cm²

Adopto 2 φ 4,2 en la parte superior-Asm = 0,28 cm²

Dimensionamiento a corte

Para Δl / 2 (de V9 a V12)

$$z = h - d/2 = 0,16 \text{ m}$$

$$Q = 15,92 \text{ KN}$$

$$\tau_{0,1,2} = 0,075 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,066 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,1,2} \text{ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I}$$

$$\tau = 0,4 \tau_0 = 0,027 \text{ KN/cm}^2$$

$$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_S} = 1,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$1,3 \tau_{0,2} = 0,234 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau_0 + \tau_T = 0,081 \text{ KN/cm}^2 < 1,3 \tau_{0,2}$$

As total (corte y torsión) = 2,07 cm²/m

Dimensionamiento a flexión

Elijo φ 6 c/27 cm As total = 2,10 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p><u>Viga Rectangular N° 5</u> (apoyos)</p> <p>d = 0,11 m do = 0,25 m bo = 0,15 m h = 0,22 m Ms (en V9) = 7,68 KNm Ms (en V12) = 9,15 KNm βr = 17.500 KN/m² βs = 420.000 KN/m²</p>	$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 2,07 \text{ cm}^2$ <p>As total (flexión y torsión) = 2,17 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 12 As = 2,26 cm²</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión (en V9)</u></p> $m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,06$ $com = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 0,114$	<p><u>Dimensionamiento a corte</u> (De V12 a V9)</p> <p>Para Δ / 2</p> <p>kz = 0,91 z = kz x h = 0,20 m Q = 19,55 KN t_{0,12} = 0,075 KN/cm²</p>
<p>As total (flexión y torsión) = 1,63 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 10 As = 1,57 cm²</p>	<p>$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,067 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I</p> <p>$\tau = 0,4 \tau_0 = 0,027 \text{ KN/cm}^2$</p> <p>$\sigma_s = 24,00 \text{ KN/cm}^2$</p> <p>$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 1,67 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>1,3 τ_{0,2} = 0,234 KN/cm² τ₀ + τ_r = 0,041 KN/cm² < 1,3 τ_{0,2}</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión (en V12)</u></p> $m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,08$ $com = 0,154$	<p>As total (corte y torsión) = 2,08 cm²/m</p> <p>Elijo φ 6 c/27 cm 2,10 cm²/m</p>

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Dimensionamiento a corte

Para $\Delta l / 2$	(De C8 a C7)
$kz =$	0,96
$z = kz \cdot x \cdot h =$	0,54 m
$Q =$	48,83 KN
$t_{0,1,2} =$	0,075 KN/cm ²
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,060 KN/cm ² < $\tau_{0,1,2}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1
$\tau = 0,4 \tau_0 =$	0,024 KN/cm ²
$\sigma_s =$	24,00 KN/cm ²
$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	1,50 cm ² /m
$1,3 \tau_{0,2} =$	0,234 KN/cm ²
$\tau_0 + \tau_T =$	0,038 KN/cm ² < $1,3 \tau_{0,2}$
As total (corte y torsión) =	1,91 cm ² /m
Elijo	ϕ 4,2 c/15 cm 1,86 cm ² /m

Viga Rectangular N° 6 (apoyos)

$d =$	0,11 m
$do =$	0,60 m
$bo =$	0,15 m
$h =$	0,565 m
Ms (en C8) =	16,56 KNm
$\beta r =$	17.500 KN/m ²
$\beta s =$	420.000 KN/m ²

Dimensionamiento a flexión (en C8)

$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta r} =$	0,02
$\omega m =$	0,037
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta s / \beta r} =$	1,31 cm ²
As total (flexión y torsión) =	1,55 cm ²
Adopto 2 ϕ 10	As = 1,57 cm ²

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

<p>9.3.2.4.7) <u>Viga L N° 7</u> (tramo)</p>		<p>$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,01$</p> <p>$kx = 0,08$</p> <p>$x = kx \cdot h = 0,05 \text{ m} < d$, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida.</p> <p>$c_{cm} = 0,018$</p> <p>$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 2,99 \text{ cm}^2$</p> <p>As total (flexión y torsión) = 3,17 cm²</p> <p>Adopto 3 φ 12 Asm = 3,39 cm²</p>
<p>$l = 4,40 \text{ m}$</p> <p>$l_0 = 2,64 \text{ m}$</p> <p>$d = 0,11 \text{ m}$</p> <p>$do = 0,60 \text{ m}$</p> <p>$bo = 0,15 \text{ m}$</p> <p>Ancho colaborante: $d/do = 0,2$ $b1 (m) = 0,00$ $bm1/b1 = 0,00$ $b2 (m) = 1,46$ $bm2/b2 = 0,38$</p> <p>bm = bo + bm1 + bm2 = 0,71 m</p>	<p>$(l_0 = 0,6 \times l) = 0,565 \text{ m}$</p> <p>$h = 0,565 \text{ m}$</p> <p>$Ms = 36,23 \text{ KNm}$</p> <p>$\beta_r = 17.500 \text{ KN/m}^2$</p> <p>$\beta_s = 420.000 \text{ KN/m}^2$</p> <p>$b1/l_0 = 0,00$</p> <p>$bm1 (m) = (bm1 / b1) \times b1 = 0,00$</p> <p>$b2/l_0 = 0,55$</p> <p>$bm2 (m) = (bm2 / b2) \times b2 = 0,56$</p>	
<p><u>Dimensionamiento a torsión</u></p> <p>$Mt = 0,52 \text{ KNm}$</p> <p>$\sigma_s = 24,00 \text{ KN/cm}^2$</p> <p>$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} = 0,01 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,2}$</p> <p>$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} = 0,30 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k} \cdot p = 0,35 \text{ cm}^2$</p> <p>$a_{SL} / \text{barra} = a_{SL} / 4 = 0,09 \text{ cm}^2$</p> <p>Adopto 2 φ 4,2 en la parte superior-Asm = 0,28 cm²</p>	<p>$F_k = 0,04 \text{ m}^2$</p> <p>$p = 1,18 \text{ m}$</p> <p>$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,036 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,2}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I</p> <p>$\tau = 0,4 \tau_0 = 0,015 \text{ KN/cm}^2$</p> <p>$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 0,91 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>$1,3 \tau_{0,2} = 0,234 \text{ KN/cm}^2$</p> <p>$\tau_0 + \tau_T = 0,047 \text{ KN/cm}^2 < 1,3 \tau_{0,2}$</p> <p>As total (corte y torsión) = 1,21 cm²/m</p> <p>Elijo φ 4,2 c/23 cm 1,22 cm²/m</p>	
<p><u>Dimensionamiento a flexión</u></p>	<p>Para ΔI / 2 (de C9 a C10)</p> <p>$z = h - d/2 = 0,51 \text{ m}$</p> <p>$Q = 27,90 \text{ KN}$</p> <p>$\tau_{0,2} = 0,075 \text{ KN/cm}^2$</p>	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<u>Viga Rectangular N° 7</u> (apoyos)		
d =	0,11 m	
do =	0,60 m	
bo =	0,15 m	
h =	0,565 m	
Ms (en C10) =	0,11 KNm	
βr =	17.500 KN/m ²	
βs =	420.000 KN/m ²	
<u>Dimensionamiento a flexión (en C10)</u>		
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,00	
com =	0,018	
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	0,64 cm ²	
As total (flexión y torsión) =	0,81 cm²	
Adopto 2 φ 8	As = 1,01 cm²	
<u>Dimensionamiento a corte</u>		
Para Δl / 2	(De C10 a C9)	
kz =	0,97	
z = kz x h =	0,55 m	
Q =	28,14 KN	
t _{0,1,2} =	0,075 KN/cm ²	
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,034 KN/cm ² < τ _{0,1,2} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I	
τ = 0,4 τ ₀ =	0,014 KN/cm ²	
σs =	24,00 KN/cm ²	
$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	0,86 cm ² /m	
1,3 τ _{0,2} =	0,234 KN/cm ²	
τ ₀ + τ _T =	0,024 KN/cm ² < 1,3 τ _{0,2}	
As total (corte y torsión) =	1,15 cm²/m	
Elijo	φ 4,2 c/24 cm	1,18 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.2.4.8) <u>Viga L N° 8</u> (tramo)</p> <p>l = 3,08 m lo = 1,85 m d = 0,11 m do = 0,60 m bo = 0,15 m</p> <p>Ancho colaborante: d/do = 0,2 b1 (m) = 0,00 bm1/b1 = 0,00 b2 (m) = 2,13 bm2/b2 = 0,23 bm = bo + bm1 + bm2 = 0,64 m</p>	<p>(lo = 0,6 x l) h = 0,565 m Ms = 3,88 KNm βr = 17.500 KN/m² βs = 420.000 KN/m²</p>	<p>$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,00$ kx = 0,08 x = kx x h = 0,05 m < d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida. cm = 0,018 $Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 2,71 \text{ cm}^2$ As total (flexión y torsión) = 2,83 cm² Adopto 3 φ 10 Asm = 2,36 cm²</p>	<p>Para Δl / 2 (de C9 a C7) z = h - d/2 = 0,51 m Q = 6,96 KN τ_{0,1,2} = 0,075 KN/cm² $\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,009 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,1,2}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I τ = 0,4 τ₀ = 0,004 KN/cm² $As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 0,23 \text{ cm}^2/\text{m}$ 1,3 τ_{0,2} = 0,234 KN/cm² τ₀ + τ_T = 0,017 KN/cm² < 1,3 τ_{0,2} As total (corte y torsión) = 0,44 cm²/m Elijo φ 4,2 c/30 cm 0,92 cm²/m</p>
<p><u>Dimensionamiento a torsión</u></p> <p>Mt = 0,38 KNm σs = 24,00 KN/cm² $\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} = 0,01 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,2} (0,18 \text{ KN/cm}^2)$ $a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} = 0,22 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} \cdot p = 0,26 \text{ cm}^2$ a_{SL} / barra = a_{SL} / 4 = 0,06 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 4,2 en la parte superior-Asm = 0,28 cm²</p>	<p>F_k = 0,04 m² p = 1,18 m</p>	<p><u>Dimensionamiento a corte</u></p>	
<p><u>Dimensionamiento a flexión</u></p>			

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<u>Viga Rectangular N° 8</u> (apoyos)		$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	1,94 cm ²
d =	0,11 m		
do =	0,60 m		
bo =	0,15 m		
h =	0,565 m		
Ms (en C9) =	0,52 KNm		
Ms (en C7) =	22,13 KNm		
$\beta_r =$	17.500 KN/m ²		
$\beta_s =$	420.000 KN/m ²		
<u>Dimensionamiento a flexión (en C9)</u>			
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,00		
cm =	0,018		
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	0,64 cm ²		
As total (flexión y torsión) =	0,76 cm²		
Adopto 2 ϕ 6	As = 0,57 cm²		
<u>Dimensionamiento a flexión (en C7)</u>			
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,03		
cm =	0,055		
		$As = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	2,07 cm ²
		As total (flexión y torsión) =	2,07 cm²
		Adopto 2 ϕ 12	As = 2,26 cm²
		<u>Dimensionamiento a corte</u>	
		Para $\Delta l / 2$ (De C7 a C9)	
		kz =	0,95
		z = kz x h =	0,54 m
		Q =	20,40 KN
		t _{0,12} =	0,075 KN/cm ²
		$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,025 KN/cm ² < $\tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1
		$\tau = 0,4 \tau_0 =$	0,010 KN/cm ²
		$\sigma_s =$	24,00 KN/cm ²
		As = $\frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	0,63 cm ² /m
		1,3 $\tau_{0,2} =$	0,234 KN/cm ²
		$\tau_0 + \tau_T =$	0,020 KN/cm ² < 1,3 $\tau_{0,2}$
		As total (corte y torsión) =	0,93 cm²/m
		Elijo	ϕ 4,2 c/30 cm 0,92 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.4.9) <u>Viga Rectangular N° 9</u>	(tramo)	
l = 4,43 m	(lo = 0,6 x l)	
lo = 2,66 m	h = 0,565 m	
d = 0,11 m	Ms = 58,10 KNm	
do = 0,60 m	βr = 17.500 KN/m ²	
bo = 0,15 m	βs = 420.000 KN/m ²	
<u>Dimensionamiento a torsión</u>		
Mt = 5,14 KNm	Fk = 0,04 m ²	
σs = 24,00 KN/cm ²	p = 1,18 m	
$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} =$	0,10 KN/cm ²	< τ _{0,2} (0,18 KN/cm ²)
$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} =$	2,94 cm ² /m	
$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} \cdot p =$	3,47 cm ²	
a _{SL} / barra = a _{SL} / 4 =	0,87 cm ²	
Adopto 2 φ 10	en la parte superior-Asm = 1,57 cm²	
<u>Dimensionamiento a flexión</u>		
$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,07	
cm = 0,134		
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	4,73 cm ²	
As total (flexión y torsión) = 6,47 cm²		
Adopto 2 φ 20	Asm = 6,28 cm²	
<u>Dimensionamiento a corte</u>		
Para Δ / 2 (de C7 a C5)		
z = h - d/2 = 0,51 m		
Q = 59,93 KN		
τ _{0,1,2} = 0,075 KN/cm ²		
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,078 KN/cm ²	< τ _{0,1,2} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1
τ = 0,4 τ ₀ =	0,031 KN/cm ²	
$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	1,96 cm ² /m	
1,3 τ _{0,2} =	0,234 KN/cm ²	
τ ₀ + τ _T =	0,179 KN/cm ²	< 1,3 τ _{0,2}
As total (corte y torsión) = 4,90 cm²/m		
Elijo φ 6 c/11 cm	5,18 cm²/m	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p><u>Viga Rectangular N° 9</u> (apoyos)</p> <p>d = 0,11 m do = 0,60 m bo = 0,15 m h = 0,565 m Ms (en C7) = 22,16 KNm Ms (en C5) = 76,15 KNm βr = 17.500 KN/m² βs = 420.000 KN/m²</p>	$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 6,18 \text{ cm}^2$ <p>As total (flexión y torsión) = 7,92 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 25 As = 9,42 cm²</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión (en C7)</u></p> <p>Para Δl / 2 (De C5 a C7)</p> <p>kz = 0,9 z = kz x h = 0,51 m Q = 52,25 KN t_{0,12} = 0,075 KN/cm²</p> <p>$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,069 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1</p> <p>τ = 0,4 τ₀ = 0,027 KN/cm²</p> <p>σs = 24,00 KN/cm²</p> <p>As = $\frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 1,71 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>1,3 τ_{0,2} = 0,234 KN/cm² τ₀ + τ_τ = 0,128 KN/cm² < 1,3 τ_{0,2}</p> <p>As total (corte y torsión) = 4,66 cm²/m</p> <p>Elijo φ 6 c/11 cm 5,18 cm²/m</p>	<p><u>Dimensionamiento a flexión (en C5)</u></p> <p>$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,03$ cm = 0,055</p> <p>$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 1,94 \text{ cm}^2$</p> <p>As total (flexión y torsión) = 3,68 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 16 As = 4,02 cm²</p> <p>$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,09$ cm = 0,175</p>

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.4.10) Viga LN° 10 (tramo)

l =	4,75 m	(lo = 0,6 x l)	
lo =	2,85 m	h =	0,565 m
d =	0,11 m	Ms =	46,94 KNm
do =	0,60 m	$\beta_r =$	17.500 KN/m ²
bo =	0,15 m	$\beta_s =$	420.000 KN/m ²
Anecho colaborante:			
d/do =	0,2	b1/lo =	0,00
b1 (m) =	0,00	bm1 (m) = (bm1 / b1) x b1 :	0,00
bm1/b1 =	0,00	b2/lo =	0,75
b2 (m) =	2,13	bm2 (m) = (bm2 / b2) x b2 :	0,62
bm2/b2 =	0,29	bm = bo + bm1 + bm2 =	0,77 m

kx =	0,08
x =	kx x h =
cm =	0,018
Asm =	$\frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$ 3,25 cm ²
As total (flexión y torsión) =	3,59 cm ²
Adopto	3 ϕ 12 Asm = 3,39 cm²

0,05 m < d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida.

Dimensionamiento a corte

Mt =	1,00 KNm	Para $\Delta I / 2$	(de C5 a C1)
$\sigma_s =$	24,00 KN/cm ²	z = h - d/2 =	0,51 m
$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot b_K} =$		Q =	151,29 KN
$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_S} =$		$\tau_{0,2} =$	0,180 KN/cm ²
$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_S} \cdot p =$		$\tau_{0,3} =$	0,300 KN/cm ²
$a_{SL} / \text{barra} = a_{SL} / 4 =$		$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,198 KN/cm ² < $\tau_{0,3}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 3
Adopto	2 ϕ 6	$\tau = 0,4 \tau_0 =$	0,079 KN/cm ²
	en la parte superior-Asm =	As = $\frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_S} =$	12,36 cm ² /m
		1,3 $\tau_{0,2} =$	0,234 KN/cm ²
		$\tau_0 + \tau_1 =$	0,217 KN/cm ² < 1,3 $\tau_{0,2}$
		As total (corte y torsión) =	12,93 cm ² /m
		Elijo	ϕ 8 c/8 cm 12,57 cm²/m

Dimensionamiento a torsión

Dimensionamiento a flexión

$$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,01$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Dimensionamiento a corte

Para $\Delta l / 2$	(De C1 a C5)
$kz =$	0,97
$z = kz \cdot x \cdot h =$	0,55 m
$Q =$	29,84 KN
$t_{0,1,2} =$	0,075 KN/cm ²
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,036 KN/cm ² < $\tau_{0,1,2}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1
$\tau = 0,4 \tau_0 =$	0,015 KN/cm ²
$\sigma_s =$	24,00 KN/cm ²
$A_s = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	0,91 cm ² /m
$1,3 \tau_{0,2} =$	0,234 KN/cm ²
$\tau_0 + \tau_T =$	0,034 KN/cm ² < $1,3 \tau_{0,2}$
As total (corte y torsión) =	1,48 cm ² /m
Elijo	ϕ 4,2 c/19 cm 1,47 cm ² /m

Viga Rectangular N° 10 (apoyos)

d =	0,11 m
do =	0,60 m
bo =	0,15 m
h =	0,565 m
Ms (en C5) =	77,51 KNm
$\beta_r =$	17.500 KN/m ²
$\beta_s =$	420.000 KN/m ²

Dimensionamiento a flexión (en C5)

$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,09
$\omega_m =$	0,175
$A_{sm} = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	6,18 cm ²
As total (flexión y torsión) =	6,52 cm ²
Adopto 2 ϕ 20	As = 6,28 cm ²

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

<p>9.3.2.4.11) <u>Viga L N° 11</u> (tramo)</p>				
l =	3,08 m	(lo = 0,6 x l)		
lo =	1,85 m	h =	0,565 m	
d =	0,11 m	Ms =	0,52 KNm	
do =	0,60 m	$\beta r =$	17.500 KN/m ²	
bo =	0,15 m	$\beta s =$	420.000 KN/m ²	
Ancho colaborante:				
d/do =	0,2			
b1 (m) =	0,00	b1/lo =	0,00	
bm1/b1 =	0,00	bm1 (m) = (bm1 / b1) x b1 :	0,00	
b2 (m) =	2,13	b2/lo =	1,15	
bm2/b2 =	0,23	bm2 (m) = (bm2 / b2) x b2 :	0,49	
bm = bo + bm1 + bm2 =	0,64 m			
<u>Dimensionamiento a torsión (En apoyo C8)</u>				
Mt =	20,45 KNm	F _k =	0,04 m ²	
$\sigma_s =$	24,00 KN/cm ²	p =	1,18 m	
$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} =$		0,19 KN/cm ²	< $\tau_{0,2}$ (0,18 KN/cm ²)	
$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} =$		11,70 cm ² /m		
$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot p} =$		13,81 cm ²		
$a_{SL} / barra = a_{SL} / 4 =$		3,45 cm ²		
<u>Dimensionamiento a torsión (En el resto de viga)</u>				
Mt =	0,42 KNm	F _k =	0,04 m ²	
$\sigma_s =$	24,00 KN/cm ²	p =	1,18 m	
$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} =$		0,01 KN/cm ²	< $\tau_{0,2}$ (0,18 KN/cm ²)	
$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} =$		0,24 cm ² /m		
$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot p} =$		0,28 cm ²		
$a_{SL} / barra = a_{SL} / 4 =$		0,07 cm ²		
Adopto 2 ϕ 4,2	en la parte superior-Asm =	0,28 cm²		
<u>Dimensionamiento a flexión</u>				
$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta r} =$		0,0001		
kx =		0,08		
x =	kx x h =	0,05 m	< d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida.	
cm =		0,00018		
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta r} =$		0,03 cm ²		
As total (flexión y torsión) =		0,17 cm²		
Adopto 2 ϕ 4,2	Asm =	0,28 cm²		
<u>Dimensionamiento a corte</u>				

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Dimensionamiento a flexión (en C8)

$$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,06$$

$$cm = 0,114$$

$$As_m = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 4,03 \text{ cm}^2$$

As total (flexión y torsión) = **4,17 cm²**
 Adopto 2 ϕ 16 As = **4,02 cm²**

Dimensionamiento a corte

Para $\Delta l / 2$ (De C8 a C10)

kz = 0,97
 z = kz x h = 0,55 m
 Q = 31,72 KN
 $t_{0,12} = 0,750 \text{ KN/cm}^2$

$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,039 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1

$\tau = 0,4 \tau_0 = 0,015 \text{ KN/cm}^2$

$\sigma_s = 24,00 \text{ KN/cm}^2$

$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 0,96 \text{ cm}^2/\text{m}$

$1,3 \tau_{0,2} = 0,234 \text{ KN/cm}^2$
 $\tau_0 + \tau_T = 0,047 \text{ KN/cm}^2 < 1,3 \tau_{0,2}$

As total (corte y torsión) = **12,67 cm²/m** (Sobre el apoyo)
 Elijo ϕ 8 c/8 cm
 As total (corte y torsión) = **1,21 cm²/m** (En el resto de la viga)
 Elijo ϕ 4,2 c/23 cm **1,22 cm²/m**

Para $\Delta l / 2$ (de C10 a C8)

z = h - d/2 = 0,51 m
 Q = 16,96 KN
 $\tau_{0,12} = 0,075 \text{ KN/cm}^2$

$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,022 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1

$\tau = 0,4 \tau_0 = 0,009 \text{ KN/cm}^2$

$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 0,55 \text{ cm}^2/\text{m}$

$1,3 \tau_{0,2} = 0,234 \text{ KN/cm}^2$
 $\tau_0 + \tau_T = 0,030 \text{ KN/cm}^2 < 1,3 \tau_{0,2}$

As total (corte y torsión) = **0,80 cm²/m**
 Elijo ϕ 4,2 c/30 cm **0,92 cm²/m**

Viga Rectangular N° 11 (apoyos)

d = 0,11 m
 do = 0,60 m
 bo = 0,15 m
 h = 0,565 m
 Ms (en C10) = 51,07 KNm
 $\beta_r = 17.500 \text{ KN/m}^2$
 $\beta_s = 420.000 \text{ KN/m}^2$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.2.4.12) <u>Viga Rectangular N° 12</u> (tramo)</p> <p>l = 4,43 m lo = 2,66 m d = 0,11 m do = 0,60 m bo = 0,15 m</p> <p>(lo = 0,6 x l) h = 0,565 m Ms = 47,85 KNm βr = 17.500 KN/m² βs = 420.000 KN/m²</p>	<p>cm = 0,114</p> <p>$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 4,03 \text{ cm}^2$</p> <p>As total (flexión y torsión) = 5,46 cm²</p> <p>Adopto 3 φ 16 Asm = 6,03 cm²</p>
<p><u>Dimensionamiento a torsión</u></p> <p>Mt = 4,26 KNm σs = 24,00 KN/cm² $\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot b_K} = 0,08 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,2} (0,18 \text{ KN/cm}^2)$</p> <p>$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_s} = 2,44 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_s} \cdot p = 2,88 \text{ cm}^2$ a_{SL} / barra = a_{SL} / 4 = 0,72 cm²</p> <p>Adopto 2 φ 10 en la parte superior-Asm = 1,57 cm²</p>	<p>(de C8 a Cruce)</p> <p>z = h - d/2 = 0,51 m Q = 67,16 KN τ_{0,1,2} = 0,180 KN/cm²</p> <p>$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,088 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{0,2}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 2</p> <p>τ = 0,4 τ₀ = 0,035 KN/cm²</p> <p>$\tau = \frac{\tau_0^2}{\tau_{0,2}} = 0,043 \text{ KN/cm}^2 > 0,4 \tau_0$</p> <p>As = $\frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 2,68 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>1,3 τ_{0,2} = 0,234 KN/cm² τ₀ + τ_T = 0,171 KN/cm² < 1,3 τ_{0,2}</p> <p>As total (corte y torsión) = 5,11 cm²/m</p> <p>Elijo φ 6 c/11 cm 5,18 cm²/m</p>

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<u>Viga Rectangular N° 12</u>	(apoyos)	
d =	0,11 m	
do =	0,60 m	
bo =	0,15 m	
h =	0,57 m	
Ms (en C8) =	35,12 KNm	
Ms (en Cruce) =	0,97 KNm	
βr =	17.500 KN/m ²	
βs =	420.000 KN/m ²	
<u>Dimensionamiento a flexión (en C8)</u>		
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta r} =$	0,04	
com =	0,075	
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta s / \beta r} =$	2,65 cm ²	
As total (flexión y torsión) =	4,09 cm²	
Adopto 2 ϕ 16	As =	4,02 cm²
<u>Dimensionamiento a flexión (en Cruce)</u>		
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta r} =$	0,00	
com =	0,009	
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta s / \beta r} =$		0,32 cm ²
As total (flexión y torsión) =		1,76 cm²
Adopto 2 ϕ 10	As =	1,57 cm²
<u>Dimensionamiento a corte</u>		
Para $\Delta l / 2$	(De Cruce a C8)	
kz =	0,97	
z = kz x h =	0,55 m	
Q =	24,92 KN	
$t_{0,12} =$	0,075 KN/cm ²	
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,030 KN/cm ² < $\tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1	
$\tau = 0,4 \tau_0 =$	0,012 KN/cm ²	
$\sigma_s =$	24,00 KN/cm ²	
$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	0,76 cm ² /m	
$1,3 \tau_{0,2} =$	0,234 KN/cm ²	
$\tau_0 + \tau_1 =$	0,113 KN/cm ² < $1,3 \tau_{0,2}$	
As total (corte y torsión) =		3,20 cm²/m
Elijo	ϕ 6 c/17 cm	3,34 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.2.4.13) <u>Viga T N° 13</u> (tramo)</p>			
l =	4,75 m	(lo = 0,6 x l)	
lo =	2,85 m	h =	0,565 m
d =	0,11 m	Ms =	63,75 KNm
do =	0,60 m	βr =	17.500 KN/m ²
bo =	0,15 m	βs =	420.000 KN/m ²
Ancho colaborante:			
d/do =	0,2		
b1 (m) =	2,80	b1/lo =	0,98
bm1/b1 =	0,23	bm1 (m) = (bm1 / b1) x b1 :	0,64
b2 (m) =	2,13	b2/lo =	0,75
bm2/b2 =	0,29	bm2 (m) = (bm2 / b2) x b2 :	0,62
bm = bo + bm1 + bm2 =	1,41 m		
<u>Dimensionamiento a torsión</u>			
Mt =	0,98 KNm	Fk =	0,04 m ²
σs =	24,00 KN/cm ²	p =	1,18 m
$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} =$		0,02 KN/cm ²	< τ ₀₂ (0,18 KN/cm ²)
$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} =$		0,56 cm ² /m	
$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} \cdot p =$		0,66 cm ²	
a _{SL} / barra = a _{SL} / 4 =		0,17 cm ²	
Adopto 2 φ 6	en la parte superior-Asm =	0,57 cm²	
<u>Dimensionamiento a flexión</u>			
$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$		0,01	
kx =	0,08		
x =	kx x h =		0,05 m < d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida.
ωm =	0,018		
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$		5,98 cm ²	
As total (flexión y torsión) =		6,31 cm²	
Adopto 2 φ 20	Asm =	6,28 cm²	
<u>Dimensionamiento a corte</u>			
Para Δl / 2	(de Cruce a C2)		
z = h - d/2 =	0,51 m		
Q =	140,98 KN		
τ ₀₂ =	0,180 KN/cm ²		
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$		0,184 KN/cm ²	< τ ₀₂ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 2
τ = 0,4 τ ₀ =	0,074 KN/cm ²		
$\tau = \frac{\tau_0^2}{\tau_{02}} =$		0,189 KN/cm ²	> 0,4 τ ₀
σs =	24,00 KN/cm ²		
$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$		11,79 cm ² /m	
1,3 τ ₀₂ =	0,234 KN/cm ²		
τ ₀ + τ ₁ =	0,204 KN/cm ²		< 1,3 τ ₀₂
As total (corte y torsión) =		12,35 cm²/m	
Elijo	φ 8 c/8 cm		12,57 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<u>Viga Rectangular N° 13</u>	(apoyos)	$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	0,64 cm ²
d =	0,11 m	As total (flexión y torsión) =	0,97 cm²
do =	0,60 m	Adopto 2 φ 8	As = 1,01 cm²
bo =	0,15 m	<u>Dimensionamiento a corte</u>	
h =	0,565 m	Para Δ / 2	(De C2 a Cruce)
Ms (en Cruce) =	87,62 KNm	kz =	0,97
Ms (en C2) =	1,35 KNm	z = kz x h =	0,55 m
βr =	17.500 KN/m ²	Q =	68,40 KN
βs =	420.000 KN/m ²	t ₀₂ =	0,180 KN/cm ²
<u>Dimensionamiento a flexión (en Cruce)</u>		$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,083 KN/cm ² < τ ₀₂ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 2
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,10	τ = 0,4 τ ₀ =	0,033 KN/cm ²
com =	0,197	$\tau = \frac{\tau_0^2}{\tau_{02}} =$	0,038 KN/cm ² > 0,4 τ ₀
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	6,96 cm ²	σs =	24,00 KN/cm ²
As total (flexión y torsión) =	7,29 cm²	$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	2,40 cm ² /m
Adopto 2 φ 25	As = 9,82 cm²	1,3 τ ₀₂ =	0,234 KN/cm ²
<u>Dimensionamiento a flexión (en C2)</u>		τ ₀ + τ _r =	0,102 KN/cm ² < 1,3 τ ₀₂
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,00	As total (corte y torsión) =	2,96 cm²/m
com =	0,018	Elijo	φ 6 c/19 cm 2,99 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<u>Viga Rectangular N° 14</u>	(apoyos)	$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	1,31 cm ²
d =	0,11 m	As total (flexión y torsión) =	1,46 cm²
do =	0,60 m	Adopto 2 φ 10	As = 1,57 cm²
bo =	0,15 m	<u>Dimensionamiento a corte</u>	
h =	0,565 m	Para Δl / 2	(De C6 a C8)
Ms (en C8) =	29,53 KNm	kz =	0,96
Ms (en C6) =	18,81 KNm	z = kz x h =	0,54 m
βr =	17.500 KN/m ²	Q =	22,74 KN
βs =	420.000 KN/m ²	t _{0,12} =	0,075 KN/cm ²
<u>Dimensionamiento a flexión (en C8)</u>		$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,028 KN/cm ² < τ _{0,12} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,04	τ = 0,4 τ ₀ =	0,011 KN/cm ²
cm =	0,075	σs =	24,00 KN/cm ²
$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$	2,65 cm ²	$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	0,70 cm ² /m
As total (flexión y torsión) =	2,80 cm²	1,3 τ _{0,2} =	0,234 KN/cm ²
Adopto 3 φ 12	As = 3,39 cm²	τ ₀ + τ _r =	0,020 KN/cm ² < 1,3 τ _{0,2}
<u>Dimensionamiento a flexión (en C6)</u>		As total (corte y torsión) =	0,96 cm²/m
$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$	0,02	Elijo	φ 4,2 c/29 cm 0,97 cm²/m
cm =	0,037		

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.2.4.15) <u>Viga L N° 15</u> (tramo)</p>		<p>$l = 1,78$ m $l_0 = 1,07$ m $d = 0,11$ m $do = 0,60$ m $bo = 0,15$ m</p> <p>Ancho colaborante: $d/do = 0,2$ $b1 (m) = 0,00$ $bm1/b1 = 0,00$ $b2 (m) = 2,65$ $bm2/b2 = 0,23$ $bm = bo + bm1 + bm2 = 0,76$ m</p>	<p>$(l_0 = 0,6 \times l)$ $h = 0,565$ m $Ms = 3,76$ KNm $\beta r = 17.500$ KN/m² $\beta s = 420.000$ KN/m²</p>	<p>$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta r} = 0,001$ $kx = 0,08$ $x = kx \cdot h = 0,05$ m < d, entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida. $cm = 0,0018$ $Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta s / \beta r} = 0,32$ cm² As total (flexión y torsión) = 0,80 cm² Adopto 3 φ 6 Asm = 0,85 cm²</p>
<p><u>Dimensionamiento a torsión</u></p>		<p>$M_t = 1,43$ KNm $\sigma_s = 24,00$ KN/cm²</p> <p>$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot b_K} = 0,03$ KN/cm² < $\tau_{0,2}$ (0,18 KN/cm²)</p> <p>$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K \cdot \sigma_S} = 0,82$ cm²/m $a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_K} \cdot p = 0,96$ cm² $a_{SL} / \text{barra} = a_{SL} / 4 = 0,24$ cm²</p> <p>Adopto 2 φ 6 en la parte superior-Asm = 0,57 cm²</p>	<p>$F_K = 0,04$ m² $p = 1,18$ m $\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} = 0,029$ KN/cm² < $\tau_{0,2}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - Zona I $\tau = 0,4 \tau_0 = 0,011$ KN/cm² $As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_S} = 0,72$ cm²/m $1,3 \tau_{0,2} = 0,234$ KN/cm² $\tau_0 + \tau_T = 0,057$ KN/cm² < $1,3 \tau_{0,2}$</p> <p>As total (corte y torsión) = 1,53 cm²/m</p> <p>Elijo φ 4,2 c/18 cm 1,54 cm²/m</p>	
<p><u>Dimensionamiento a corte</u></p>		<p>Para Δ / 2 (de C6 a C4) $z = h - d/2 = 0,51$ m $Q = 21,89$ KN $\tau_{0,1,2} = 0,075$ KN/cm²</p>	<p>Adopto 3 φ 6</p>	
<p><u>Dimensionamiento a flexión</u></p>		<p>Adopto 2 φ 6</p>	<p>Adopto 3 φ 6</p>	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p><u>Viga Rectangular N° 15</u></p> <p>d = 0,11 m do = 0,60 m bo = 0,15 m h = 0,565 m Ms (en C8) = 22,16 KNm βr = 17.500 KN/m² βs = 420.000 KN/m²</p>	<p>(apoyos)</p> <p>0,11 m 0,60 m 0,15 m 0,565 m 22,16 KNm 17.500 KN/m² 420.000 KN/m²</p>	<p><u>Dimensionamiento a corte</u></p> <p>Para Δl / 2 (De C4 a C6)</p> <p>kz = 0,97 z = kz x h = 0,55 m Q = 7,30 KN t_{0,12} = 0,075 KN/cm² $\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$ 0,009 KN/cm² < τ_{0,12} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona 1</p> <p>τ = 0,4 τ₀ = 0,004 KN/cm² σs = 24,00 KN/cm² $As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$ 0,22 cm²/m 1,3 τ₀₂ = 0,234 KN/cm² τ₀ + τ_T = 0,012 KN/cm² < 1,3 τ₀₂ As total (corte y torsión) = 1,04 cm²/m Elijo φ 4,2 c/26 cm 1,06 cm²/m</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión (en C6)</u></p> <p>$m_s = \frac{M_s}{b_0 \cdot h^2 \cdot \beta_r} =$ 0,03 ωm = 0,055 $Asm = \frac{10000 \cdot \omega_m \cdot b_0 \cdot h}{\beta_s / \beta_r} =$ 1,94 cm² As total (flexión y torsión) = 2,42 cm² Adopto 3 φ 10 As = 2,36 cm²</p>	<p>0,03 0,055 1,94 cm² 2,42 cm² As = 2,36 cm²</p>	<p>As total (corte y torsión) = 1,04 cm²/m Elijo φ 4,2 c/26 cm 1,06 cm²/m</p>

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.4.16) Viga L N° 16 (tramo)

l =	3,50 m	(lo = 0,6 x l)	
lo =	2,10 m	h =	0,565 m
d =	0,11 m	Ms =	29,93 KNm
do =	0,60 m	βr =	17.500 KN/m ²
bo =	0,15 m	βs =	420.000 KN/m ²
Ancho colaborante:			
d/do =	0,2	b1/lo =	0,00
b1 (m) =	0,00	bm1 (m) = (bm1 / b1) x b1 :	0,00
bm1/b1 =	0,00	b2/lo =	1,33
b2 (m) =	2,80	bm2 (m) = (bm2 / b2) x b2 :	0,64
bm2/b2 =	0,23		
bm = bo + bm1 + bm2 =	0,79 m		

$$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \beta_r} = 0,01$$

$$kx = 0,08$$

$$x = kx \cdot h = 0,05 \text{ m} < d, \text{ entonces el eje neutro está situado en el ala comprimida.}$$

$$cm = 0,018$$

$$Asm = \frac{10000 \cdot \omega_M \cdot b \cdot h}{\beta_s / \beta_r} = 3,36 \text{ cm}^2$$

$$\text{As total (flexión y torsión)} = 3,92 \text{ cm}^2$$

Adopto 2 φ 16 Asm = 4,02 cm²

Dimensionamiento a torsión

Mt =	1,65 KNm	Fk =	0,04 m ²
σs =	24,00 KN/cm ²	p =	1,18 m
$\tau_T = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot b_k} =$	0,03 KN/cm ²	$< \tau_{0,2} (0,18 \text{ KN/cm}^2)$	
$a_{ST} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k \cdot \sigma_s} =$	0,95 cm ² /m		
$a_{SL} = \frac{M_T}{2 \cdot F_k} \cdot p =$	1,12 cm ²		
a _{SL} / barra = a _{SL} / 4 =	0,28 cm ²		
Adopto 2 φ 6	en la parte superior-Asm = 0,57 cm²		

Dimensionamiento a flexión

Para Δl / 2	(de C4 a C3)
z = h - d/2 =	0,51 m
Q =	31,98 KN
τ _{0,1,2} =	0,075 KN/cm ²
$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$	0,042 KN/cm ² < τ _{0,1,2} entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I
τ = 0,4 τ ₀ =	0,017 KN/cm ²
As = $\frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$	1,05 cm ² /m
1,3 τ _{0,2} =	0,234 KN/cm ²
τ ₀ + τ _T =	0,074 KN/cm ² < 1,3 τ _{0,2}
As total (corte y torsión) =	1,99 cm ² /m
Elijo	φ 4,2 c/13 cm 2,09 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Dimensionamiento a corte

Para $\Delta l / 2$

(De C3 a C4)

$kz =$

0,97

$z = kz \times h =$

0,55 m

$Q =$

24,69 KN

$t_{0,12} =$

0,075 KN/cm²

$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 \cdot z \cdot 10000} =$

0,030 KN/cm² < $\tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I

$\tau = 0,4 \tau_0 =$

0,012 KN/cm²

$\sigma_s =$

24,00 KN/cm²

$As = \frac{10000 \cdot \tau \cdot b_0}{\sigma_s} =$

0,75 cm²/m

$1,3 \tau_{0,2} =$

0,234 KN/cm²

$\tau_0 + \tau_T =$

0,044 KN/cm² < $1,3 \tau_{0,2}$

As total (corte y torsión) =

1,70 cm²/m

Elijo

ϕ 4,2 c/16 cm

1,74 cm²/m

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.4.17) Resumen de armadura adoptada y homogeneización

Viga	Dimensiones		Armadura																	
			Adoptada						Homogeneizada											
			Tramo		Apoyos		Estribos		Tramo		Apoyos		Estribos							
Ancho	Alto	Long.	Sup.	Inf.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Sep.	Izq.	Sep.	Der.	Izq.	Sep.	Der.	Izq.	Sep.			
1	0,15	0,60	4,40	2 φ 4,2	3 φ 12	φ 4,2	c/16 cm	φ 4,2	c/29 cm	2 φ 4,2	3 φ 12	φ 4,2	c/16 cm	3 φ 16	φ 4,2	c/29 cm	φ 4,2	c/16 cm	φ 4,2	c/29 cm
2	0,15	0,60	5,75	2 φ 6	2 φ 16	φ 6	c/26 cm	φ 6	c/17 cm	2 φ 6	2 φ 16	φ 6	c/26 cm	3 φ 16	φ 6	c/26 cm	φ 6	c/26 cm	φ 6	c/17 cm
3	0,15	0,60	4,40	2 φ 6	2 φ 16	φ 6	c/24 cm	φ 6	c/30 cm	2 φ 6	2 φ 16	φ 6	c/24 cm	2 φ 16	φ 6	c/24 cm	φ 6	c/24 cm	φ 6	c/30 cm
4	0,15	0,60	4,50	2 φ 6	2 φ 16	φ 6	c/22 cm	φ 6	c/20 cm	2 φ 6	2 φ 16	φ 6	c/22 cm	2 φ 16	φ 6	c/20 cm	φ 6	c/20 cm	φ 6	c/20 cm
5	0,15	0,25	4,40	2 φ 4,2	2 φ 12	φ 6	c/27 cm	φ 6	c/27 cm	2 φ 4,2	2 φ 12	φ 6	c/27 cm	2 φ 10	φ 6	c/27 cm	φ 6	c/27 cm	φ 6	c/27 cm
6	0,15	0,60	4,40	2 φ 4,2	3 φ 16	φ 4,2	c/15 cm	φ 4,2	c/17 cm	2 φ 4,2	3 φ 16	φ 4,2	c/15 cm	2 φ 10	φ 4,2	c/15 cm	φ 4,2	c/15 cm	φ 4,2	c/15 cm
7	0,15	0,60	4,40	2 φ 4,2	3 φ 12	φ 4,2	c/24 cm	φ 4,2	c/23 cm	2 φ 4,2	3 φ 12	φ 4,2	c/24 cm	2 φ 10	φ 4,2	c/23 cm	φ 4,2	c/23 cm	φ 4,2	c/23 cm
8	0,15	0,60	3,08	2 φ 4,2	3 φ 10	φ 4,2	c/30 cm	φ 4,2	c/30 cm	2 φ 4,2	3 φ 10	φ 4,2	c/30 cm	2 φ 16	φ 4,2	c/30 cm	φ 4,2	c/30 cm	φ 4,2	c/30 cm
9	0,15	0,60	4,43	2 φ 10	2 φ 20	φ 6	c/11 cm	φ 6	c/11 cm	2 φ 10	2 φ 20	φ 6	c/11 cm	2 φ 25	φ 6	c/11 cm	φ 6	c/11 cm	φ 6	c/11 cm
10	0,15	0,60	4,75	2 φ 6	3 φ 12	φ 4,2	c/19 cm	φ 4,2	c/19 cm	2 φ 6	3 φ 12	φ 8	c/19 cm	2 φ 20	φ 4,2	c/19 cm	φ 8	c/19 cm	φ 8	c/8 cm
11	0,15	0,60	3,08	2 φ 4,2	2 φ 4,2	φ 4,2	c/23 cm	φ 4,2	c/30 cm	2 φ 4,2	2 φ 4,2	φ 4,2	c/23 cm	2 φ 16	φ 4,2	c/30 cm	φ 4,2	c/23 cm	φ 4,2	c/30 cm
12	0,15	0,60	4,43	2 φ 10	3 φ 16	φ 6	c/11 cm	φ 6	c/17 cm	2 φ 10	3 φ 16	φ 6	c/11 cm	2 φ 25	φ 6	c/11 cm	φ 6	c/11 cm	φ 6	c/17 cm
13	0,15	0,60	4,75	2 φ 6	2 φ 20	φ 6	c/19 cm	φ 6	c/19 cm	2 φ 6	2 φ 20	φ 8	c/19 cm	2 φ 25	φ 6	c/19 cm	φ 8	c/19 cm	φ 8	c/8 cm
14	0,15	0,60	6,36	2 φ 4,2	2 φ 12	φ 4,2	c/29 cm	φ 4,2	c/25 cm	2 φ 4,2	2 φ 12	φ 4,2	c/29 cm	3 φ 10	φ 4,2	c/25 cm	φ 4,2	c/25 cm	φ 4,2	c/25 cm
15	0,15	0,60	1,78	2 φ 6	3 φ 6	φ 4,2	c/26 cm	φ 4,2	c/18 cm	2 φ 6	3 φ 6	φ 4,2	c/26 cm	2 φ 6	φ 4,2	c/18 cm	φ 4,2	c/26 cm	φ 4,2	c/18 cm
16	0,15	0,60	3,50	2 φ 6	2 φ 16	φ 4,2	c/16 cm	φ 4,2	c/13 cm	2 φ 6	2 φ 16	φ 4,2	c/16 cm	2 φ 6	φ 4,2	c/13 cm	φ 4,2	c/16 cm	φ 4,2	c/13 cm

Nota 1: la armadura de apoyos contiguos de vigas continuas se indica con el mismo color
Las vigas continuas que comparten apoyo son:



TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.2.4.18) Longitudes de empalme y anclaje

Viga	d_s	τ_{adm}	β_s	L0	As nec.	As exist.	α_1	L1	10ds	dbr	dbr/2 + ds	L2	6ds	L3	α_e	Le	15ds	1,5dbr	10ds
1	0,012	1800	420000	0,40	3,33	3,39	1,00	0,39	0,12	0,05	0,04	0,26	0,07	0,39	1,20	0,07	0,18	0,07	
1as	0,0042	900	420000	0,28	0,06	0,28	1,00	0,06	0,04	0,02	0,01	0,04	0,03	0,06	1,20	0,07	0,18	0,07	
2	0,016	1800	420000	0,53	4,28	4,02	1,00	0,57	0,16	0,06	0,05	0,38	0,10	0,57	1,20	0,10	0,06	0,03	
2as	0,006	900	420000	0,40	0,06	0,28	1,00	0,08	0,06	0,02	0,02	0,06	0,04	0,08	1,20	0,10	0,06	0,03	
1 y 2	0,016	900	420000	1,07	5,16	6,03	1,00	0,91	0,16	0,06	0,05	0,61	0,10	0,91	1,60	0,24	0,09	0,04	
1 y 2 ai	0,006	1800	420000	0,20	0,42	0,57	1,00	0,15	0,06	0,02	0,02	0,10	0,04	0,15	1,60	0,24	0,09	0,04	
3	0,016	1800	420000	0,53	3,63	4,02	1,00	0,48	0,16	0,06	0,05	0,32	0,10	0,48	1,20	0,39	0,24	0,10	
3as	0,006	900	420000	0,40	0,46	0,57	1,00	0,32	0,06	0,02	0,02	0,21	0,04	0,32	1,20	0,39	0,24	0,10	
4	0,016	1800	420000	0,53	3,57	4,02	1,00	0,47	0,16	0,06	0,05	0,32	0,10	0,47	1,20	0,52	0,24	0,10	
4as	0,006	900	420000	0,40	0,62	0,57	1,00	0,44	0,06	0,02	0,02	0,29	0,04	0,44	1,20	0,52	0,24	0,10	
3 y 4	0,016	900	420000	1,07	3,94	4,02	1,00	1,05	0,16	0,06	0,05	0,70	0,10	1,05	1,20	0,35	0,09	0,04	
3 y 4 ai	0,006	1800	420000	0,20	0,62	0,57	1,00	0,22	0,06	0,02	0,02	0,15	0,04	0,22	1,60	0,35	0,09	0,04	
5	0,012	1800	420000	0,40	2,22	2,26	1,00	0,39	0,12	0,05	0,04	0,26	0,07	0,39	1,20	0,12	0,18	0,07	
5as	0,0042	900	420000	0,28	0,10	0,28	1,00	0,10	0,04	0,02	0,01	0,07	0,03	0,10	1,20	0,12	0,18	0,07	
5sizq	0,01	1800	420000	0,33	1,63	1,57	1,00	0,35	0,10	0,04	0,03	0,23	0,06	0,35	1,20	0,29	0,24	0,10	
5sder	0,012	1800	420000	0,40	2,17	2,26	1,00	0,38	0,12	0,05	0,04	0,26	0,07	0,38	1,20	0,29	0,24	0,10	
6	0,016	1800	420000	0,53	5,13	6,03	1,00	0,45	0,16	0,06	0,05	0,30	0,10	0,45	1,20	0,21	0,18	0,07	
6as	0,0042	900	420000	0,28	0,24	0,28	1,00	0,24	0,04	0,02	0,01	0,16	0,03	0,24	1,20	0,21	0,18	0,07	
6sd	0,01	900	420000	0,67	1,55	1,57	1,00	0,66	0,10	0,04	0,03	0,44	0,06	0,66	1,20	0,15	0,15	0,06	
7	0,012	1800	420000	0,40	3,17	3,39	1,00	0,37	0,12	0,05	0,04	0,25	0,07	0,37	1,20	0,21	0,18	0,07	
7as	0,0042	900	420000	0,28	0,18	0,28	1,00	0,18	0,04	0,02	0,01	0,12	0,03	0,18	1,20	0,21	0,18	0,07	
8	0,01	1800	420000	0,33	2,83	2,36	1,00	0,40	0,10	0,04	0,03	0,27	0,06	0,40	1,20	0,15	0,15	0,06	
8as	0,0042	900	420000	0,28	0,13	0,28	1,00	0,13	0,04	0,02	0,01	0,09	0,03	0,13	1,20	0,15	0,15	0,06	
8 y 9	0,016	900	420000	1,07	3,68	4,02	1,00	0,98	0,16	0,06	0,05	0,65	0,10	0,98	1,20	0,29	0,18	0,07	
9	0,02	1800	420000	0,67	6,47	6,28	1,00	0,69	0,20	0,08	0,06	0,46	0,12	0,69	1,20	0,17	0,09	0,04	
9 ai	0,01	1800	420000	0,33	1,74	1,57	1,00	0,37	0,10	0,04	0,03	0,25	0,06	0,37	1,60	0,59	0,24	0,10	
9 y 10	0,025	900	420000	1,67	7,92	9,42	1,00	1,40	0,25	0,10	0,08	0,93	0,15	1,40	1,20	0,73	0,24	0,10	
10	0,012	1800	420000	0,40	3,59	3,39	1,00	0,42	0,12	0,05	0,04	0,28	0,07	0,42	1,20	0,29	0,18	0,07	
10as	0,006	900	420000	0,40	0,34	0,57	1,00	0,24	0,06	0,02	0,02	0,16	0,04	0,24	1,20	0,19	0,38	0,15	
11ai	0,006	1800	420000	0,20	0,17	0,28	1,00	0,12	0,06	0,02	0,02	0,08	0,04	0,12	1,20	0,17	0,09	0,04	
11as	0,0042	900	420000	0,28	0,14	0,28	1,00	0,14	0,04	0,02	0,01	0,09	0,03	0,14	1,20	0,17	0,09	0,04	
11 y 12	0,016	900	420000	1,07	4,17	4,02	1,00	1,11	0,16	0,06	0,05	0,74	0,10	1,11	1,20	0,73	0,24	0,10	
12	0,016	1800	420000	0,53	5,46	6,03	1,00	0,48	0,16	0,06	0,05	0,32	0,10	0,48	1,20	0,73	0,24	0,10	
12as	0,01	900	420000	0,67	1,44	1,57	1,00	0,61	0,10	0,04	0,03	0,41	0,06	0,61	1,20	0,73	0,24	0,10	
12 y 13	0,025	900	420000	1,67	7,29	9,82	1,00	1,24	0,25	0,10	0,08	0,82	0,15	1,24	1,20	0,46	0,09	0,04	
13	0,02	1800	420000	0,67	6,31	6,28	1,00	0,67	0,20	0,08	0,06	0,45	0,12	0,67	1,20	0,46	0,09	0,04	
13ai	0,006	1800	420000	0,20	0,33	0,57	1,00	0,12	0,06	0,02	0,02	0,08	0,04	0,12	1,60	0,19	0,38	0,15	
13as	0,01	900	420000	0,67	0,33	0,57	1,00	0,39	0,10	0,04	0,03	0,26	0,06	0,39	1,20	0,46	0,09	0,04	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.3.3) Columnas****9.3.3.1) Solicitaciones****9.3.3.1.1) Ingreso de Datos (vigas y columnas) en el programa de cálculo**

Ver 9.3.2.3.1.

9.3.3.1.2) Salida de Datos (COLUMNAS) del programa de cálculo

Elemento	Secc. (m)	Caso	N (KN)	M2 (y) (KNm)	M3 (x) (KNm)
Columna 1	0,00	VIENTOY	-62,56	-0,0000143	0,0000610
Columna 1	0,00	VIENTOX	-62,63	-0,0000005	-0,0000076
Columna 1	0,00	VIENTO-X	-62,63	-0,0000005	-0,0000076
Columna 1	0,00	VIENTO-Y	-62,56	0,0000010	0,0000610
Columna 1	7,50	VIENTO-Y	-55,36	0,0000001	0,0009193
Columna 1	7,50	VIENTOY	-55,36	0,0000134	0,0009193
Columna 2	0,00	VIENTO-Y	-182,68	-0,0000076	0,0005188
Columna 2	0,00	VIENTOX	-182,70	0,0039000	0,0000153
Columna 2	0,00	VIENTO-X	-182,70	0,0039000	0,0000153
Columna 2	7,50	VIENTO-Y	-175,48	0,0000067	0,0005188
Columna 2	7,50	VIENTO-X	-175,50	0,0039000	0,0000153
Columna 3	0,00	VIENTO-X	-79,85	-0,0000005	-0,0000076
Columna 3	0,00	VIENTOX	-79,85	-0,0000005	0,0000076
Columna 3	0,00	VIENTOY	-79,84	0,0000000	-0,0004883
Columna 3	0,00	VIENTO-Y	-79,84	0,0000076	0,0000000
Columna 3	7,50	VIENTOX	-72,65	-0,0073000	-0,0000210
Columna 3	7,50	VIENTO-X	-72,65	-0,0073000	0,0000067
Columna 3	7,50	VIENTO-Y	-72,64	-0,0000067	0,0009155
Columna 4	0,00	VIENTO-X	-33,33	-0,0000153	0,0039000
Columna 4	0,00	PPROPIO	-34,50	0,0000000	0,0000000
Columna 4	0,00	VIENTOY	-33,36	0,0010000	-0,0000010
Columna 4	7,50	VIENTO-Y	-24,36	-0,0038000	-0,0000125
Columna 4	7,50	VIENTO-X	-24,33	0,0000134	0,0039000
Columna 5	0,00	VIENTO-Y	-245,34	-0,0000076	-0,0000305
Columna 5	0,00	VIENTOY	-245,33	0,0000000	0,0004578
Columna 5	0,00	VIENTOX	-246,50	0,0000005	0,0000000
Columna 5	0,00	VIENTO-X	-246,50	0,0000005	0,0000000
Columna 5	7,50	VIENTO-Y	-238,14	0,0000049	-0,0008888
Columna 6	0,00	VIENTO-X	-101,43	-0,0078000	0,0039000
Columna 6	0,00	VIENTOX	-101,43	0,0040000	0,0000000
Columna 6	7,50	VIENTOX	-92,43	-0,0181000	0,0000286
Columna 6	7,50	VIENTO-X	-92,43	-0,0005417	-0,0034000
Columna 7	0,00	VIENTO-Y	-216,86	0,0000005	0,0004883
Columna 7	0,00	VIENTOY	-216,85	0,0000005	0,0004883
Columna 7	0,00	VIENTO-X	-217,79	0,0039000	-0,0000076
Columna 7	0,00	VIENTOX	-217,79	0,0039000	0,0000000
Columna 7	7,50	VIENTOX	-210,59	-0,0034000	-0,0000715
Columna 7	7,50	VIENTO-X	-210,59	-0,0034000	-0,0000649
Columna 7	7,50	VIENTOY	-209,65	-0,0000147	-0,0004845
Columna 7	7,50	VIENTO-Y	-209,66	0,0000139	-0,0004845
Columna 8	0,00	VIENTOX	-185,77	-0,0000010	0,0000076
Columna 8	0,00	VIENTOY	-185,06	0,0000010	0,0009460
Columna 8	0,00	VIENTO-Y	-185,06	0,0000162	0,0009460
Columna 8	0,00	VIENTO-X	-185,77	0,0078000	-0,0000153
Columna 8	7,50	VIENTO-Y	-176,06	-0,0000446	0,0009460
Columna 8	7,50	VIENTOY	-176,06	-0,0000312	0,0009460
Columna 8	7,50	VIENTO-X	-176,77	0,0078000	0,0000134
Columna 9	0,00	VIENTOX	-41,45	-0,0039000	0,0000000
Columna 9	0,00	VIENTO-X	-41,45	-0,0039000	0,0000076
Columna 9	0,00	VIENTO-Y	-41,47	-0,0000081	-0,0004883
Columna 9	0,00	VIENTOY	-41,47	-0,0000005	-0,0004883
Columna 9	0,00	PPROPIO	-42,04	0,0000000	0,0000000
Columna 9	7,50	VIENTOX	-34,25	-0,0112000	-0,0000143
Columna 9	7,50	VIENTO-X	-34,25	-0,0112000	-0,0000067
Columna 9	7,50	VIENTOY	-34,27	-0,0000014	0,0004845
Columna 9	7,50	VIENTO-Y	-34,27	0,0000053	0,0004845
Columna 10	0,00	VIENTOY	-34,79	-0,0000081	-0,0005188
Columna 10	0,00	VIENTO-Y	-34,79	-0,0000081	-0,0005188
Columna 10	0,00	PPROPIO	-36,62	0,0000000	0,0000000
Columna 10	7,50	VIENTOY	-27,59	-0,0000081	-0,0014000
Columna 10	7,50	VIENTO-Y	-27,59	-0,0000081	-0,0005188

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.3.2) Dimensionamiento columnas

<p>9.3.3.2.1) <u>Columna N°1</u></p> <p>N = 62,63 KN M1x = 0,000061 KNm M2x = 0,000919 KNm M1y = 0,000013 KNm M2y = -0,000014 KNm I_{tot} = 0,01 β_s = 42,00 KN/cm² β_r = 1,75 KN/cm²</p> <p><u>Dimensionamiento del hormigón</u></p> <p>Ab = $\frac{2,1 \cdot N}{\beta_r + \mu_{tr} \cdot \beta_s} = 60,61 \text{ cm}^2$</p> <p>Adoptamos Ab = b x d = 20 cm x 20 cm</p> <p><u>Verificación al pandeo</u></p> <p>Luz de pandeo según eje Y</p> <p>$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 13333,33 \text{ cm}^4$ $J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$ $J_{R1} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$ $J_{R2} = 0,00 \text{ cm}^4$ S₁ = h · 100 = 750,00 cm S₂ = 0,00 cm</p> <p>$K_A = K_B = \frac{J_{S1} / S_1 + J_{S2} / S_2}{J_{R1} / I_1 + J_{R2} / I_2} = 0,03$</p> <p>β = 0,00 β (adoptado) = 1,14 Sk_y = β · x · h = 8,55 m</p> <p>Luz de pandeo según eje X</p> <p>$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 13333,33 \text{ cm}^4$ $J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$</p>	<p>h = 7,50 m b₀ (ancho vigas) = 15,00 cm d₀ (altura vigas) = 60,00 cm I₁ y = 440,00 cm⁴ I₁ x = 475,00 cm⁴ ex prevista = 2,50 cm ey prevista = 2,50 cm</p> <p>N = 62,63 KN M1x = 0,000061 KNm M2x = 0,000919 KNm M1y = 0,000013 KNm M2y = -0,000014 KNm I_{tot} = 0,01 β_s = 42,00 KN/cm² β_r = 1,75 KN/cm²</p> <p><u>Dimensionamiento del acero</u></p> <p>d₁ = 3,50 cm d₁/d = 0,18 (**) $n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta_r} = 0,089$ $m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta_r} = 0,011$ $m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta_r} = 0,011$</p> <p>Según Tabla 4.5a Con (*), (**), (***) , n, m_{xy} ⇒ ω₀ total = 0,40</p> <p>$A_{st} = \frac{\omega_{0r} \cdot Ab}{\beta_s / \beta_r} = 6,67 \text{ cm}^2$</p> <p>Armadura longitudinal: 4 φ 16 (2 φ 16 en c/cara - As total = 8,04 cm²) Estribos: φ 6 c/(12 x 1,6) cm = 19,2 cm</p>	<p>$J_{R1} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$ $J_{R2} = 0$ S₁ = h · 100 = 750 cm S₂ = 0</p> <p>$K_A = K_B = \frac{J_{S1} / S_1 + J_{S2} / S_2}{J_{R1} / I_1 + J_{R2} / I_2} = 0,03$</p> <p>β = 0,00 β (adoptado) = 1,14 Sk_x = β · h = 8,55 m</p> <p>Los tercios medios se superponen y Sk_x ≡ Sk_y, entonces:</p> <p>ey₁ = M1x/N = 0,00010 cm ey₂ = M2x/N = 0,00147 cm ex₁ = M1y/N = 0,00002 cm ex₂ = M2y/N = 0,00002 cm</p> <p>k = (ey/b) / (ex/d) = 0,02 Pandeo en dos direcciones $\lambda = 3,46 \cdot Sk / d = 147,92$ Elevada esbeltez</p> <p>(Extremo superior) M1y = M1y + N · ex = 1,57 KNm M1x = M1x + N · ey = 1,57 KNm (Extremo inferior) M2y = M2y + N · ex = -1,57 KNm M2x = M2x + N · ey = 1,57 KNm</p>
---	--	---

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

$$J_{R2} = 0$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} + \frac{J_{S2}}{12}}{J_{R1} + \frac{J_{R2}}{12}} = 0,06$$

$$\beta = 0,00$$

$$\beta \text{ (adoptado)} = 1,14$$

$$Skx = \beta \cdot h = 8,55 \text{ m}$$

Los tercios medios se superponen y $Skx \equiv Sky$, entonces:

$$ey_1 = M1x/N = 0,0003 \text{ cm} \quad ey_2 = M2x/N = 0,0003 \text{ cm}$$

$$ex_1 = M1y/N = 0,0021 \text{ cm} \quad ex_2 = M2y/N = 0,0021 \text{ cm}$$

$$k = (ey/b) / (ex/d) = 0,11 \quad \text{Pandeo en dos direcciones}$$

$$\lambda = 3,46 \cdot \frac{Sk}{d} = 118,33 \quad \text{Elevada esbeltez}$$

(Extremo superior) $M1y = M1x + N \cdot ex = 4,571 \text{ KNm}$

(Extremo inferior) $M2y = M2x + N \cdot ex = 4,571 \text{ KNm}$

$M2x = M2x + N \cdot ey = 0,001 \text{ KNm}$

Dimensionamiento del acero

$$d1 = 3,50 \text{ cm} \quad Sk/d = 34,20 (**)$$

$$d1/d = 0,14 (*) \quad e/d = 0,10 (***)$$

$$n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta r} = 0,209 \quad m_{2x} = \frac{M2x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} = 0,000002$$

$$m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} = 0,000002 \quad m_{2y} = \frac{M2y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} = 0,03$$

$$m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} = 0,03$$

Según Tabla 4.4a
Con (*), (**), (***) (****), n, m_{2y}

$$\omega_{total} = 0,65$$

$$A_{ST} = \frac{\omega_{OT} \cdot Ab}{\beta r / \beta r} = 13,54 \text{ cm}^2$$

Armadura longitudinal: $8 \phi 16$ (3 $\phi 16$ en c/cara - As total= 16,09 cm²)
Estribos: $\phi 6$ c/(12 x 1,6) cm = 19,2 cm
Ganchos: $\phi 6$ c/(12 x 1,6) cm x 2) cm = 38,4 cm

9.3.3.2.2) Columna N° 2

N = 182,70 KN

M1x = 0,001 KNm

M2x = 0,001 KNm

M1y = 0,004 KNm

M2y = 0,004 KNm

$\mu_{ot} = 0,01$

$\beta s = 42,00 \text{ KN/cm}^2$

$\beta r = 1,75 \text{ KN/cm}^2$

h = 7,50 m

b₀ (ancho vigas) = 15,00 cm

d₀ (altura vigas) = 60,00 cm

l1 y = 440,00 cm

l2 y = 575,00 cm

l1 x = 475,00 cm

ex prevista = 2,50 cm

ey prevista = 0,00 cm

Dimensionamiento del hormigón

$$Ab = \frac{2,1 \cdot N}{\beta_r + \mu_{ot} \cdot \beta_s} = 176,80 \text{ cm}^2$$

Adoptamos b = 20 cm

Ab = b x d = 8,84 cm

Adoptamos d = 25 cm

Verificación al pandeo

Luz de pandeo según eje Y

$$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 16666,67 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R1} = J_{R2} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750,00 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0,00 \text{ cm}$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} + \frac{J_{S2}}{12}}{J_{R1} + \frac{J_{R2}}{12}} = 0,02$$

$$\beta = 0,00$$

$$\beta \text{ (adoptado)} = 1,14$$

$$Skx = \beta \cdot h = 8,55 \text{ m}$$

Luz de pandeo según eje X

$$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 26041,67 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00$$

$$J_{R1} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

$$J_{R2} = 0$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1}/S1 + J_{S2}/S2}{J_{R1}/\Pi + J_{R2}/I2} = 0.02$$

$$\beta = \cong 0.00$$

$$\beta \text{ (adoptado)} = 1.14$$

$$Skx = \beta \cdot h = 8.55 \text{ m}$$

Los tercios medios se superponen y $Skx \cong SKy$, entonces:

$$ey_1 = M1x/N = 0.00061 \text{ cm} \quad ey_2 = M2x/N = 0.00115 \text{ cm}$$

$$ex_1 = M1y/N = 0.00001 \text{ cm} \quad ex_2 = M2y/N = 0.00914 \text{ cm}$$

$$k = (ey/b) / (ex/d) = 0.13 \quad \text{Pandeo en dos direcciones}$$

$$\lambda = 3.46 \cdot Sk / d = 147.92 \quad \text{Elevada esbeltez}$$

(Extremo superior) $M1y = M1y + N \cdot (ex + f1) = 2.00 \text{ KNm}$
 $M1x = M1x + N \cdot (ey + f1) = -2.00 \text{ KNm}$
 (Extremo inferior) $M2y = M2y + N \cdot (ex + f2) = -2.00 \text{ KNm}$
 $M2x = M2x + N \cdot (ey + f2) = 2.00 \text{ KNm}$

Dimensionamiento del acero

$$d1 = 3.50 \text{ cm} \quad Sk_x/d = 42.75 \text{ (***)}$$

$$d1/d = 0.18 \text{ (*)} \quad e/d = 0.13 \text{ (***)}$$

$$n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta r} = 0.114 \quad m_{2x} = \frac{M2x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} = 0.014$$

$$m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} = 0.014 \quad m_{2y} = \frac{M2y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} = 0.014$$

$$m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} = 0.014$$

Según Tabla 4.5a
 Con (*), (**), (***), n, m_{2y} $\Rightarrow \omega_0 \text{ total} = 0.65$
 $A_{3r} = \frac{\omega_{0r} \cdot Ab}{\beta s / \beta r} = 10.83 \text{ cm}^2$
Armadura longitudinal: $4 \phi 20$ (2 $\phi 20$ en c/cara - As total= 12.57 cm²)
Estribos: $\phi 6$ c/ 20 cm

9.3.3.2.3) Columna N° 3

$$N = 79.85 \text{ KN}$$

$$M1x = -0.00049 \text{ KNm}$$

$$M2x = 0.00092 \text{ KNm}$$

$$M1y = 0.00001 \text{ KNm}$$

$$M2y = -0.000730 \text{ KNm}$$

$$I_{x0} = 0.01$$

$$\beta s = 42.00 \text{ KN/cm}^2$$

$$\beta r = 1.75 \text{ KN/cm}^2$$

$$h = 7.50 \text{ m}$$

$$b_0 \text{ (ancho vigas)} = 15.00 \text{ cm}$$

$$d_0 \text{ (altura vigas)} = 60.00 \text{ cm}$$

$$I1 y = 575.00 \text{ cm}^4$$

$$I1 x = 350.00 \text{ cm}^4$$

$$ex \text{ prevista} = 2.50 \text{ cm}$$

$$ey \text{ prevista} = 2.50 \text{ cm}$$

Dimensionamiento del hormigón

$$Ab = \frac{2.1 \cdot N}{\beta_r + \mu_{0r} \cdot \beta_s} = 77.27 \text{ cm}^2$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$d = Ab/b = 3.86 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

Verificación al pandeo

Luz de pandeo según eje Y

$$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 13333.33 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0.00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R1} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000.00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R2} = 0.00 \text{ cm}^4$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750.00 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0.00 \text{ cm}$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1}/S1 + J_{S2}/S2}{J_{R1}/\Pi + J_{R2}/I2} = 0.04$$

$$\beta = \cong 0.00$$

$$\beta \text{ (adoptado)} = 1.14$$

$$SKY = \beta \cdot h = 8.55 \text{ m}$$

Luz de pandeo según eje X

$$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 13333.33 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0.00$$

$$J_{R1} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000.00 \text{ cm}^4$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.3.2.4) <u>Columna N° 4</u></p> <p>N = 34,50 KN M1x = 0,0039 KNm M2x = 0,0039 KNm M1y = 0,0010 KNm M2y = -0,0038 KNm I_{cr} = 0,01 β_s = 42,00 KN/cm² β_r = 1,75 KN/cm²</p>	<p>h = 7,50 m b₀ (ancho vigas) = 15,00 cm d₀ (altura vigas) = 60,00 cm I1 y = 178,00 cm⁴ I1 x = 350,00 cm⁴ ex prevista = 2,50 cm ey prevista = 5,00 cm</p>	<p>h = 7,50 m b₀ (ancho vigas) = 15,00 cm d₀ (altura vigas) = 60,00 cm I1 y = 178,00 cm⁴ I1 x = 350,00 cm⁴ ex prevista = 2,50 cm ey prevista = 5,00 cm</p>	<p>Los tercios medios se superponen y Skx ≡ Sky, entonces:</p> <p>ey₁ = M1x/N = 0,011 cm ex₁ = M1y/N = 0,003 cm ey₂ = M2x/N = 0,011 cm ex₂ = M2y/N = 0,011 cm k = (ey/b) / (ex/d) = 1,22 Pandeo oblicuo</p>	<p>0 750 cm 0 0,05 ≅ 0,00 1,14 8,55 m</p>
<p><u>Dimensionamiento del hormigón</u></p> <p>Ab = $\frac{2 \cdot I \cdot N}{\beta_r + \mu_{br} \cdot \beta_s} = 33,38 \text{ cm}^2$</p> <p>Adoptamos Ab = b x d = 20 cm x 1,67 cm Adoptamos d = 25 cm</p>	<p><u>Verificación al pandeo</u></p> <p>Luz de pandeo según eje Y</p> <p>$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 16666,67 \text{ cm}^4$ $J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$ $J_{R1} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$ $J_{R2} = 0,00 \text{ cm}^4$ S1 = h · 100 = 750,00 cm S2 = 0,00 cm $K_A = K_B = \frac{J_{S1} + J_{S2}}{J_{R1} + J_{R2}} = 0,01$ β = 0,00 β (adoptado) = 1,14 Sky = β x h = 8,55 m</p>	<p>$J_{R2} = 0$ S1 = h · 100 = 750 cm S2 = 0 $K_A = K_B = \frac{J_{S1} + J_{S2}}{J_{R1} + J_{R2}} = 0,05$ β = 0,00 β (adoptado) = 1,14 Skx = β · h = 8,55 m</p>	<p>Los tercios medios se superponen y Skx ≡ Sky, entonces:</p> <p>ey₁ = M1x/N = 0,011 cm ex₁ = M1y/N = 0,003 cm ey₂ = M2x/N = 0,011 cm ex₂ = M2y/N = 0,011 cm k = (ey/b) / (ex/d) = 1,22 Pandeo oblicuo</p> <p>k₁ = 1,88 figura 4.2.6 exx₁ = k₁ x ex₁ = 0,0055 cm exx₂ = k₁ x ex₂ = 0,0207 cm eyy₁ = k₁ x ey₁ = 0,0213 cm eyy₂ = k₁ x ey₂ = 0,0213 cm</p> <p>$Sk_x = Sk_x \cdot \sqrt{\frac{1 + k^2 \cdot (d/b)^2}{1 + k^2}} = 10,05 \text{ m}$ $\lambda_r = 3,46 \cdot Sk_r / d = 139,12$ Elevada esbeltez</p>	<p>0 750 cm 0 0,05 ≅ 0,00 1,14 8,55 m</p>
<p><u>Luz de pandeo según eje X</u></p> <p>$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 26041,67 \text{ cm}^4$ $J_{S2} = 0,00$ $J_{R1} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$</p>	<p><u>Dimensionamiento del acero</u></p> <p>d1 = 3,50 cm d1/d = 0,14 (6°) Sk_r/d1 = 40,21 (4***) e/d = 0,20 (4****)</p>	<p>(Extremo superior) M1y = M1y + N · (ex + f1) = 0,86 KNm M1x = M1x + N · (ey + f1) = 1,73 KNm (Extremo inferior) M2y = M2y + N · (ex + f2) = -0,87 KNm M2x = M2x + N · (ey + f2) = 1,73 KNm</p>	<p>0 750 cm 0 0,05 ≅ 0,00 1,14 8,55 m</p>	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.3.2.5) Columna N° 5

N =	246,50 KN	h =	7,50 m
M1x =	0,000458 KNm	b _y (ancho vigas) =	15,00 cm
M2x =	-0,000889 KNm	d ₀ (altura vigas) =	60,00 cm
M1y =	0,000005 KNm	l1 x =	442,50 cm
M2y =	-0,000008 KNm	l2 x =	475,00 cm
μ ₀ =	0,01	l1 y =	440,00 cm
β _s =	42,00 KN/cm ²	ex prevista =	0,00 cm
β _r =	1,75 KN/cm ²	ey prevista =	2,50 cm

Dimensionamiento del hormigón

$$Ab = \frac{2,1 \cdot N}{\beta_s + \mu_{0i} \cdot \beta_s} = 238,54 \text{ cm}^2$$

Adoptamos
 Ab = b x d
 Adoptamos

b = 25 cm
 d = 9,54 cm
 d = 20 cm

Verificación al pandeo

Luz de pandeo según eje Y

$$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 26041,67 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R1} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750,00 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0,00 \text{ cm}$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} / S_1 + J_{S2} / S_2}{J_{R1} / I_1 + J_{R2} / I_2} = 0,06$$

$$\beta = 0,00$$

$$\beta \text{ (adoptado)} = 1,14$$

$$SKY = \beta \cdot h = 8,55 \text{ m}$$

Luz de pandeo según eje X

$$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 16666,67 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00$$

$$J_{R1} = J_{R2} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$$

$$n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta_r} = 0,039$$

$$m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta_r} = 0,008$$

$$m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta_r} = 0,005$$

$$m_{2x} = \frac{M2x}{b \cdot d^2 \cdot \beta_r} = 0,008$$

$$m_{2y} = \frac{M2y}{d \cdot b^2 \cdot \beta_r} = 0,005$$

Según Tabla 4.4a
 Con (*), (**), (***) (****), n, m_{2y} → ω₀ total = **0,10**

Según Tabla 1.20a
 Con (*), n, m_{2x}, m_{2y} → ω₀ total = 0,00

$$A_{3Y} = \frac{\omega_{0Y} \cdot Ab}{\beta_s / \beta_r} = 2,08 \text{ cm}^2$$

4 φ 12 (2 φ 12 en c/cara - As total= 4,52 cm²)
φ 6 c/(12 x 1,2) cm = 14,4 cm

Armadura longitudinal:
 Estribos:

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.3.2.6) Columna Nº 6

N =	101,43 KN	h =	7,50 m
M1x =	-0,003 KNm	b ₀ (ancho vigas) =	15,00 cm
M2x =	0,004 KNm	d ₀ (altura vigas) =	60,00 cm
M1y =	-0,008 KNm	l1 x =	636,00 cm
M2y =	-0,018 KNm	l2 x =	178,00 cm
h ₀ =	0,01	l1 y =	450,00 cm
β _s =	42,00 KN/cm ²	ex prevista =	2,50 cm
β _r =	1,75 KN/cm ²	ey prevista =	3,50 cm

Dimensionamiento del hormigón

$$Ab = \frac{2,1 \cdot N}{\beta_s + \mu_{01} \cdot \beta_s} = 98,16 \text{ cm}^2$$

Adoptamos $b = 20 \text{ cm}$
 $Ab = b \cdot d \Rightarrow d = Ab/b = 4,91 \text{ cm}$
 Adoptamos $d = 2,5 \text{ cm}$

Verificación al pandeo

Luz de pandeo según eje Y

$$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 16666,67 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R1} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750,00 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0,00 \text{ cm}$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} / S_1 + J_{S2} / S_2}{J_{R1} / I_1 + J_{R2} / I_2} = 0,04$$

$$\beta = 0,00$$

$$\beta \text{ (adoptado)} = 1,14$$

$$SKY = \beta \cdot x \cdot h = 8,55 \text{ m}$$

Luz de pandeo según eje X

$$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 26041,67 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00$$

$$J_{R1} = J_{R2} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} / S_1 + J_{S2} / S_2}{J_{R1} / I_1 + J_{R2} / I_2} = 0,02$$

$$\beta = 0,00$$

$$\beta \text{ (adoptado)} = 1,14$$

$$SKx = \beta \cdot x \cdot h = 8,55 \text{ m}$$

Los tercios medios se superponen y Skx = Sky, entonces:

$$ey_1 = M1x/N = 0,000186 \text{ cm} \quad ey_2 = M2x/N = 0,000361 \text{ cm}$$

$$ex_1 = M1y/N = 0,000002 \text{ cm} \quad ex_2 = M2y/N = 0,000003 \text{ cm}$$

$$k = (ey/b) / (ex/d) = 0,01 \quad \text{Pandeo en 2 direcciones}$$

$$\lambda = 3,46 \cdot SK / d = 118,33 \quad \text{Elevada esbeltez}$$

(Extremo superior) $M1y = M1y + N \cdot ex = 0,000005 \text{ KNm}$

$M1x = M1x + N \cdot ey = 6,162833 \text{ KNm}$

(Extremo inferior) $M2y = M2y + N \cdot ex = -0,000008 \text{ KNm}$

$M2x = M2x + N \cdot ey = -6,163264 \text{ KNm}$

Dimensionamiento del acero

$$dl = 3,50 \text{ cm}$$

$$dl/d = 0,14 \text{ (**)}$$

$$SK/d = 34,20 \text{ (***)}$$

$$e/d = 0,10 \text{ (***)}$$

$$n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta r} = 0,282 \quad m_{2x} = \frac{M2x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} = 0,035$$

$$m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} = 0,035 \quad m_{2y} = \frac{M2y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} = 0,00000003$$

$$m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} = 0,00000002$$

Según Tabla 4.4a

Con (*), (**), (***)

n, m_{2x}

$$\omega_n \text{ total} = 0,80$$

$$A_{sT} = \frac{\omega_{0T} \cdot Ab}{\beta s / \beta r} = 16,67 \text{ cm}^2$$

Armadura longitudinal:

8 φ 16 (3 φ 16 en c/cara - A_s total = 16,09 cm²)

Estribos: φ 6 c/(12 x 1,6) cm = 19,2 cm

Ganchos: φ 6 c/(2 x 19,2) cm = 38,4 cm

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.3.2.7) Columna N° 7

N =	217,79 KN	h =	7,50 m
M1x =	-0,0005 KNm	b _v (ancho vigas) =	15,00 cm
M2x =	0,0005 KNm	d _v (altura vigas) =	60,00 cm
M1y =	-0,0034 KNm	l1 x =	307,50 cm
M2y =	0,0039 KNm	l2 x =	442,50 cm
h ₀ =	0,01	l1 y =	440,00 cm
β _s =	42,00 KN/cm ²	ex prevista =	0,00 cm
β _r =	1,75 KN/cm ²	ey prevista =	2,50 cm

Dimensionamiento del hormigón

$$Ab = \frac{2,1 \cdot N}{\beta_r + \mu_{0r} \cdot \beta_s} = 210,77 \text{ cm}^2$$

Adoptamos b = 25 cm
 Ab = b x d = 8,43 cm
 Adoptamos d = 20 cm

Verificación al pandeo

Luz de pandeo según eje Y

$$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 26041,67 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R1} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

S₁ = h · 100 = 750,00 cm
 S₂ = 0,00 cm

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} / S1 + J_{S2} / S2}{J_{R1} / I1 + J_{R2} / I2} = 0,06$$

β = 0,00
 β (adoptado) = 1,14
 SKY = β x h = 8,55 m

Luz de pandeo según eje X

$$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 16666,67 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00$$

$$J_{R1} = J_{R2} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$$

S₁ = h · 100 = 750 cm
 S₂ = 0

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} / S1 + J_{S2} / S2}{J_{R1} / I1 + J_{R2} / I2} = 0,02$$

β = 0,00
 β (adoptado) = 1,14
 SKX = β · h = 8,55 m

Los tercios medios se superponen y SKx ≡ SKy, entonces:

ey₁ = M1x/N = 0,003 cm ey₂ = M2x/N = 0,004 cm
 ex₁ = M1y/N = 0,008 cm ex₂ = M2y/N = 0,018 cm

k = (ey/b) / (ex/d) = 0,17 Pandeo en dos direcciones
 λ = 3,46 · SK_x / d = 118,33 Elevada esbeltez

(Extremo superior) M1y = M1y + N · ex = -2,54 KNm
 M1x = M1x + N · ey = -3,55 KNm

(Extremo inferior) M2y = M2y + N · ex = -2,55 KNm
 M2x = M2x + N · ey = 3,55 KNm

Dimensionamiento del acero

d1 = 3,50 cm SK/d = 34,20 (***)
 d1/d = 0,14 (*) e/d = 0,14 (***)

$$n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta_r} = 0,116$$

$$m_{2x} = \frac{M2x}{b \cdot d^2 \cdot \beta_r} = 0,016$$

$$m_{2y} = \frac{M2y}{d \cdot b^2 \cdot \beta_r} = 0,015$$

Según Tabla 4.4a
 Con (*), (**), (***), n, m_{2x} ω_p total = 0,30

$$A_{sr} = \frac{\omega_{sr} \cdot Ab}{\beta_s / \beta_r} = 6,25 \text{ cm}^2$$

Armadura longitudinal:
4 φ 16 (2 φ 16 en cara - As total = 8,04 cm²)
 Estribos: **φ 6 c/(12 x 1,6) cm = 19,2 cm**

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

$S_1 = h \cdot 100 =$	750	cm							
$S_2 =$	0								
$K_A = K_B = \frac{J_{S1}/S1 + J_{S2}/S2}{J_{R1}/I1 + J_{R2}/I2} =$	0,01								
$\beta =$	$\approx 0,000$								
β (adoptado) =	1,14								
$Skx = \beta \cdot h =$	8,55	m							
Los tercios medios se superponen y $Skx \approx Sky$, entonces:									
$ey_1 = M1x/N =$	0,0002	cm							
$ex_1 = M1y/N =$	0,0016	cm							
$ey_2 = M2x/N =$	0,0002	cm							
$ex_2 = M2y/N =$	0,0018	cm							
$k = (ey/b) / (ex/d) =$	0,16		Pandeo en dos direcciones						
$k_1 =$	1,74		figura 4.2.6						
$erx_1 = k_1 \cdot ex_1 =$	0,0027	cm							
$erx_2 = k_1 \cdot ex_2 =$	0,0031	cm							
$ery_1 = k_1 \cdot ey_1 =$	0,0004	cm							
$ery_2 = k_1 \cdot ey_2 =$	0,0027	cm							
$Sk_r = Sk_x \cdot \sqrt{\frac{1 + k^2 \cdot (d/b)^2}{1 + k^2}} =$	8,62	m							
$\lambda_r = 3,46 \cdot Sk_r / d =$	149,04		Elevada esbeltez						
(Extremo superior) $M1y = M1y + N \cdot ex =$	-0,003	KNm							
$M1x = M1x + N \cdot ey =$	-5,445	KNm							
(Extremo inferior) $M2y = M2y + N \cdot ex =$	0,004	KNm							
$M2x = M2x + N \cdot ey =$	5,445	KNm							
Dimensionamiento del acero									
dI =	3,50	cm							
dI/d =	0,14	(*)							
Sk _r /d =	34,46	(**)							
e/d =	0,10	(***)							
$n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta r} =$	0,249								
$m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} =$	0,031								
$m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} =$	0,000								
$m_{2x} = \frac{M2x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} =$	0,031								
$m_{2y} = \frac{M2y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} =$	0,000								
Según Tabla 4.4a Con (*), (**), (***) , n, m _{2y}			↗	$\omega_{s, total} =$	0,80				
Según Tabla 1.20a Con (*), n, m _{2x} , m _{2y}			↗	$\omega_{s, total} =$	0,00				
$A_{3r} = \frac{\omega_{3r} \cdot A_b}{\beta_s / \beta_r} =$	16,67	cm ²							
Armadura longitudinal: Estribos: Ganchos:	8 φ 16 (3 φ 16 en c/cara - As total= 16,09 cm ²) φ 6 c/(12 x 1,6) cm = 19,2 cm φ 6 c/(19,2 cm x 2) cm = 38,4 cm								

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

<p>9...3.2.8) <u>Columna N° 8</u></p> <p>N = 185,77 KN M1x = 0,0009 KNm M2x = 0,0009 KNm M1y = 0,0078 KNm M2y = 0,0078 KNm k_w = 0,01 β_s = 42,00 KN/cm² β_r = 1,75 KN/cm²</p> <p><u>Dimensioamiento del hormigón</u></p> <p>Ab = $\frac{2 \cdot N}{\beta_r + \mu_{0r} \cdot \beta_s} = 179,77 \text{ cm}^2$</p> <p>Adoptamos Ab = b x d = 25 cm x 7,19 cm Adoptamos d = Ab/b = 20 cm</p> <p><u>Verificación al pandeo</u></p> <p>Luz de pandeo según eje Y</p> <p>$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 26041,67 \text{ cm}^4$</p> <p>J_{S2} = 0,00 cm⁴</p> <p>$J_{R1} = J_{R2} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$</p> <p>S₁ = h · 100 = 750,00 cm S₂ = 0,00 cm</p> <p>$K_A = K_B = \frac{J_{S1} + J_{S2}}{J_{R1} + J_{R2}} = 0,03$</p> <p>β = 0,00 β (adoptado) = 1,14 SKy = β x h = 8,55 m</p> <p>Luz de pandeo según eje X</p> <p>$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 16666,67 \text{ cm}^4$</p> <p>J_{S2} = 0,00</p> <p>$J_{R1} = J_{R2} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$</p> <p>S₁ = h · 100 = 750 cm</p>	<p>S₂ = 0</p> <p>$K_A = K_B = \frac{J_{S1} + J_{S2}}{J_{R1} + J_{R2}} = 0,01$</p> <p>β = 0,00 β (adoptado) = 1,14 SKx = β · h = 8,55 m</p> <p>Los tercios medios se superponen y SKx ≡ SKy, entonces:</p> <p>ey₁ = M1x/N = 0,001 cm ex₁ = M1y/N = 0,004 cm ey₂ = M2x/N = 0,001 cm ex₂ = M2y/N = 0,004 cm</p> <p>k = (ey₁)/ (ex₁/d) = 0,15 Pandeo en dos direcciones</p> <p>$\lambda = 3,46 \cdot SK / d = 118,33$ Elevada esbeltez</p> <p>(Extremo superior) M1y = M1y + N · ex = 0,008 KNm M1x = M1x + N · ey = 4,645 KNm</p> <p>(Extremo inferior) M2y = M2y + N · ex = 0,008 KNm M2x = M2x + N · ey = 4,645 KNm</p> <p><u>Dimensioamiento del acero</u></p> <p>dl = 3,50 cm dl/d = 0,14^(*) n = $\frac{N}{b \cdot d \cdot \beta_r} = 0,212$</p> <p>$m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta_r} = 0,027$ $m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta_r} = 0,00004$</p> <p>Según Tabla 4.4a Con (*), (**), (***) , n, m_{1y} ⇒ ω_y total = 0,70</p> <p>A_{ST} = $\frac{\omega_{0T} \cdot Ab}{\beta_s / \beta_r} = 14,58 \text{ cm}^2$</p> <p>Armadura longitudinal: Estribos: 8 φ 16 (3 φ 16 en c/cara - As total= 16,09 cm²) Ganchos: φ 6 c/(12 x 1,6) cm = 19,2 cm φ 6 c/(19,2 cm x 2) cm = 38,4 cm</p>
--	---

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

<p>9.3.3.2.9) <u>Columna N° 9</u></p> <p>N = 42,04 KN M1x = 0,0005 KNm M2x = -0,0005 KNm M1y = -0,0039 KNm M2y = -0,0112 KNm I₀₁ = 0,01 β_s = 42,00 KN/cm² β_r = 1,75 KN/cm²</p>	<p>h = 7,50 m b₀ (ancho vigas) = 15,00 cm d₀ (altura vigas) = 60,00 cm I1 y = 440,00 cm⁴ I1 x = 307,50 cm⁴ ex prevista = 2,50 cm ey prevista = 2,50 cm</p>	<p>$K_A = K_B = \frac{J_{S1}/S1 + J_{S2}/S2}{J_{R1}/I1 + J_{R2}/I2} = 0,02$</p> <p>$\beta = \frac{J_{S1}/S1 + J_{S2}/S2}{J_{R1}/I1 + J_{R2}/I2} = 0,02$</p> <p>β (adaptado) = 0,00 Skx = β · h = 1,14 = 8,55 m</p>	<p>Los tercios medios se superponen y Skx ≡ Sky, entonces:</p> <p>ey₁ = M1x/N = 0,001 cm ey₂ = M2x/N = 0,001 cm ex₁ = M1y/N = 0,009 cm ex₂ = M2y/N = 0,027 cm</p> <p>k = (ey/b) / (ex/d) = 0,12 Pandeo en dos direcciones</p> <p>$\lambda = 3,46 \cdot \frac{Sk}{d} = 147,92$ Elevada esbeltez</p> <p>(Extremo superior) M1y = M1y + N · ex = -1,05 KNm M1x = M1x + N · cy = 1,05 KNm (Extremo inferior) M2y = M2y + N · ex = -1,06 KNm M2x = M2x + N · cy = -1,05 KNm</p>	<p><u>Dimensionamiento del hormigón</u></p> <p>Ab = $\frac{2,1 \cdot N}{\beta_r + \mu_{0r} \cdot \beta_s} = 40,68 \text{ cm}^2$</p> <p>Adoptamos b = 20 cm Ab = b x d = 2,03 cm Adoptamos d = 20 cm</p>	<p><u>Verificación al pandeo</u></p> <p>Luz de pandeo según eje Y</p> <p>$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 13333,33 \text{ cm}^4$ $J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$ $J_{R1} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$ $J_{R2} = 0,00 \text{ cm}^4$ S1 = h · 100 = 750,00 cm S2 = 0,00 cm</p> <p>$K_A = K_B = \frac{J_{S1}/S1 + J_{S2}/S2}{J_{R1}/I1 + J_{R2}/I2} = 0,03$</p> <p>β = 0,00 β (adaptado) = 1,14 SKY = β x h = 8,55 m</p> <p>Luz de pandeo según eje X</p> <p>$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 13333,33 \text{ cm}^4$ $J_{S2} = 0,00$ $J_{R1} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 270000,00 \text{ cm}^4$</p>	<p>J_{k2} = 0 S₁ = h · 100 = 750 cm S₂ = 0 $K_A = K_B = \frac{J_{S1}/S1 + J_{S2}/S2}{J_{R1}/I1 + J_{R2}/I2} = 0,02$ β = 0,00 β (adaptado) = 1,14 Skx = β · h = 8,55 m</p>	<p><u>Dimensionamiento del acero</u></p> <p>d1 = 3,50 cm Sk_r/d = 42,75 (**) d1/d = 0,18 (*) e/d = 0,13 (***)</p> <p>n = $\frac{N}{b \cdot d \cdot \beta_r} = 0,060$ $m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta_r} = 0,008$ $m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta_r} = 0,008$</p> <p>$m_{2x} = \frac{M2x}{b \cdot d^2 \cdot \beta_r} = 0,008$ $m_{2y} = \frac{M2y}{d \cdot b^2 \cdot \beta_r} = 0,008$</p> <p>Según Tabla 4.5a Con (*), (**), (***) (***), n, m_{2y} ⇒ ω_p total = 0,25</p> <p>$A_{sr} = \frac{\omega_{0r} \cdot Ab}{\beta_s / \beta_r} = 4,17 \text{ cm}^2$</p> <p>Armadura longitudinal: 4 φ 12 en c/cara - As total = 4,52 cm² Estribos: φ 6 c/(12 x 1,2) cm = 14,4 cm</p>
--	--	--	---	--	--	--	---

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

$$J_{R2} = 0$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} + J_{S2} / S_2}{J_{R1} / \Pi + J_{R2} / 12} = 0,02$$

$$\beta = 0,00$$

$$\beta \text{ (adaptado)} = 1,14$$

$$SKx = \beta \cdot h = 8,55 \text{ m}$$

Los tercios medios se superponen y $SKx \equiv SKy$, entonces:

$$ey_1 = M1x/N = 0,00142 \text{ cm}$$

$$ey_2 = M2x/N = 0,00382 \text{ cm}$$

$$ex_1 = M1y/N = 0,00002 \text{ cm}$$

$$ex_2 = M2y/N = 0,00002 \text{ cm}$$

$$k = (ey/b) / (ex/d) = 0,02$$

Pandeo en dos direcciones

$$\lambda = 3,46 \cdot SK / d = 147,92$$

Elevada esbeltez

(Extremo superior) $M1y = M1y + N \cdot ex = -0,92 \text{ KNm}$

(Extremo inferior) $M2y = M2y + N \cdot ex = -0,92 \text{ KNm}$

$M2x = M2x + N \cdot ey = -0,92 \text{ KNm}$

Dimensionamiento del acero

$$d1 = 3,50 \text{ cm}$$

$$d1/d = 0,18 \text{ (*)}$$

$$SK/d = 42,75 \text{ (**)}$$

$$e/d = 0,13 \text{ (***)}$$

$$n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta r} = 0,052$$

$$m_{1x} = \frac{M1x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} = 0,007$$

$$m_{1y} = \frac{M1y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} = 0,007$$

$$m_{2x} = \frac{M2x}{b \cdot d^2 \cdot \beta r} = 0,007$$

$$m_{2y} = \frac{M2y}{d \cdot b^2 \cdot \beta r} = 0,007$$

Según Tabla 4.5.a

Con (*), (**), (***)

$$\omega_0 \text{ total} = 0,15$$

$$A_{3T} = \frac{\omega_{0T} \cdot Ab}{\beta s / \beta r} = 2,50 \text{ cm}^2$$

Armadura longitudinal: **4 ϕ 12** (2 ϕ 12 en c/cara - As total= 4,52 cm²)

Estribos: **ϕ 6** c/(12 x 1,2) cm = 1,44 cm

9.3.3.2.10) Columna N° 10

$$N = 36,62 \text{ KN}$$

$$M1x = -0,00052 \text{ KNm}$$

$$M2x = -0,00140 \text{ KNm}$$

$$M1y = -0,00001 \text{ KNm}$$

$$M2y = -0,00001 \text{ KNm}$$

$$h_0 = 0,01$$

$$\beta s = 42,00 \text{ KN/cm}^2$$

$$\beta r = 1,75 \text{ KN/cm}^2$$

$$h = 7,50 \text{ m}$$

$$b_0 \text{ (ancho vigas)} = 15,00 \text{ cm}$$

$$d_0 \text{ (altura vigas)} = 60,00 \text{ cm}$$

$$l1 y = 440,00 \text{ cm}$$

$$l1 x = 307,50 \text{ cm}$$

$$ex \text{ prevista} = 2,50 \text{ cm}$$

$$ey \text{ prevista} = 2,50 \text{ cm}$$

Dimensionamiento del hormigón

$$Ab = \frac{2,1 \cdot N}{\beta r + \mu_{01} \cdot \beta s} = 35,44 \text{ cm}^2$$

Adoptamos $b = 20 \text{ cm}$

$Ab = b \cdot d \Rightarrow d = 1,77 \text{ cm}$

Adoptamos $d = 20 \text{ cm}$

Verificación al pandeo

Luz de pandeo según eje Y

$$J_{S1} = d \cdot b^3 / 12 = 13333,33 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R1} = d_0 \cdot b_0^3 / 12 = 2700000,00 \text{ cm}^4$$

$$J_{R2} = 0,00 \text{ cm}^4$$

$$S_1 = h \cdot 100 = 750,00 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0,00 \text{ cm}$$

$$K_A = K_B = \frac{J_{S1} + J_{S2} / S_2}{J_{R1} / \Pi + J_{R2} / 12} = 0,03$$

$$\beta = 0,00$$

$$\beta \text{ (adaptado)} = 1,14$$

$$SKy = \beta \cdot h = 8,55 \text{ m}$$

Luz de pandeo según eje X

$$J_{S1} = b \cdot d^3 / 12 = 13333,33 \text{ cm}^4$$

$$J_{S2} = 0,00$$

$$J_{R1} = b_0 \cdot d_0^3 / 12 = 2700000,00 \text{ cm}^4$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**9.3.3.2.11) Resumen armadura adoptada

Columna	Dimensiones			Armadura						
				Requerida	Adoptada					
	b	d	Long.	cm ²	Barra	Estribos	Ganchos			
1	0,20	0,20	7,50	6,67	4 ϕ 16	8,04	ϕ 6	19,2 cm		
2	0,20	0,25	7,50	13,54	8 ϕ 16	16,09	ϕ 6	19,2 cm	ϕ 6	38,4 cm
3	0,20	0,20	7,50	10,83	4 ϕ 20	12,57	ϕ 6	20 cm		
4	0,20	0,25	7,50	2,08	4 ϕ 12	4,52	ϕ 6	14,4 cm		
5	0,25	0,20	7,50	16,67	8 ϕ 16	16,09	ϕ 6	19,2 cm	ϕ 6	38,4 cm
6	0,20	0,25	7,50	6,25	4 ϕ 16	8,04	ϕ 6	19,2 cm		
7	0,25	0,20	7,50	16,67	8 ϕ 16	16,09	ϕ 6	19,2 cm	ϕ 6	38,4 cm
8	0,25	0,20	7,50	14,58	8 ϕ 16	16,09	ϕ 6	19,2 cm	ϕ 6	38,4 cm
9	0,20	0,20	7,50	4,17	4 ϕ 12	4,52	ϕ 6	14,4 cm		
10	0,20	0,20	7,50	2,50	4 ϕ 12	4,52	ϕ 6	14,4 cm		

9.3.3.2.12) Longitudes de anclaje y empalme

Columna	d _s	Γ_{adm}	β_s	L ₀	As nec.	As exist.	α_1	L ₁	l _{0ds}	d _{br}	d _{br/2 + ds}	L ₂	δ_{ds}	L ₃	α_e	L _e	l _{5ds}	l _{5dbr}	l _{0ds}
1	0,016	1800	420000	0,53	6,67	8,04	1,00	0,44	0,16	0,06	0,05	0,29	0,10	0,44	1,60	0,71	0,24	0,10	0,16
2	0,016	1800	420000	0,53	13,54	16,09	1,00	0,45	0,16	0,06	0,05	0,30	0,10	0,45	1,60	0,72	0,24	0,10	0,16
3	0,020	1800	420000	0,67	10,83	12,57	1,00	0,57	0,20	0,08	0,06	0,38	0,12	0,57	2,20	1,26	0,30	0,12	0,20
4	0,012	1800	420000	0,40	2,08	4,52	1,00	0,18	0,12	0,05	0,04	0,12	0,07	0,18	1,60	0,29	0,18	0,07	0,12
5	0,016	1800	420000	0,53	16,67	16,09	1,00	0,55	0,16	0,06	0,05	0,37	0,10	0,55	1,60	0,88	0,24	0,10	0,16
6	0,016	1800	420000	0,53	6,25	8,04	1,00	0,41	0,16	0,06	0,05	0,28	0,10	0,41	1,60	0,66	0,24	0,10	0,16
7	0,016	1800	420000	0,53	16,67	16,09	1,00	0,55	0,16	0,06	0,05	0,37	0,10	0,55	1,60	0,88	0,24	0,10	0,16
8	0,016	1800	420000	0,53	14,58	16,09	1,00	0,48	0,16	0,06	0,05	0,32	0,10	0,48	1,60	0,77	0,24	0,10	0,16
9	0,012	1800	420000	0,40	4,17	4,52	1,00	0,37	0,12	0,05	0,04	0,25	0,07	0,37	1,60	0,59	0,18	0,07	0,12
10	0,012	1800	420000	0,40	2,50	4,52	1,00	0,22	0,12	0,05	0,04	0,15	0,07	0,22	1,60	0,35	0,18	0,07	0,12
Est.	0,006	1800	420000	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	0,06	0,02	0,02	0,13	0,04	0,20	1,60	0,32	0,09	0,04	0,06
Gan	0,006	1800	420000	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	0,06	0,02	0,02	0,13	0,04	0,20	1,60	0,32	0,09	0,04	0,06

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****9.3.4) Bases****9.3.4.1) Solicitaciones**9.3.4.1.1) Ingreso de Datos (vigas y columnas) en el programa de cálculo

Ver 9.3.2.3.1.

9.3.4.1.2) Salida de Datos (BASES) del programa de cálculo

Salida de Datos SAP (Programa de cálculo estructural)		
Base	Caso	N (KN)
Base 1	VIENTOX	62,627
Base 1	VIENTO-X	62,627
Base 2	VIENTOX	182,696
Base 2	VIENTO-X	182,696
Base 3	VIENTOX	79,845
Base 3	VIENTO-X	79,845
Base 4	PPROPIO	34,495
Base 5	VIENTOX	246,495
Base 5	VIENTO-X	246,495
Base 6	VIENTOX	101,431
Base 7	VIENTO-X	217,794
Base 8	VIENTOX	185,765
Base 8	VIENTO-X	185,765
Base 9	PPROPIO	42,036
Base 10	PPROPIO	36,617

9.3.4.2) Dimensionamiento bases

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.4.2.1 Base 1 (doblemente excéntrica)

Dimensionamiento Base

$\sigma_{adm} = 50,00 \text{ KN/m}^2$
 $N = 62,63 \text{ KN}$
 $N \text{ Dim} = 1,2 \times N = 75,15 \text{ KN}$

Se admite $\sigma_{máx} = 4/3 \sigma_{adm}$

$A_x = \sqrt{\frac{N \cdot \text{Dim}}{\sigma_{adm}}} = 1,06 \text{ m, adopto: } \mathbf{1,05 \text{ m}}$

$I_y = I_x = \mathbf{1,05 \text{ m}}$

$p = \frac{N}{I_x \cdot I_y} = 56,80 \text{ KN/m}^2$

$X = \mathbf{0,23 \text{ m}}$

$Y = \mathbf{0,23 \text{ m}}$

$b \text{ viga} = \mathbf{0,25 \text{ m}}$

$d_o = \frac{(L_y - b \text{ viga})}{2} = 0,40 \text{ m - adopto}$
 $h = \mathbf{0,40 \text{ m}}$
 $\mathbf{0,35 \text{ m}}$

Verificación al corte en losa base

$D_R = b \text{ viga} + h/2 = 0,43 \text{ m}$

$d = 0,20 \text{ m}$

$h' \cdot y = \left[\frac{L_y - D_R}{L_y - Y} (d_o - d) + d \right] - 0,05 \text{ m} = 0,31 \text{ m}$

$Q' = \frac{(L_y - D_R)}{2} \cdot L_x \cdot p = 18,85 \text{ KN}$

$\tau' = \frac{Q'}{z \cdot L_x} = 68,19 \text{ KN/m}^2 < 500 \text{ KN/m}^2$

Dimensionamiento a flexión losa (en las dos direcciones)

$M_y = p \cdot \frac{(L_y - b \text{ viga})^2}{8} = 4,54 \text{ KNm/m}$

$\beta_R = 17500 \text{ KN/m}^2$

$\beta_S = 420000 \text{ KN/m}^2$

$m_s = \frac{M_y}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} = 0,01 \Rightarrow \omega_m = 0,018$

$A_s = \omega_m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_S / \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2/\text{m} = \mathbf{2,63 \text{ cm}^2/\text{m}}$

$A_s = \mathbf{1 \phi 10 \text{ c/17 cm}}$

Dimensionamiento vigas a corte

$b \text{ viga} = 0,25 \text{ m}$
 $d_o \text{ losa} = 0,40 \text{ m}$
 $d = l_x - x = 0,82 \text{ m}$
 $q = p \cdot L_y = 59,64 \text{ KN/m}$
 $Q_{11} = q \cdot (L_x - X - h/2) = 26,54 \text{ KN/m}$
 $\tau_{0,12} = 750,00 \text{ KN/m}^2$

$\tau_0 = \frac{Q_{11}}{b_0 \cdot z} = 166,54 \text{ KN/m}^2 < \tau_{0,12}$ entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I
 $\tau = 0,4 \tau_0 = 66,62 \text{ KN/m}^2$

$\sigma_s = 240000,00 \text{ KN/m}^2$

$A_s = \frac{\tau \cdot h_0}{\sigma_s} = 0,02 \text{ m}^2/\text{m}$

$A_s \text{ total} = \mathbf{1,58 \text{ cm}^2/\text{m}} \quad (\mathbf{2R \phi 4,2 \text{ c/18 cm}})$

Dimensionamiento viga a flexión

$M_{máx} = \frac{p \cdot (L_x - X)^2}{2} \cdot L_y = 26,07 \text{ KNm}$

$m_s = \frac{M_{máx}}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} = 0,01 \Rightarrow \omega_m = 0,018$

$A_s = \omega_m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_S / \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2 = \mathbf{1,41 \text{ cm}^2}$

Armadura cara mediana columna 2 $\phi 16 = 4,02 \text{ cm}^2$

Verificación al deslizamiento

$h = 7,50 \text{ m}$
 $C = 10,00 \text{ KN/m}^2$
 $Cd = 0,5 \cdot C = 5,00 \text{ KN/m}^2$
 $\phi = 8^\circ = 2\pi / 45 = 0,14$
 $\phi d = 2/3 \cdot \phi = 0,09$
 $H = \frac{M_{máx}}{h_{total}} = 3,48 \text{ KN}$
 $1,5 H = 5,21 \text{ KN}$
 $L_x \cdot L_y \cdot Cd = 5,51 \text{ KN} > 1,5 H$
 $N_{dlim} \cdot tg \phi d = 7,02 \text{ KN} > 1,5 H$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.4.2.2) Base 2 (excéntrica)

Dimensionamiento Base

$\sigma_{adm} = 50,00 \text{ KN/m}^2$
 $N = 182,70 \text{ KN}$
 $N \text{ Dim} = 1,2 \times N = 219,24 \text{ KN}$

Se admite $\sigma_{máx} = 4/3 \sigma_{adm}$

$Lx = \sqrt{\frac{NDim}{\sigma_{adm}}} = 1,81 \text{ m, adopto: } \mathbf{1,80 \text{ m}}$

$ly = 2 \cdot lx = \mathbf{3,60 \text{ m}}$

$p = \frac{N}{Lx \cdot ly} = 28,19 \text{ KN/m}^2$

$X = \mathbf{0,23 \text{ m}}$

$Y = \mathbf{0,30 \text{ m}}$

$b_{viga} = \mathbf{0,35 \text{ m}}$

$d_o = \frac{(Ly - b_{viga})}{4} = 0,81 \text{ m - adopto } \mathbf{0,80 \text{ m}}$
 $h = \mathbf{0,75 \text{ m}}$

Verificación al corte en losa base

$D_R = b_{viga} + h = 1,10 \text{ m}$

$d = 0,20 \text{ m}$

$V' \cdot y = \left[\frac{Ly - D_R}{Ly - Y} (d_o - d) + d \right] - 0,05m = 0,61 \text{ m}$

$Q' = \frac{(Ly - D_R)}{2} \cdot Lx \cdot p = 63,91 \text{ KN}$

$\tau' = \frac{Q}{z \cdot Lx} = 67,80 \text{ KN/m}^2 < 500 \text{ KN/m}^2$

Dimensionamiento a flexión losa

$M_y = p \cdot \frac{(Ly - b_{viga})^2}{8} = 37,22 \text{ KNm/m}$

$\beta_R = 17500 \text{ KN/m}^2$

$\beta_S = 420000 \text{ KN/m}^2$

$ms = \frac{M_y}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} = 0,01 \Rightarrow \omega m = 0,018$

$As = \omega m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_S / \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2/\text{m} = \mathbf{5,63 \text{ cm}^2/\text{m}}$

$As = \mathbf{1 \phi 10 \text{ c}/14 \text{ cm}}$

Repartición = $1,13 \text{ cm}^2$ $4 \phi 6 / \text{m}$

Dimensionamiento viga a corte

$b_{viga} = 0,35 \text{ m}$
 $d_o \text{ losa} = 0,80 \text{ m}$
 $d = lx - x = 1,57 \text{ m}$
 Adopto $d_{viga} = \mathbf{1,15 \text{ m}}$
 $h = \mathbf{1,10 \text{ m}}$

$q = p \cdot Ly = 101,50 \text{ KN/m}$

$Q_{11} = q \cdot (Lx - X - h/2) = 103,53 \text{ KN/m}$

$\tau_{0,12} = 750,00 \text{ KN/m}^2$

$\tau_o = \frac{Q_{11}}{b_o \cdot z} = 316,36 \text{ KN/m}^2 < \tau_{0,12}$, entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I

$\tau = 0,4 \cdot \tau_o = 126,54 \text{ KN/m}^2$

$\sigma_s = 240000,00 \text{ KN/m}^2$

$As = \frac{\tau \cdot b_o}{\sigma_s} = 0,01 \text{ m}^2/\text{m}$

As total = $1,49 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($2R \phi 4,2 \text{ c}/18 \text{ cm}$)

Dimensionamiento viga a flexión

$M_{máx} = \frac{p \cdot (Lx - X/2)^2}{2} \cdot Ly = 144,09 \text{ KNm}$

$ms = \frac{M_{máx}}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} = 0,02 \Rightarrow \omega m = 0,037$

$As = \omega m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_S / \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2 = \mathbf{5,94 \text{ cm}^2}$

Armadura cara medianera columna $3 \phi 16 = 6,03 \text{ cm}^2$

Verificación al deslizamiento

$h = 7,50 \text{ m}$

$C = 10,00 \text{ KN/m}^2$

$Cd = 0,5 \cdot C = 5,00 \text{ KN/m}^2$

$\phi = 8^\circ = 2\pi / 45 = 0,14$

$\phi d = 2/3 \cdot \phi = 0,09$

$H = \frac{M}{H_{total}} = 19,21 \text{ KN}$

$1,5 \cdot H = 28,82 \text{ KN}$

$Lx \cdot Ly \cdot Cd = 32,40 \text{ KN} > 1,5 H$

$Ndim \cdot \phi d = 20,47 \text{ KN} < 1,5 H$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.4.2.4) <u>Base 4 (centrada)</u></p> <p>N = 34,50 KN N Dim = 1,2 x N = 41,39 KN qadm = 50,00 KN/m² Profundidad de fundación = 2,50 m β_s = 17500 KN/m² β_s = 420000 KN/m²</p> <p><u>Dimensionamiento Superficie Base</u></p> <p>Area nec. = N Dim/qadm = 0,83 m²</p> <p>Dimensiones Tronco X = 0,20 m Y = 0,25 m</p> <p>Relación lados tronco α = 0,80</p> <p>$L_y = \sqrt{A_{nec.}/\alpha}$ Lx = α x Ly = 1,02 m</p> <p>Se adopta 0,80 m (Lx) x 1,05 m (Ly)</p> <p><u>Altura de la losa</u></p> <p>Para dirección X $d_0 = (Lx - X) / 4 = 0,15$ m</p> <p>Para dirección Y $d_0 = (Ly - Y) / 4 = 0,20$ m</p> <p>Adopto: d₀ = 0,20 m h_x = d₀ - 0,05 m = 0,15 m h_y = h_x - 0,01 m = 0,14 m L voladizo = 0,40 m</p> <p>d = 0,20 m Desnivel salvado por faldón = 0,00 m tg β = 0,00 β = 0° < 45° ⇒ B.C.</p> <p><u>Dimensionamiento a flexión</u></p> <p>$M_x = \frac{N (Lx - X)^2}{Lx} = 1,94$ KNm</p> <p>$ms = \frac{M_x}{b \cdot h_x^2 \cdot \beta_R} = 0,037$</p>	<p>$M_y = \frac{N (Ly - Y)^2}{Ly} = 2,63$ KNm</p> <p>$ms = \frac{M_y}{b \cdot h_y^2 \cdot \beta_R} = 0,055$</p> <p>$As_x = \alpha m \frac{b \cdot h_x}{\beta_s \cdot \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2$ As_s = 0,00 m²/m = 0,46 cm² - Adopto = 1 φ 10 c/25</p> <p>$As_y = \alpha m \frac{b \cdot h_y}{\beta_s \cdot \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2$ As_s = 0,00 m²/m = 3,12 cm²/m</p> <p>$As_y = \alpha m \frac{b \cdot h_y}{\beta_s \cdot \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2$ As_s = 0,00 m²/m = 0,80 cm² - Adopto = 1 φ 10 c/17</p> <p>$As_y = 0,00 \text{ m}^2/\text{m} = 4,62 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p><u>Puntzonado</u></p> <p>$hm = \frac{hx + hy}{2} = 0,145$ m</p> <p>$C = 1,13 \cdot \sqrt{C_x \cdot C_y} = 0,25$ m</p> <p>D_k = C + hm = 0,40 m D_k = C + 2 hm = 0,54 m U = π · D_k = 1,25 m p = N / (Lx · Ly) = 41,07 m</p> <p>$Q_k = N - p \cdot \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} = 25,00$ KN</p> <p>$h'x = \left[\frac{Lx - D_k (d_0 - d) + d}{Lx - X} \right] - 0,05 \text{ m} = 0,15$ m</p> <p>$h'y = \left[\frac{Ly - D_k (d_0 - d) + d}{Ly - Y} \right] - 0,05 \text{ m} = 0,15$ m</p> <p>h_m = 0,15 m τ_k = $\frac{Q_k}{U \cdot h' m} = 133,39$ KN/m² u_x = $\frac{As_x (en D_k)}{h' m \cdot D_k} = 0,21\%$ u_y = $\frac{As_y (en D_k)}{h' m \cdot D_k} = 0,31\%$ u = $\frac{u_x + u_y}{2} = 0,26\%$</p> <p>α_c = 1,3 (Acero tipo III) γ₁ = 1,3 · α_c · √u = 0,86 τ₀₁₁ = 500 KN/m² γ₁ · τ₀₁₁ = 429,21 KN/m² > τ_k</p> <p>No se necesita armadura de corte</p>
--	--

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<u>9.3.4.2.5) Base 5 (excéntrica)</u>			
<u>Dimensionamiento Base</u>			
$\sigma_{adm} =$	50,00 KN/m ²		
$N =$	246,50 KN		
$N \text{ Dim} = 1,2 \times N =$	295,79 KN		
Se admite $\sigma_{máx} = 4/3 \sigma_{adm}$			
$l_x = \sqrt{\frac{ND \text{Dim}}{\sigma_{adm}}} =$	2,11 m, adopto:	2,25 m	
$l_y = 2 \cdot l_x =$	4,50 m		
$p = \frac{N}{l_x \cdot l_y} =$	24,35 KN/m ²		
$X =$	0,23 m		
$Y =$	0,30 m		
$b \text{ viga} =$	0,35 m		
$d_o = \frac{(l_y - b \text{ viga})}{4} =$	1,04 m - adopto	1,05 m	
	$h =$	1,00 m	
Verificación al corte en losa base			
$D_R = b \text{ viga} + h =$	1,35 m		
$d =$	0,20 m		
$f' \cdot y = \left[\frac{l_y - D_R}{l_y - Y} (d_o - d) + d \right] - 0,05m =$		0,80 m	
$Q' = \frac{(l_y - D_R)}{2} \cdot l_x \cdot p =$	80,69 KN		
$\tau' = \frac{Q'}{z \cdot l_x} =$	56,56 KN/m ² < 500 KN/m ²		
<u>Dimensionamiento a flexión losa</u>			
$M_y = p \cdot \frac{(l_y - b \text{ viga})^2}{8} =$	52,41 KNm/m		
$\beta_k =$	17500 KN/m ²		
$\beta_s =$	420000 KN/m ²		
$ms = \frac{M_y}{b \cdot h^2 \cdot \beta_k} =$	0,01 \Rightarrow $\omega_m = 0,018$		
$As = \omega_m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_s / \beta_k} =$	0,00 m ² /m		5,98 cm²/m
$As =$			
Repartición =	1,20 cm²/m		1 ϕ 10 c/13 cm 4 ϕ 6/ m
<u>Dimensionamiento viga a corte</u>			
$b \text{ viga} =$	0,35 m		
$d_o \text{ losa} =$	1,05 m		
$d = l_x - x =$	2,02 m		
$q = p \cdot l_y =$	109,55 KN/m		
$Q_{11} = q \cdot (l_x - X - h/2) =$	114,48 KN/m		
$\tau_{0,12} =$	750,00 KN/m ²		
$\tau_o = \frac{Q_{11}}{b_o \cdot z} =$	197,34 KN/m ² < $\tau_{0,12}$, entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I		
$\tau = 0,4 \cdot \tau_o =$	78,94 KN/m ²		
$\sigma_s =$	240000,00 KN/m ²		
$As = \frac{\tau \cdot b_o}{\sigma_s} =$	0,01 m ² /m		
As total =	0,80 cm²/m		(2R ϕ 4,2 c/30 cm)
<u>Dimensionamiento viga a flexión</u>			
$M_{máx} = \frac{p \cdot (l_x - X/2)^2}{2} \cdot l_y =$	249,68 KNm		
$ms = \frac{M_x}{b \cdot h^2 \cdot \beta_k} =$	0,01 \Rightarrow $\omega_m = 0,018$		
$As = \omega_m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_s / \beta_k} =$	0,00 m ² =		5,12 cm²
Armadura cara medianera columna 3 ϕ 16 = 6,03 cm ²			
<u>Verificación al deslizamiento</u>			
$h =$	7,50 m		
$C =$	10,00 KN/m ²		
$Cd = 0,5 \cdot C =$	5,00 KN/m ²		
$\phi =$	8° = $2\pi / 45 =$	0,14	
$\phi d = 2/3 \cdot \phi =$	0,09		
$H = \frac{M}{\phi d_{total}} =$	33,29 KN		
$1,5 H =$	49,94 KN		
$L_x \cdot l_y \cdot Cd =$	50,63 KN > 1,5 H		
$N_{dim} \cdot ig \phi d =$	27,61 KN < 1,5 H		

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.4.2.6) <u>Base 6 (centrada)</u></p> <p>N = 101,43 KN N Dim = 1,2 x N = 121,72 KN qadm = 50,00 KN/m² Profundidad de fundación = 2,50 m β_R = 17500 KN/m² β_S = 420000 KN/m²</p>	<p>16,30 KNm</p> <p>0,055</p> <p>1,60 cm² - Adopto = 1 φ 10 c/25</p> <p>3,12 cm²/m</p> <p>1,95 cm² - Adopto = 1 φ 10 c/17</p> <p>4,62 cm²/m</p>
<p><u>Dimensionamiento Superficie Base</u></p> <p>Area nec. = N Dim/qadm = 2,43 m²</p> <p>Dimensiones Tronco X = 0,20 m Y = 0,25 m</p> <p>Relación lados tronco α = 0,80</p> <p>$L_y = \sqrt{\frac{A_{nec}}{\alpha}}$ Lx = α x Ly = 1,74 m 1,40 m</p> <p>Se adopta 1,40 m (Lx) x 1,75 m (Ly)</p>	<p>0,03 ⇒ om =</p> <p>0,00 m² =</p> <p>0,00 m²/m =</p> <p>0,00 m² =</p> <p>0,00 m²/m =</p> <p><u>Punzonado</u></p> <p>$h_m = \frac{h_x + h_y}{2} = 0,345 \text{ m}$</p> <p>$C = 1,13 \cdot \sqrt{C_x \cdot C_y} = 0,25 \text{ m}$</p> <p>D_R = C + hm = 0,60 m D_K = C + 2hm = 0,94 m U = π · D_R = 1,88 m p = N / (Lx · Ly) = 41,40 m Q_R = N - p · $\frac{\pi \cdot D_K^2}{4}$ = 72,54 KN h'x = $\left[\frac{Lx - D_K}{Lx - X} (d_0 - d) + d \right] - 0,05m = 0,28 \text{ m}$ h'y = $\left[\frac{Ly - D_K}{Ly - Y} (d_0 - d) + d \right] - 0,05m = 0,30 \text{ m}$</p>
<p><u>Altura de la losa</u></p> <p>Para dirección X $d_0 = \frac{(Ly - Y)}{4} = 0,30 \text{ m}$</p> <p>Para dirección Y $d_0 = \frac{(Lx - X)}{4} = 0,38 \text{ m}$</p> <p>Adopto: d₀ = 0,40 m h_x = d₀ - 0,05 m = 0,35 m h_y = h_x - 0,01 m = 0,34 m L voladizo = 0,75 m d = 0,20 m 0,20 m tg β = 0,27 β = 15°6'34" < 45° ⇒ B.C.</p>	<p>h'm = 0,29 m τ_R = $\frac{Q_R}{U \cdot h'm} = 131,54 \text{ KN/m}^2$ u_x = $\frac{A_{S_x}(emD_R)}{h'm \cdot D_R} = 0,11\%$ u_y = $\frac{A_{S_y}(emD_R)}{h'm \cdot D_R} = 0,16\%$ u = $\frac{u_x + u_y}{2} = 0,13\%$</p>
<p><u>Dimensionamiento a flexión</u></p> <p>$Mx = \frac{N (Lx - X)^2}{8} = 13,04 \text{ KNm}$</p> <p>$ms = \frac{Mx}{b \cdot h_x^2 \cdot \beta_R} = 0,03 \Rightarrow om = 0,055$</p>	<p>1,3 (Acero tipo III) 0,61 500 KN/m² 306,74 KN/m² > τ_R</p>
<p>No se necesita armadura de corte</p>	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

<p><u>9.3.4.2.7) Base 7 (excéntrica)</u></p>		
<p><u>Dimensionamiento Base</u></p>	<p>$\sigma_{adm} = 50,00 \text{ KN/m}^2$ $N = 217,79 \text{ KN}$ $N \text{ Dim} = 1,2 \times N = 261,35 \text{ KN}$</p>	
<p>Se admite $\sigma_{máx} = 4/3 \sigma_{adm}$</p>		
<p>$l_x = \sqrt{\frac{ND \text{Dim}}{\sigma_{adm}}} = 1,98 \text{ m}$, adopto: 1,95 m</p>		
<p>$l_y = 2 \cdot l_x = 3,90 \text{ m}$</p>		
<p>$p = \frac{N}{l_x \cdot l_y} = 28,64 \text{ KN/m}^2$</p>		
<p>$X = 0,23 \text{ m}$ $Y = 0,30 \text{ m}$ b viga = 0,35 m</p>		
<p>$d_o = \frac{(l_y - b \text{ viga})}{4} = 0,89 \text{ m}$ - adopto h = 0,90 m 0,85 m</p>		
<p><u>Verificación al corte en losa base</u></p>		
<p>$D_R = b \text{ viga} + h = 1,20 \text{ m}$ $d = 0,20 \text{ m}$</p>		
<p>$f' \cdot y = \left[\frac{L_y - D_R}{L_y - Y} (d_o - d) + d \right] - 0,05 \text{ m} = 0,68 \text{ m}$</p>		
<p>$Q' = \frac{(L_y - D_R)}{2} \cdot l_x \cdot p = 76,55 \text{ KN}$</p>		
<p>$\tau' = \frac{Q'}{z \cdot L_x} = 66,65 \text{ KN/m}^2 < 500 \text{ KN/m}^2$</p>		
<p><u>Dimensionamiento a flexión losa</u></p>		
<p>$M_y = p \cdot \frac{(L_y - b \text{ viga})^2}{8} = 45,11 \text{ KNm/m}$</p>		
<p>$\beta_R = 17500 \text{ KN/m}^2$</p>		
<p>$\beta_S = 420000 \text{ KN/m}^2$</p>		
<p>$ms = \frac{M_y}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} = 0,01 \Rightarrow \omega m = 0,018$</p>		
<p>$As = \omega m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_S / \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2/\text{m}$</p>		
<p>$As = 1,02 \text{ cm}^2$</p>		
<p>Repartición = 1 φ 10 c/15 cm 4 φ 6 / m</p>		
		5,12 cm²/m
<p><u>Dimensionamiento viga a corte</u></p>		
<p>b viga = 0,35 m $d_o \text{ losa} = 0,90 \text{ m}$ $d = l_x - x = 1,72 \text{ m}$</p>		
<p>$q = p \cdot l_y = 111,69 \text{ KN/m}$</p>		
<p>$Q_{11} = q \cdot (L_x - X - h/2) = 99,96 \text{ KN/m}$</p>		
<p>$\tau_{0,1,2} = 750,00 \text{ KN/m}^2$</p>		
<p>$\tau_o = \frac{Q_{11}}{b_o \cdot z} = 203,64 \text{ KN/m}^2 < \tau_{0,1,2}$, entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I</p>		
<p>$\tau = 0,4 \cdot \tau_o = 81,46 \text{ KN/m}^2$</p>		
<p>$\sigma_s = 240000,00 \text{ KN/m}^2$</p>		
<p>$As = \frac{\tau \cdot b_o}{\sigma_s} = 0,01 \text{ m}^2/\text{m}$</p>		
<p>As total = 0,97 cm²/m (2R φ 4,2 c/29 cm)</p>		
<p><u>Dimensionamiento viga a flexión</u></p>		
<p>$M_{máx} = \frac{p \cdot (L_x - X/2)^2}{2} \cdot l_y = 188,04 \text{ KNm}$</p>		
<p>$ms = \frac{M_x}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} = 0,01 \Rightarrow \omega m = 0,018$</p>		
<p>$As = \omega m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_S / \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2 = 4,33 \text{ cm}^2$</p>		
<p>Armadura cara medianera columna 3 φ 16 = 6,03 cm²</p>		
<p><u>Verificación al deslizamiento</u></p>		
<p>h = 7,50 m $C = 10,00 \text{ KN/m}^2$ $Cd = 0,5 \cdot C = 5,00 \text{ KN/m}^2$ $\phi = 8^\circ = 2\pi / 45 = 0,14$ $\phi d = 2/3 \cdot \phi = 0,09$ $H = \frac{M}{\phi d_{total}} = 25,07 \text{ KN}$ $1,5 H = 37,61 \text{ KN}$ $L_x \cdot l_y \cdot Cd = 38,03 \text{ KN} > 1,5 H$ $N_{dim} \cdot \phi d = 24,40 \text{ KN} < 1,5 H$</p>		

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.4.2.8) <u>Base 8 (Centrada)</u></p> <p>N = 185,77 KN N Dim = 1,2 x N = 222,92 KN $\sigma_{adm} = 50,00 \text{ KN/m}^2$ Profundidad de fundación = 2,50 m $\beta_k = 17500 \text{ KN/m}^2$ $\beta_s = 420000 \text{ KN/m}^2$</p> <p>Dimensionamiento Superficie Base Area nec. = N Dim / $\sigma_{adm} = 4,46 \text{ m}^2$</p> <p>Dimensiones Tronco X = 0,25 m Y = 0,20 m</p> <p>Relación lados tronco $\alpha = 1,25$</p> <p>$L_y = \sqrt{A_{nec.} / \alpha} = 1,89 \text{ m}$ $L_x = \alpha \cdot L_y = 2,36 \text{ m}$</p> <p>Se adopta 2,35 m (Lx) x 1,90 m (Ly)</p> <p><u>Altura de la losa</u> Para dirección X $d_0 = \frac{(L_x - X)}{4} = 0,53 \text{ m}$</p> <p>Para dirección Y $d_0 = \frac{(L_y - Y)}{4} = 0,43 \text{ m}$ Adopto: $d_0 = 0,55 \text{ m}$ $h_x = d_0 - 0,05 \text{ m} = 0,50 \text{ m} < 1,5 \cdot L_v = 1,28 \text{ m}$ $h_y = h_x - 0,01 \text{ m} = 0,49 \text{ m}$ L voladizo = 0,85 m d = 0,20 m Desnivel salvado por faldón = 0,35 m $\text{tg } \beta = 0,41$ $\beta = 22^\circ 17' 37'' < 45^\circ \Rightarrow$ B.C.</p> <p><u>Dimensionamiento a flexión</u> $M_x = \frac{N \cdot (L_x - X)^2}{8} = 43,58 \text{ KNm}$ $m_s = \frac{M_x}{b \cdot h_x^2 \cdot \beta_k} = 0,04 \Rightarrow \sigma_{m} = 0,075$</p>	<p>$M_y = \frac{N \cdot (L_y - Y)^2}{8} = 35,32 \text{ KNm}$</p> <p>$m_s = \frac{M_y}{b \cdot h_y^2 \cdot \beta_k} = 0,075 \Rightarrow \sigma_{m} = 0,075$</p> <p>$A_{s_x} = \sigma_m \cdot \frac{b \cdot h_x}{\beta_s / \beta_k} = 3,91 \text{ cm}^2 - \text{Adopto} = 1 \phi 10 \text{ c/17}$</p> <p>$A_{s_y} = \sigma_m \cdot \frac{b \cdot h_y}{\beta_s / \beta_k} = 4,62 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p>$A_{s_x} = \sigma_m \cdot \frac{b \cdot h_x}{\beta_s / \beta_k} = 3,06 \text{ cm}^2 - \text{Adopto} = 1 \phi 10 \text{ c/25}$</p> <p>$A_{s_y} = \sigma_m \cdot \frac{b \cdot h_y}{\beta_s / \beta_k} = 3,12 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p><u>Punzonado</u> $h_m = \frac{h_x + h_y}{2} = 0,495 \text{ m}$ $C = 113 \cdot \sqrt{C_x \cdot C_y} = 0,25 \text{ m}$ $D_k = C + h_m = 0,75 \text{ m}$ $D_k = C + 2 \cdot h_m = 1,24 \text{ m}$ $U = \pi \cdot D_k = 2,35 \text{ m}$ $P = N / (L_x \cdot L_y) = 41,60 \text{ m}$ $Q_k = N - P \cdot \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} = 135,30 \text{ KN}$ $h' \cdot x = \left[\frac{L_x - D_k}{L_x - X} (d_0 - d) + d \right] - 0,05 \text{ m} = 0,42 \text{ m}$ $h' \cdot y = \left[\frac{L_y - D_k}{L_y - Y} (d_0 - d) + d \right] - 0,05 \text{ m} = 0,39 \text{ m}$ $h'm = 0,40 \text{ m}$ $\tau_r = \frac{Q_k}{U \cdot h'm} = 143,24 \text{ KN/m}^2$ $u_x = \frac{A_{s_x} (en D_k)}{h'm \cdot D_k} = 0,11\%$ $u_y = \frac{A_{s_y} (en D_k)}{h'm \cdot D_k} = 0,08\%$ $u = u_x + u_y / 2 = 0,10\%$</p> <p>$\alpha_c = 1,3$ (Acero tipo III) $\gamma_s = 1,3 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{u} = 0,52$ $\tau_{011} = 500 \text{ KN/m}^2$ $\gamma \cdot \tau_{011} = 262,13 \text{ KN/m}^2 > \tau_k$</p> <p>No se necesita armadura de corte</p>
---	--

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9.3.4.2.9) Base 9 (doblemente excéntrica).

Dimensionamiento Base

$\sigma_{adm} = 50,00 \text{ KN/m}^2$
 $N = 42,04 \text{ KN}$
 $N \text{ Dim} = 1,2 \times N = 50,44 \text{ KN}$

Se admite $\sigma_{máx} = 4/3 \sigma_{adm}$

$lx = \sqrt{\frac{N \cdot \text{Dim}}{\sigma_{adm}}} = 0,87 \text{ m, adopto: } \mathbf{0,85 \text{ m}}$

$ly = lx = \mathbf{0,85 \text{ m}}$

$p = \frac{N}{lx \cdot ly} = 58,18 \text{ KN/m}^2$

$X = \mathbf{0,23 \text{ m}}$

$Y = \mathbf{0,23 \text{ m}}$

$b_{viga} = \mathbf{0,25 \text{ m}}$

$d_p = \frac{(Ly - b_{viga})}{2} = 0,30 \text{ m - adopto}$
 $h = 0,30 \text{ m}$
 $0,25 \text{ m}$

Verificación al corte en losa base

$D_R = b_{viga} + h/2 = 0,38 \text{ m}$
 $d = 0,20 \text{ m}$

$h' y = \left[\frac{Ly - D_R (d_0 - d) + d}{Ly - Y} \right] - 0,05m = 0,23 \text{ m}$

$Q' = \frac{(Ly - D_R)}{2} \cdot Lx \cdot p = 12,02 \text{ KN}$

$\tau = \frac{Q'}{z \cdot Lx} = 70,94 \text{ KN/m}^2 < 500 \text{ KN/m}^2$

Dimensionamiento a flexión losa

$M_y = p \cdot \frac{(Ly - b_{viga})^2}{8} = 2,62 \text{ KNm/m}$

$\beta_R = 17500 \text{ KN/m}^2$

$\beta_S = 420000 \text{ KN/m}^2$

$ms = \frac{M_y}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} = 0,01 \iff \omega m = 0,018$

$As = \omega m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_S / \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2/\text{m} = \mathbf{1,72 \text{ cm}^2/\text{m}}$

$As = \mathbf{1 \phi 10 \text{ c}/17 \text{ cm}}$

Dimensionamiento viga a corte

$b_{viga} = 0,25 \text{ m}$
 $d_0 \text{ losa} = 0,30 \text{ m}$
 $d = lx - x = 0,62 \text{ m}$
 $q = p \cdot Ly = 49,45 \text{ KN/m}$
 $Q_{11} = q \cdot (Lx - X - h/2) = 17,06 \text{ KN/m}$
 $\tau_{0,1,2} = 750,00 \text{ KN/m}^2$

$\tau_0 = \frac{Q_{11}}{b_0 \cdot z} = 145,98 \text{ KN/m}^2 < \tau_{0,1,2}$, entonces se dimensiona con armadura mínima - zona I
 $\tau = 0,4 \cdot \tau_0 = 58,39 \text{ KN/m}^2$
 $\sigma_s = 240000,00 \text{ KN/m}^2$
 $As = \frac{\tau \cdot b_0}{\sigma_s} = 0,01 \text{ m}^2/\text{m}$
As total = 1,42 cm²/m (2R ϕ 4,2 c/20 cm)

Dimensionamiento viga a flexión

$M_{máx} = \frac{p \cdot (Lx - X/2)^2}{2} \cdot Ly = 13,36 \text{ KNm}$

$ms = \frac{Mx}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} = 0,01 \iff \omega m = 0,018$

$As = \omega m \cdot \frac{b \cdot h}{\beta_S / \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2 = \mathbf{1,03 \text{ cm}^2}$

Armadura cara medianera columna 2 ϕ 12 = 2,26 cm²

Verificación al deslizamiento

$h = 7,50 \text{ m}$
 $C = 10,00 \text{ KN/m}^2$
 $Cd = 0,5 \cdot C = 5,00 \text{ KN/m}^2$
 $\phi = 8^\circ = 2\pi / 45 = 0,14$
 $\phi d = 2/3 \cdot \phi = 0,09$
 $H = \frac{M}{H_{total}} = 1,78 \text{ KN}$
 $1,5 H = 2,67 \text{ KN}$
 $Lx \cdot Ly \cdot Cd = 3,61 \text{ KN} > 1,5 H$
 $N_{dim} \cdot \phi d = 4,71 \text{ KN} > 1,5 H$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

9.3.4.2.10) <u>Base 10 (centrada)</u>					
N = 36,62 KN					
N Dim = 1,2 x N = 43,94 KN					
$\sigma_{adm} = 50,00 \text{ KN/m}^2$					
Profundidad de fundación = 2,50 m					
$\beta_R = 17500 \text{ KN/m}^2$					
$\beta_S = 420000 \text{ KN/m}^2$					
Dimensionamiento Superficie Base					
Area nec. = N Dim/Gadm = 0,88 m ²					
Dimensiones Tronco					
X = 0,25 m					
Y = 0,25 m					
Relación lados tronco $\alpha = 1,00$					
$L_y = \sqrt{A_{nec.}/\alpha}$					
$L_x = \alpha \cdot L_y$					
Se adopta	0,95 m (Lx)	x	0,95 m (Ly)		
Altura de la losa					
Para dirección X = dirección Y					
$d_o = (L_x - X) / 4 = 0,18 \text{ m}$					
Adopto: $d_o = 0,20 \text{ m}$					
$h_x = d_o - 0,05 \text{ m} = 0,15 \text{ m}$					
$h_y = h_x - 0,01 \text{ m} = 0,14 \text{ m}$					
L voladizo = 0,35 m					
d = 0,20 m					
Desnivel salvado por faldón = 0,00 m					
$\text{tg } \beta = 0,00$					
$\beta = 0^\circ < 45^\circ$					
					B.C.
Dimensionamiento a flexión					
$M_x = \frac{N}{L_x} \frac{(L_x - X)^2}{8} = 2,36 \text{ KNm}$					
$m_s = \frac{M_x}{b \cdot h_x^2 \cdot \beta_R} = 0,02$					
$\omega_m = 0,037$					
$M_y = \frac{N}{L_y} \frac{(L_y - Y)^2}{8} = 2,36 \text{ KNm}$					
$m_s = \frac{M_y}{b \cdot h_y^2 \cdot \beta_R} = 0,055$					
$\omega_m = 0,03$					
$A_{S_x} = \omega_m \frac{b \cdot h_x}{\beta_s / \beta_R} = 0,58 \text{ cm}^2$					
$A_{S_y} = \omega_m \frac{b \cdot h_y}{\beta_s / \beta_R} = 0,80 \text{ cm}^2$					
Adopto: 1 ϕ 10 c/25					
$A_{S_x} = 3,12 \text{ cm}^2/\text{m}$					
$A_{S_y} = 4,62 \text{ cm}^2/\text{m}$					
<u>Puntzonado</u>					
$hm = \frac{h_x + h_y}{2} = 0,145 \text{ m}$					
$C = 1,13 \cdot \sqrt{C_x \cdot C_y} = 0,28 \text{ m}$					
$D_R = C + hm = 0,43 \text{ m}$					
$D_K = C + 2 \cdot hm = 0,57 \text{ m}$					
$U = \pi \cdot D_R = 1,34 \text{ m}$					
$p = \frac{N}{(L_x \cdot L_y)} = 40,57 \text{ m}$					
$Q_R = N - p \cdot \pi \cdot D_K^2 = 26,17 \text{ KN}$					
$h' \cdot x = \left[\frac{L_x - D_K}{L_x - X} (d_o - d) + d \right] - 0,05 \text{ m} = 0,15 \text{ m}$					
$h' \cdot y = \left[\frac{L_y - D_K}{L_y - Y} (d_o - d) + d \right] - 0,05 \text{ m} = 0,15 \text{ m}$					
$h'm = 0,15 \text{ m}$					
$\tau_R = \frac{Q_R}{U \cdot h' \cdot m} = 129,92 \text{ KN/m}^2$					
$u_x = \frac{A_{S_x} (en D_R)}{h' \cdot m \cdot D_R} = 0,21\%$					
$u_y = \frac{A_{S_y} (en D_R)}{h' \cdot m \cdot D_R} = 0,31\%$					
$u = \frac{u_x + u_y}{2} = 0,26\%$					
$\alpha_e = 1,3$ (Acero tipo III)					
$\gamma_1 = 1,3 \cdot \alpha_e \cdot \sqrt{u} = 0,86$					
$\tau_{0,11} = 500 \text{ KN/m}^2$					
$\gamma_1 \cdot \tau_{0,11} = 429,21 \text{ KN/m}^2 > \tau_R$					
No se necesita armadura de corte					

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

<p>9.3.4.2.1.1) <u>Base foso</u></p> <p>N = 143,81 KN N Dim = 1,2 x N = 172,57 KN $\sigma_{adm} = 50,00 \text{ KN/m}^2$ Profundidad de fundación = 2,50 m $\beta_R = 17500 \text{ KN/m}^2$ $\beta_S = 420000 \text{ KN/m}^2$</p> <p><u>Dimensionamiento Superficie Base</u></p> <p>Dimensiones Tronco X = 2,55 m Y = 1,15 m</p> <p>Relación de lados tronco = 2,22</p> <p>Se adopta 4,90 m (Lx) x 3,45 m (Ly)</p> <p><u>Altura de la losa</u></p> <p>Adopto: d₀ = 0,25 m $h_x = d_0 - 0,05 \text{ m} = 0,20 \text{ m} < 1,5 \cdot L_y = 1,73 \text{ m}$ $h_y = h_x - 0,01 \text{ m} = 0,19 \text{ m}$ L voladizo = 1,15 m d = 0,25 m Desnivel salvado por faldón = 0,00 m ig $\beta = 0^\circ < 45^\circ \Rightarrow$ B.C.</p> <p><u>Dimensionamiento a flexión</u></p> $M_x = \frac{N(Lx - X)^2}{8} = 20,26 \text{ KNm}$ $m_s = \frac{M_x}{b \cdot h_x^2 \cdot \beta_R} = 0,01 \Rightarrow \text{cm} = 0,018$ $M_y = \frac{N(Ly - Y)^2}{8} = 27,56 \text{ KNm}$ $m_s = \frac{M_y}{b \cdot h_y^2 \cdot \beta_R} = 0,04 \Rightarrow \text{cm} = 0,075$ <p>$A_{s_x} = \text{cm} \frac{b \cdot h_x}{\beta_s \cdot \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2 = 3,83 \text{ cm}^2 - \text{Adopto} = 1 \phi 10 \text{ c}/20$</p> <p>$A_{s_y} = 0,00 \text{ m}^2/\text{m} = 3,92 \text{ cm}^2/\text{m}$</p>	<p>$A_{s_y} = \text{cm} \frac{b \cdot h_y}{\beta_s \cdot \beta_R} = 0,00 \text{ m}^2 = 6,83 \text{ cm}^2 - \text{Adopto} = 1 \phi 10 \text{ c}/11$</p> <p>$A_{s_y} = 0,00 \text{ m}^2/\text{m} = 7,14 \text{ cm}^2/\text{m}$</p> <p><u>Punzonado</u></p> $hm = \frac{hx + hy}{2} = 0,195 \text{ m}$ <p>C = 1,15 m</p> <p>$D_k = C + hm = 1,35 \text{ m}$ $D_k = C + 2hm = 1,54 \text{ m}$ $U = \pi \cdot D_k = 4,23 \text{ m}$ $p = \frac{N}{(Lx \cdot Ly)} = 8,51 \text{ m}$ $Q_k = N - p \cdot \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} = 127,96 \text{ KN}$</p> <p>$h'x = \left[\frac{Lx - D_k(d_0 - d) + d}{Lx - X} \right] - 0,05 \text{ m} = 0,20 \text{ m}$ $h'y = \left[\frac{Ly - D_k(d_0 - d) + d}{Ly - Y} \right] - 0,05 \text{ m} = 0,20 \text{ m}$</p> <p>hm = 0,20 m $\tau_k = \frac{Q_k}{U \cdot h' m} = 151,42 \text{ KN/m}^2$ $u_x = \frac{A_{s_x}(emD_k)}{h' m \cdot D_k} = 0,20\%$ $u_y = \frac{A_{s_y}(emD_k)}{h' m \cdot D_k} = 0,36\%$ $u = \frac{u_x + u_y}{2} = 0,28\%$</p> <p>$\alpha_c = 1,3$ (Acero tipo III) $\gamma_1 = 1,3 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{u} = 0,89$ $\tau_{011} = 500 \text{ KN/m}^2$ $\gamma_1 \cdot \tau_{011} = 444,33 \text{ KN/m}^2 > \tau_k$</p> <p>No se necesita armadura de corte</p>
---	--

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

10) COMPUTO Y PRESUPUESTO DE LA OBRA

10.1) Cómputo

RUBRO	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN	SUBIT.	DESC.	SUBT.	U.	P.UNIT.	TOTAL
1	MOVIMIENTO DE SUELO	1-1	LIMPIEZA DEL TERRENO			9,60	m ³	\$ 66,08	\$ 634,37
1	MOVIMIENTO DE SUELO	1-2	RELLENO Y APISONADO			62,02	m ³	\$ 66,08	\$ 4.098,28
1	MOVIMIENTO DE SUELO	1-3	EXCAVACIÓN FUNDACIONES	1-3-1	BASE AISLADA	91,63	m ³	\$ 89,08	\$ 8.162,40
1	MOVIMIENTO DE SUELO	1-3	EXCAVACIÓN FUNDACIONES	1-3-2	ZAPATA CORRIDA	9,45	m ³	\$ 66,08	\$ 624,46
1	MOVIMIENTO DE SUELO	1-4	FOSO			14,76	m ³	\$ 89,08	\$ 1.314,82
2	FUNDACIONES	2-1	BASE AISLADA H° A°			21,27	m ³	\$ 622,69	\$ 13.244,62
2	FUNDACIONES	2-2	ZAPATA CORRIDA DE H° P°		ANCHO 0,45	9,45	m ³	\$ 123,39	\$ 1.166,04
2	FUNDACIONES	2-3	PLATEA FOSO			4,38	m ³	\$ 833,79	\$ 3.647,83
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON	3-1	COLUMNAS			2,16	m ³	\$ 1.086,94	\$ 2.347,79
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON	3-2	VIGAS			4,75	m ³	\$ 1.450,71	\$ 6.890,87
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON	3-3	LOSAS			8,88	m ³	\$ 951,21	\$ 8.446,74
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON	3-4	TABIQUES			4,04	m ³	\$ 1.258,75	\$ 5.088,95
4	CAPA AISLADORA	4-1	CAPA VERTICAL			8,40	m ²	\$ 15,91	\$ 133,64
4	CAPA AISLADORA	4-2	CAPA HORIZONTAL			6,30	m ²	\$ 15,16	\$ 95,51
5	MAMPOSTERÍA	5-1	LADRILLO HUECO	5-1-1	CERRAMIENTO	161,50	m ²	\$ 48,87	\$ 7.892,51
5	MAMPOSTERÍA	5-1	LADRILLO HUECO	5-1-2	AZOTEA	29,00	m ²	\$ 48,87	\$ 1.417,23
6	ENCADENADOS Y DINTELES	6-1	ENCADENADOS			0,30	m ³	\$ 1.450,71	\$ 437,39
6	ENCADENADOS Y DINTELES	6-2	DINTELES			0,05	m ³	\$ 1.450,71	\$ 78,34
7	REVOQUES	7-1	INTERIOR			178,60	m ²	\$ 38,91	\$ 6.949,33
7	REVOQUES	7-2	EXTERIOR			146,29	m ²	\$ 54,60	\$ 7.987,30
8	PISOS	8-1	PISOS INTERIORES	8-1-1	MONOLÍTICO DE H° A°	10,55	m ³	\$ 833,79	\$ 8.796,48
8	PISOS	8-2	PISOS EXTERIORES	8-2-1	MONOLÍTICO DE H°	2,22	m ³	\$ 270,00	\$ 599,40

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

10.2) Costo por rubros e ítems de obra

RUBRO	DESCRIPCIÓN rubro	ITEM	DESCRIPCIÓN ITEM	Total
1	MOVIMIENTO DE SUELO	1-1	LIMPIEZA DEL TERRENO	634,37
		1-2	RELLENO Y APISONADO	4098,28
		1-3	EXCAVACIÓN FUNDACIONES	8786,86
		1-4	FOSO	1314,82
	Total MOVIMIENTO DE SUELO			14834,33
2	FUNDACIONES	2-1	BASE AISLADA H° A°	13244,62
		2-2	ZAPATA CORRIDA DE H° P°	1166,04
		2-3	PLATEA FOSO	3647,83
	Total FUNDACIONES			18058,48
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON	3-1	COLUMNAS	2347,79
		3-2	VIGAS	6890,87
		3-3	LOSAS	8446,74
		3-4	TABIQUES	5088,95
	Total ESTRUCTURA DE HORMIGON			22774,36
4	CAPA AISLADORA	4-1	CAPA VERTICAL	133,64
		4-2	CAPA HORIZONTAL	95,51
	Total CAPA AISLADORA			229,15
5	MAMPOSTERÍA	5-1	LADRILLO HUECO	9309,74
				9309,74
6	ENCADENADOS Y DINTELES	6-1	ENCADENADOS	437,39
		6-2	DINTELES	78,34
	Total ENCADENADOS Y DINTELES			515,73
7	REVOQUES	7-1	INTERIOR	6949,33
		7-2	EXTERIOR	7987,30
	Total REVOQUES			14936,62
8	PISOS	8-1	PISOS INTERIORES	8796,48
		8-2	PISOS EXTERIORES	599,40
	Total PISOS			9395,88

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

9	AZOTEA	9-1	H° DE PENDIENTE	1246,24
		9-2	MEMBRANA	4484,05
	Total AZOTEA			5730,29
10	PINTURA	10-1	PAREDES INTERIORES	1953,88
		10-2	PAREDES EXTERIORES	1841,76
		10-3	CIELORRASO	1101,43
	Total PINTURA			4897,07
11	CARPINTERÍA	11-1	METALICA	4229,37
	Total CARPINTERÍA			4229,37
12	VIDRIOS (ESPESOR 3 mm)	12-1	TRANSPARENTES	95,87
				95,87
13	ESTRUCTURA METALICA	13-1	PLANTA ALTA	9633,11
		13-2	ESCALERA Y ENTREPISO	2005,49
	Total ESTRUCTURA METALICA			11638,60
14	INSTALACIONES SANITARIAS	14-1	AGUA	1237,55
		14-2	DESAGÜE PLUVIAL	852,60
	Total INSTALACIONES SANITARIAS			2090,15
15	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	15-1	TABLERO	1325,55
		15-2	BOCAS	8235,78
	Total INSTALACIONES ELÉCTRICAS			9561,33
16	TRATAMIENTO	16-1	CONDUCTOS	3460,20
		16-2	TANQUES	2400,00
		16-3	FILTRO PRENSA	100000,00
		16-4	BOMBAS	900,00
		16-5	CICLON	70000,00
		16-6	LAVADOR DE GASES	115600,00
		16-7	VENTILADOR	6346,00
	Total TRATAMIENTO			298706,20
	Total general			427003,17

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

10.3) Incidencia por rubro en el costo de la obra

DESCRIPCIÓN	TOTAL	INCIDENCIA
Total MOVIMIENTO DE SUELO	\$ 14.834,33	3,47%
Total FUNDACIONES	\$ 18.058,48	4,23%
Total ESTRUCTURA DE HORMIGON	\$ 22.774,36	5,33%
Total CAPA AISLADORA	\$ 229,15	0,05%
Total MAMPOSTERÍA	\$ 9.309,74	2,18%
Total ENCADENADOS Y DINTELES	\$ 515,73	0,12%
Total REVOQUES	\$ 14.936,62	3,50%
Total PISOS	\$ 9.395,88	2,20%
Total AZOTEA	\$ 5.730,29	1,34%
Total PINTURA	\$ 4.897,07	1,15%
Total CARPINTERÍA	\$ 4.229,37	0,99%
Total VIDRIOS (ESPESOR 3 mm)	\$ 95,87	0,02%
Total ESTRUCTURA METALICA	\$ 11.638,60	2,73%
Total INSTALACIONES SANITARIAS	\$ 2.090,15	0,49%
Total INSTALACIONES ELÉCTRICAS	\$ 9.561,33	2,24%
Total TRATAMIENTO	\$ 298.706,20	69,95%
Total general	\$ 427.003,17	100,00%

10.4) Costos finales de la obra**10.4.1) Costo total del equipamiento destinado al proceso de tratamiento**

Costo directo =	1,00
Gastos generales =	0,10
Gastos indirectos =	0,10
Beneficios =	0,10
Total 1 (T1) =	<u>1,30</u>

IVA (21%) =	0,21
Ingresos brutos (1,5%) =	0,015
Total 2 (T2) =	<u>0,225</u>

$$T1 * T2 = T3 = 0,2925$$

$$\text{Coeficiente de resumen (T1 + T3)} = 1,59$$

Aplicación del coeficiente de resumen al costo total del equipamiento:

$$\$298.706,20 * 1,59 = \boxed{\$475.689,62}$$

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****10.4.2) Costo total de la obra civil**

Costo directo =	1,00
Gastos generales =	0,10
Gastos indirectos =	0,10
Beneficios =	0,10
Total 1 (T1) =	1,30

IVA (21%) =	0,21
Ingresos brutos (1,5%) =	0,015
Total 2 (T2) =	0,225

$$T1 * T2 = T3 = \mathbf{0,2925}$$

$$\text{Coeficiente de resumen (T1 + T3)} = \mathbf{1,59}$$

Aplicación del coeficiente de resumen al costo total de la obra civil:

$$\$128.296,97 * 1,59 = \mathbf{\$204.312,93}$$

Valor de obra civil por m²:

m ² cubiertos de la obra =	119,57
Precio por m² =	\$1.708,68

10.4.3) Costo total de la obra**Aplicación del coeficiente de resumen al costo total de la obra:**

$$\$427.003,17 * 1,59 = \mathbf{\$680.002,55}$$

Valor de obra por m²:

m ² cubiertos de la obra =	119,57
Precio por m² =	\$5.686,91

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****11) BIBLIOGRAFIA**

EL ACERO EN LA CONSTRUCCION; Reverte; Barcelona; 1972.

METODOS AUXILIARES PARA EL CALCULO DE LAS SOLICITACIONES Y DEFORMACIONES DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO (Cuaderno 240); Comisión Alemana para el Estudio del Hormigón Armado-IRAM; Dr. Ing. E. Grasser-Dr. Ing. G. Thielen; Buenos Aires, 1972.

HORMIGON ARMADO, 10º Edición, Tomo I; Gustavo Gili S.A.; P. Jiménez Montoya - A. García Meseguer - F. Moran Cabre; Barcelona, 1979 .

DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE HORMIGON Y HORMIGON ARMADO (Cuaderno 220), 2º Edición corregida; Comisión Alemana del Hormigón armado-IRAM; E. Grasser-K. Kordina-V. Quast; Buenos Aires, 1981.

ACCION DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES; INTI-CIRSOC; Coordinador Ing. Hilario Fernández Long; Buenos Aires, 1982.

CARGAS Y SOBRECARGAS GRAVITATORIAS PARA EL CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE EDIFICIOS; INTI-CIRSOC; Coordinador Ing. Hilario Fernández Long; Buenos Aires, 1982.

DATOS PARA EL PROYECTISTA DEL HORMIGON ARMADO; INTI CIRSOC; Director Técnico Dr. Alfonso Huber; Buenos Aires, 1983

DATOS TECNOLOGICOS DEL HORMIGÓN NORMAL; INTI CIRSOC; Director Técnico Dr. Alfonso Huber; Buenos Aires, 1985.

VENTILACION INDUSTRIAL; Parainfo SA.; Enrique Carnicer Royo; Madrid, 1991.

LEY NACIONAL N° 24051; Buenos Aires, 1992.

PERRY MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO 6º edición Tomo 2; Mc Graw-Hill; Robert H. Perry; México, 1992.

ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA; Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y puertos; Aurelio Hernández Muñoz; Madrid, 1993.

CURSO DE TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN; Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón; Agustín Norberto Castiarena; Buenos Aires, 1994.

LEY PROVINCIAL N° 11220; Santa Fe, 1994.

LEY PROVINCIAL N° 11717; Santa Fe, 1999.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

DECRETO PROVINCIAL N° 1844/02; Santa Fe, 2002.

DECRETO PROVINCIAL N° 101/03; Santa Fe, 2003.

LEY NACIONAL N° 25675; Buenos Aires, 2002.

TÓXICOLOGIA LABORAL – Criterios para la vigilancia de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas; Superintendencia de Riesgos del Trabajo; Nelson F. Albiano; Buenos Aires, 2003.

PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES; Proyecto GTZ-CIPRA Protección Ambiental en la Industria; Fabio O. Pennella - Claudio P. Colombo; Buenos Aires, 2003.

INSPECCIONES AMBIENTALES EN PLANTAS DE LA INDUSTRIA DE TRATAMIENTO DE SUPERFICIES; Proyecto GTZ-CIPRA Protección Ambiental en la Industria; Fabio O. Pennella - Claudio P. Colombo; Buenos Aires, 2003.

ASPECTOS TÓXICOLOGICOS RELACIONADOS CON LA UTILIZACIÓN DEL CROMO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CURTIEMBRES; Jairo M Téllez - Roxs Mary Carvajal - Ana María Gaitán; Bogotá, 2004.

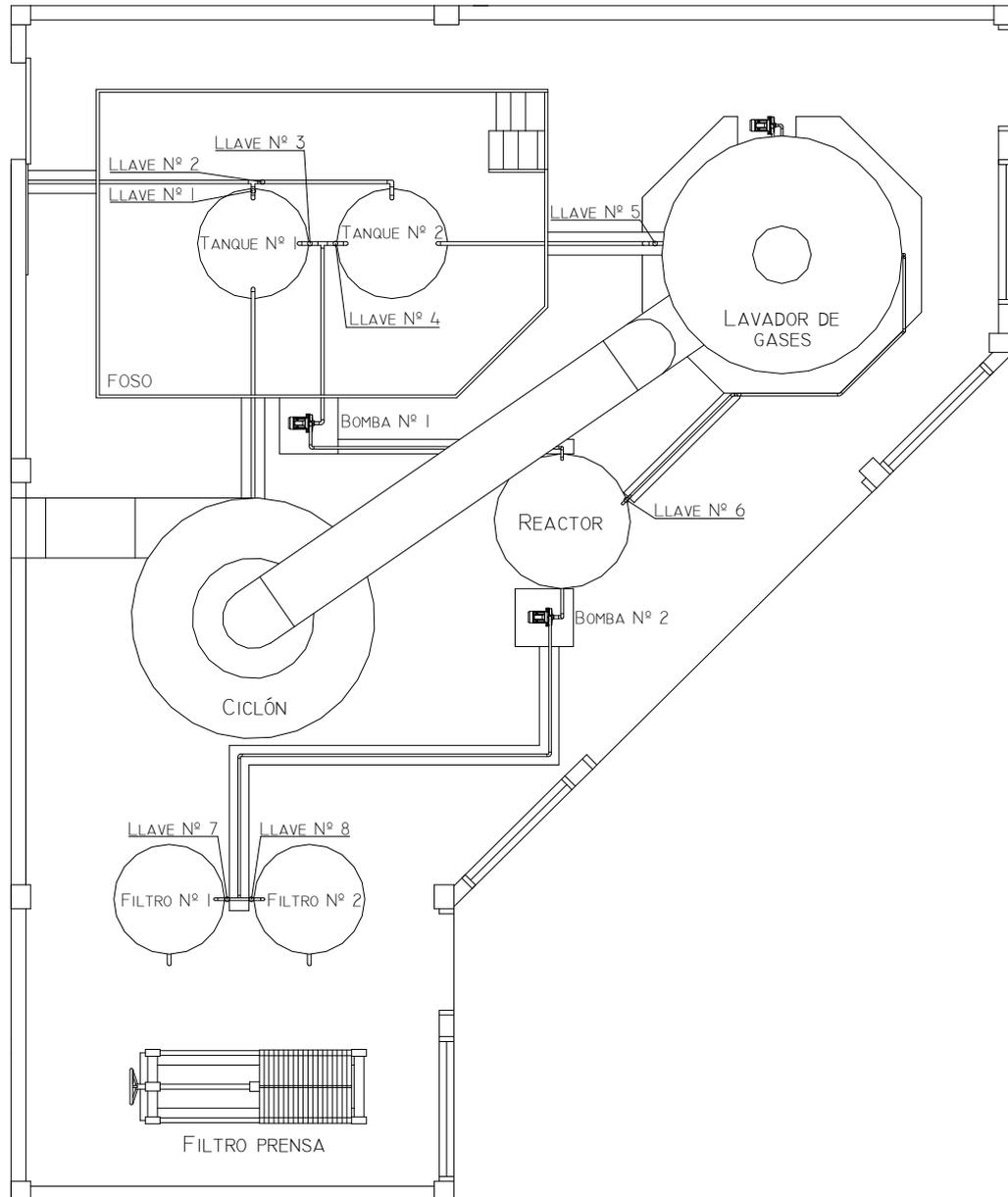
VIVIENDA LA REVISTA DE LA CONSTRUCCION, N° 550; Revista Vivienda S.R.L.; Buenos Aires, Mayo de 2008.

APUNTES DE CÁTEDRA CONSTRUCCIONES METALICAS Y DE MADERA.

APUNTES DE CÁTEDRA INSTALACIONES ELECTRICAS Y ACUSTICAS.

APUNTES DE CÁTEDRA CIMENTACIONES.

APUNTES DE CÁTEDRA ESTRUCTURAS DE HORMIGON.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati****ANEXO I: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS****Esquema de funcionamiento****Disposición del efluente previsible****Ciclón y conductos**

- El efluente producido por la condensación de los conductos de ventilación se enviará al tanque Nº 1, manteniendo cerrada la llave Nº 2.
- El efluente generado en el ciclón se derivará exclusivamente al tanque Nº 1.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

- Cada 3 (tres) meses, mediante bomba N° 1, se extraerá el contenido del tanque N° 1 y será enviado al reactor para su tratamiento. (a)
- Si el efluente acumulado en el tanque N° 1, alcanza la cantidad de 650 (seiscientos cincuenta) litros antes del plazo estipulado en el punto anterior, se procederá al bombeo y posterior tratamiento.

a)

Capacidad de trabajo del reactor (1/3 de 2000 l) 666,67 l (adopto 650 l)

Efluente generado por condensación en conductos de ventilación 20 l/semana

Efluente producido por el ciclón 25 l/semana

Total 45 l/semana

..... 180 l/mes

Tiempo de acumulación de 650 l: $(650 \text{ l}) / (180 \text{ l/mes})$ 3,6 meses

..... Adopto 3 meses

Lavador de gases

- Cada 6 (seis) meses, se purgarán 1000 (mil) litros de efluente originado en el lavador de gases, exclusivamente al tanque N° 2, mediante apertura de llave N° 5.
- Mediante bomba N° 1 se trasvasará la mitad del contenido del tanque N° 2 - 500 (quinientos) litros- al reactor para su tratamiento.
- Finalizado el tratamiento mencionado en el punto anterior, se enviará al reactor el contenido restante en el tanque N° 2.

Disposición del efluente en caso de accidentes**Rotura y vaciamiento total de una a dos cubas de cromado o lavado (b)**

- Se procurará mantener la limpieza del sector confinado del área de cromado, a los efectos de evitar la contaminación del líquido derramado y trasvasarlo a otras cubas mediante bombeo.
- Si se da cumplimiento al inciso anterior, se lavará el área confinada y el efluente generado será enviado a los tanques de almacenaje N° 1 y N° 2.

Si no es posible recuperar el material derramado, se procederá de la siguiente manera:

- Se abrirán las llaves N° 1 y N° 2 permitiendo el ingreso del efluente a los tanques N° 1 y N° 2.
- Se lavará el área confinada, enviando el líquido resultante a los tanques.
- El efluente acumulado será bombeado al reactor en etapas de 650 (seiscientos cincuenta) litros para la realización del tratamiento.

b)

Capacidad de almacenaje de los tanques N° 1 y N° 2 y el reactor 2650 l

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Capacidad máxima ocupada por efluente previsto	500 l
Capacidad libre de almacenaje	2150 l
Derrame producido por rotura total de dos cubas	1600 l

Rotura total de tres cubas simultáneamente o de la cuba madre

- Si los tanques N° 1 y N° 2 y el reactor están vacíos, se permitirá el ingreso del efluente en aquellos y accionando la bomba N° 1 se evacuarán 650 (seiscientos cincuenta) litros al reactor. (c)
- Si los tanques N° 1 y N° 2 o el reactor contienen líquido, se permitirá el desborde de los tanques de almacenaje al foso. (d)
- A medida que avance el tratamiento por etapas del efluente, se traspasará el líquido del foso a los tanques, mediante la utilización de una bomba portátil.
- Se lavará el foso, enviando el líquido generado a los tanques mediante el uso de bomba portátil.
- Se podrá implementar un procedimiento alternativo, consistente en trasvasar el contenido de los tanques N° 1 y N° 2 a depósitos provisorios de menor tamaño, mediante el uso de bomba portátil.

c)

Capacidad de almacenaje de los tanques N° 1 y N° 2 y el reactor	2650 l
Derrame producido por rotura total de tres cubas	2400 l
Derrame producido por rotura total de cuba madre	2250 l

d)

Capacidad máxima ocupada por efluente previsto	500 l
Capacidad libre de almacenaje	2150 l
Excedente cap. sist. por derrame producido por rotura total de dos cubas	250 l
Excedente cap. sist. por derrame producido por rotura total de cuba madre	100 l

Rotura total de cuatro o más cubas y la cuba madre simultáneamente (e)

- Se procederá en forma similar al caso de rotura de tres cubas o cuba madre cuando los tanques N° 1 y N° 2 y el reactor contengan líquido.
- También se podrá aplicar el procedimiento alternativo mencionado para el caso anterior, a menos que el volumen del derrame exceda las posibilidades de almacenamiento en otros depósitos.

e)

Cap. almacenaje del foso (incluidos los tanques N° 1 y N° 2 y el reactor)	13000 l
Derrame producido por rotura total de todas las cubas mas cuba madre	7850 l

Tratamiento

- Ingresado el efluente al reactor, se agregará agua mediante apertura de llave N° 6, hasta completar la capacidad del mismo.

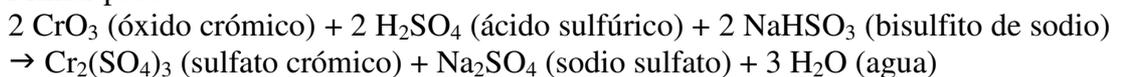
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

- Se tomará una muestra del contenido del reactor para enviar al laboratorio y establecer la cantidad (en Kg/l) de cromo presente.
- Se determinará la masa total de Cr (M_{Cr}): R_M (resultado muestra) x V_R (volumen reactor) = M_{Cr}
- Se agregarán 2,5 Kg de ácido sulfúrico al 98% / Kg de cromo.
- Se agregarán 3 Kg de bisulfito de sodio al 60% / Kg de cromo.
- Se agregarán 2,89 Kg de NaOH / Kg de cromo. (f)
- Se producirá la precipitación mediante el agregado de sulfato de aluminio. La cantidad a agregar es variable, advirtiendo visualmente la precipitación total del $Cr_2(SO_4)_3$ formado, dado que la floculación no es un fenómeno químico, sino físico.
- Producida la reacción, se accionará la bomba N° 2 para traspasar el efluente neutralizado a los filtros N° 1 y N° 2.
- Finalizado el proceso de filtrado, mediante el uso de pala o elemento similar, se extraerá la “torta” formada en la parte superior de los filtros.
- Se procederá a compactar en el filtro prensa, el material sólido obtenido en los filtros.
- Se almacenará el residuo sólido en los contenedores que serán enviados a la empresa contratada para realizar la disposición final de los mismos.
- El efluente líquido generado por el filtro prensa, será enviado a los tanques de almacenamiento de efluente sin tratar.

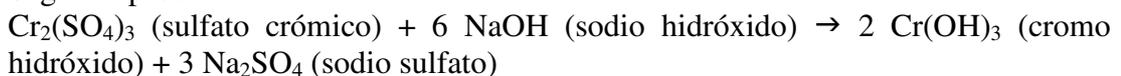
f)

Reacciones producidas en el reactor para reducir el cromo:

Primer paso:



Segundo paso:

**Higiene y seguridad**

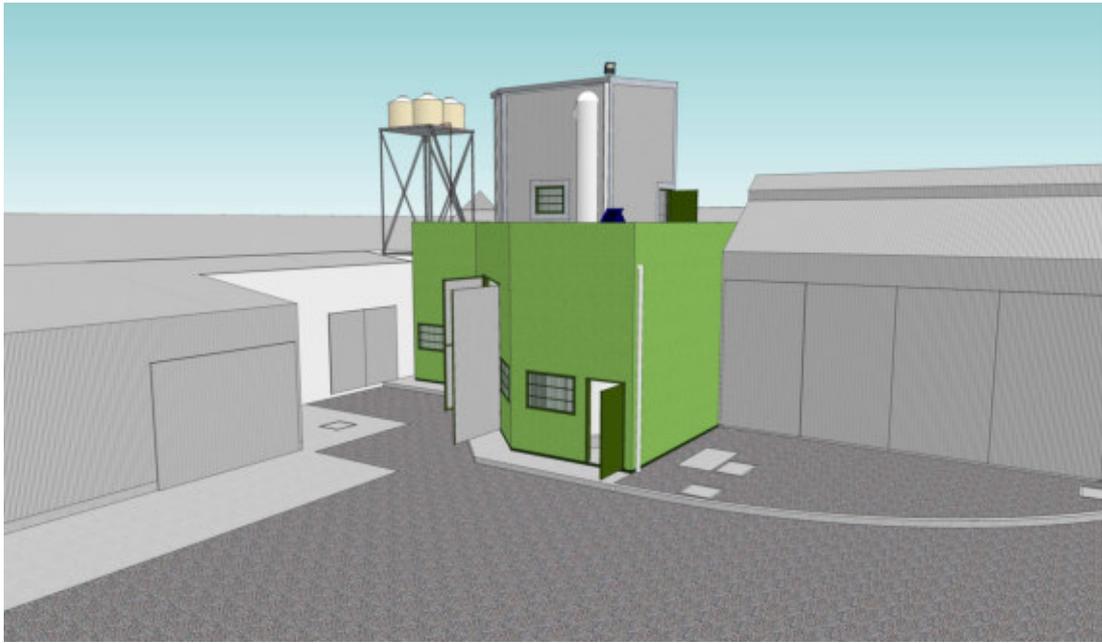
- Se respetarán las normas de higiene y seguridad establecidas para la planta fabril contemplando, además, la reglamentación vigente para el manejo de desechos peligrosos.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

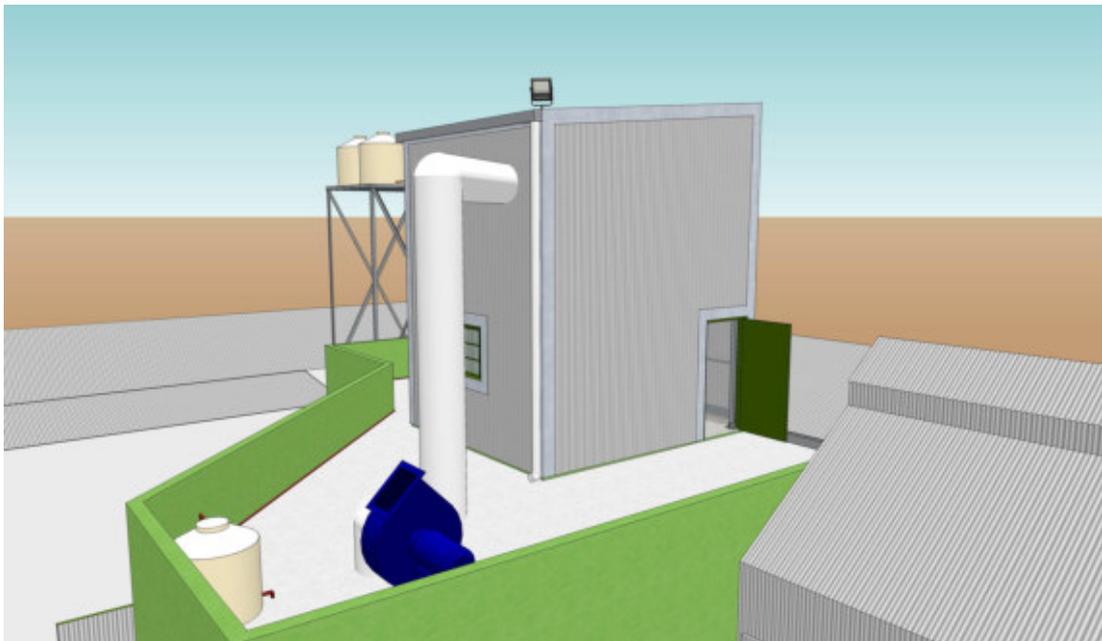
por **Leandro Donati**

ANEXO II: ARQUITECTURA

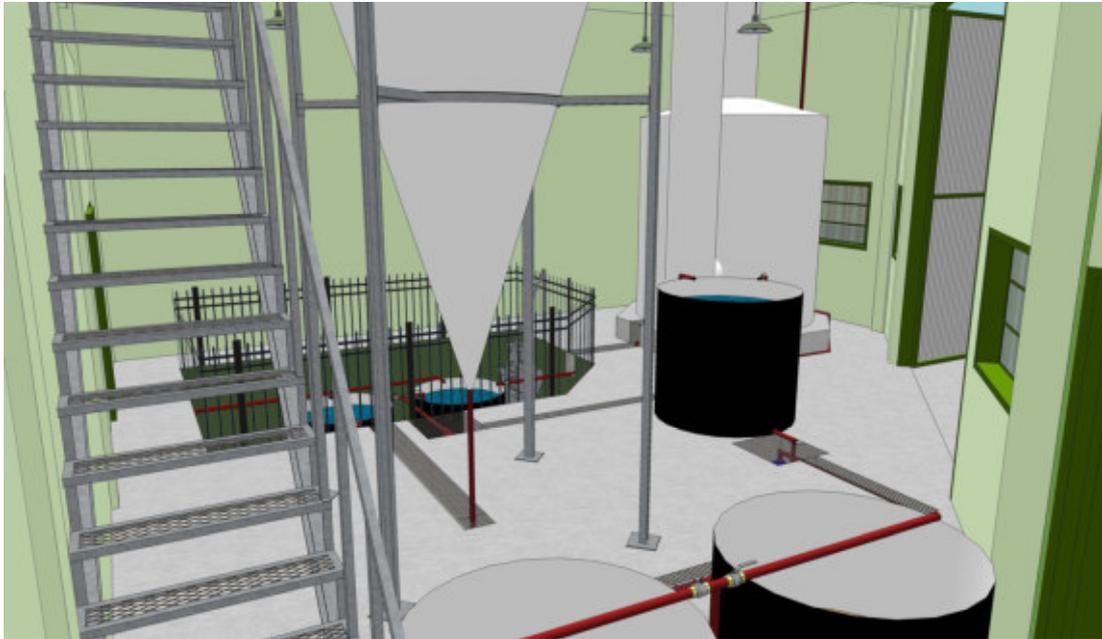
Vistas en 3D de la Planta de Tratamiento



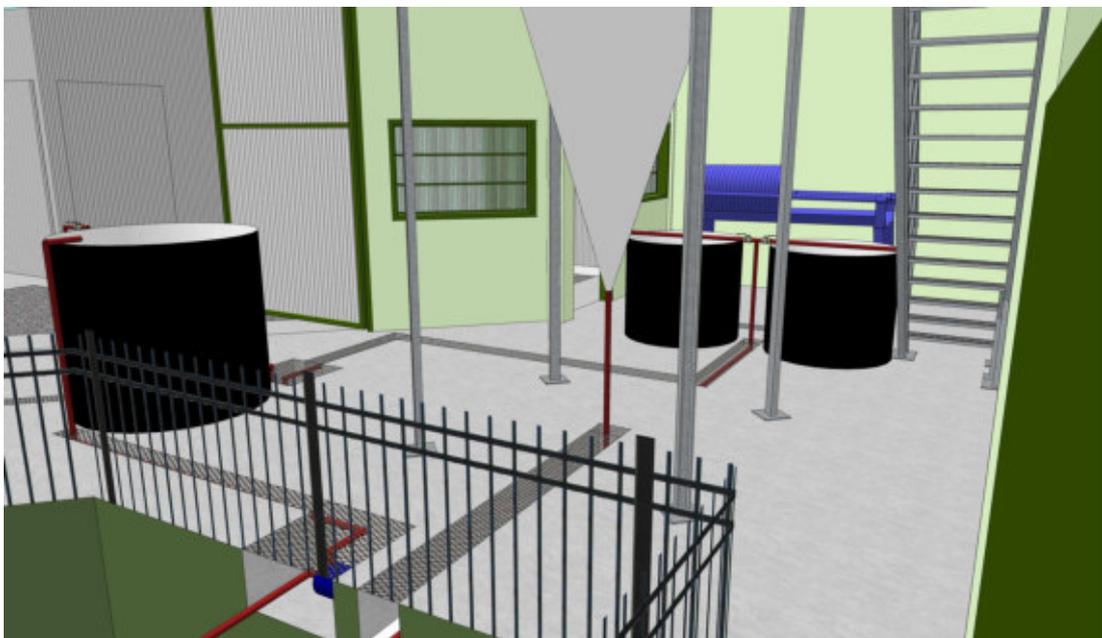
Vista general exterior



Vista exterior. Azotea. En primer plano, el tanque de alimentación del lavador de gases y el ventilador.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADOpor **Leandro Donati**

Vista interior. En el fondo, los tanques de almacenamiento de efluente sin tratar y el lavador de gases. En el centro, el ciclón y el reactor. En primer plano, los filtros.



Vista interior. En el fondo, el filtro prensa. Más adelante, los filtros. Siguen el reactor y el ciclón. En primer plano, parte del foso de los tanques de almacenamiento de efluente sin tratar.

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

Planimetría

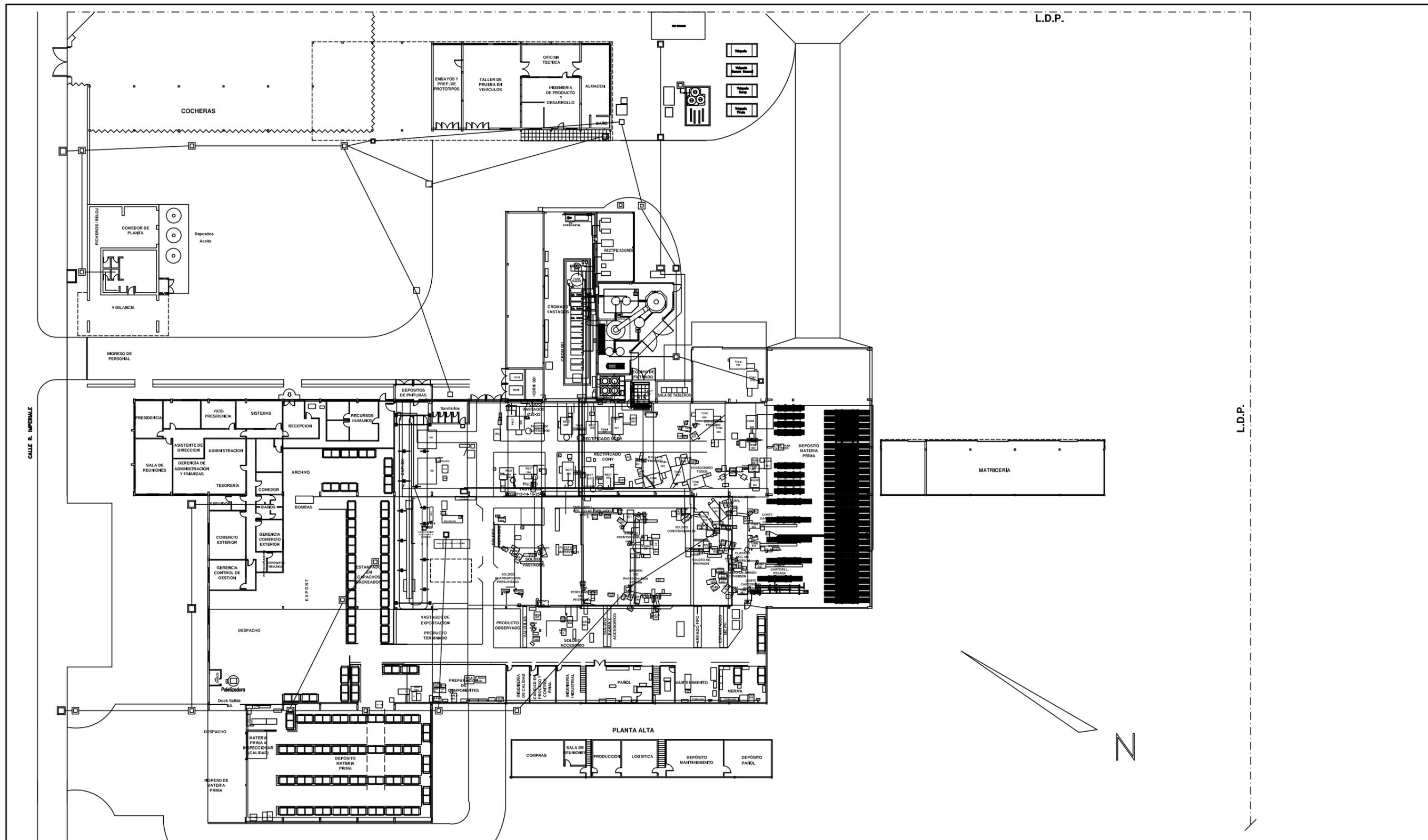
Plano N° 1: Planta General Industria

Plano N° 2: Planta baja y alta – Planta de tratamiento

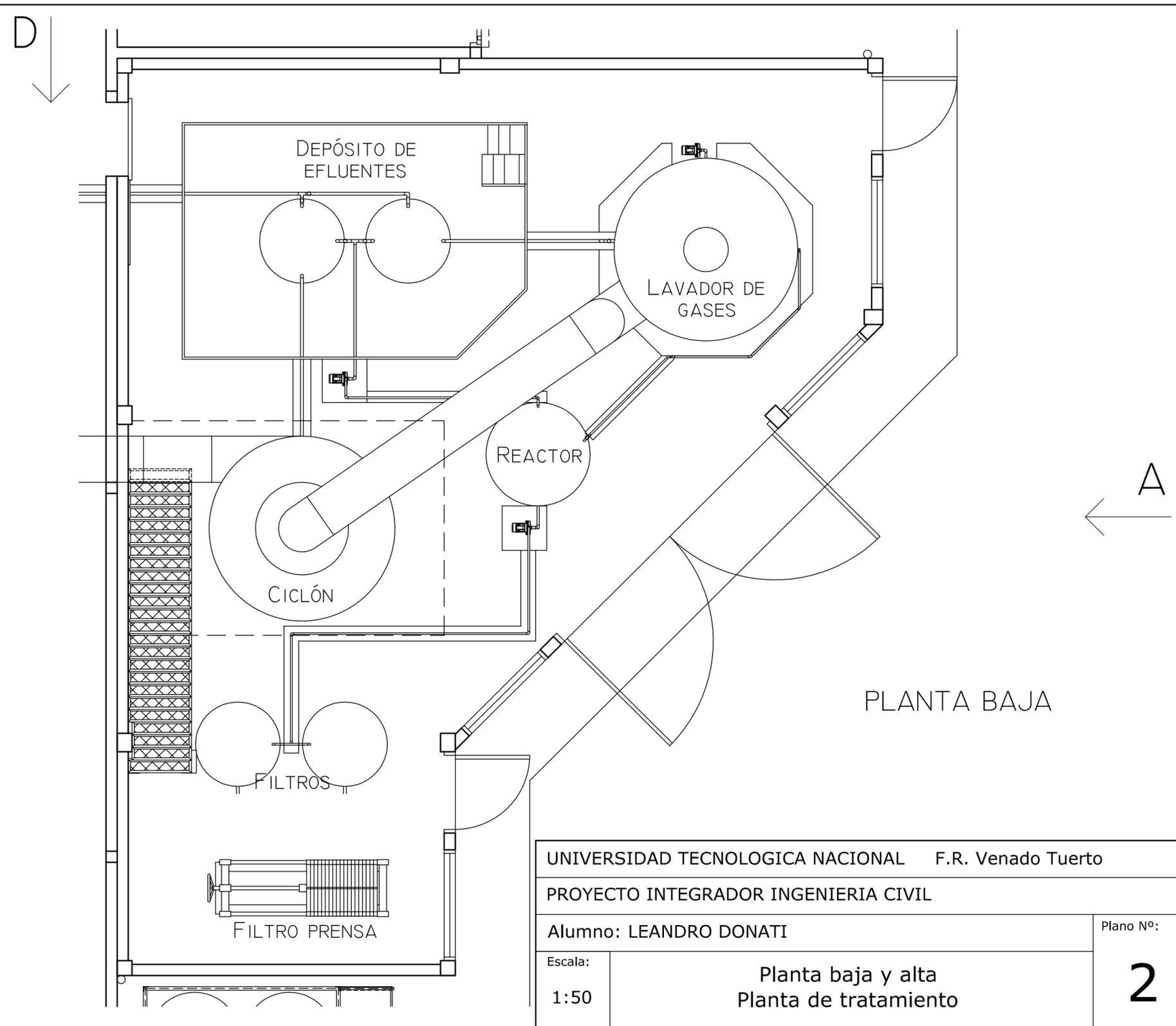
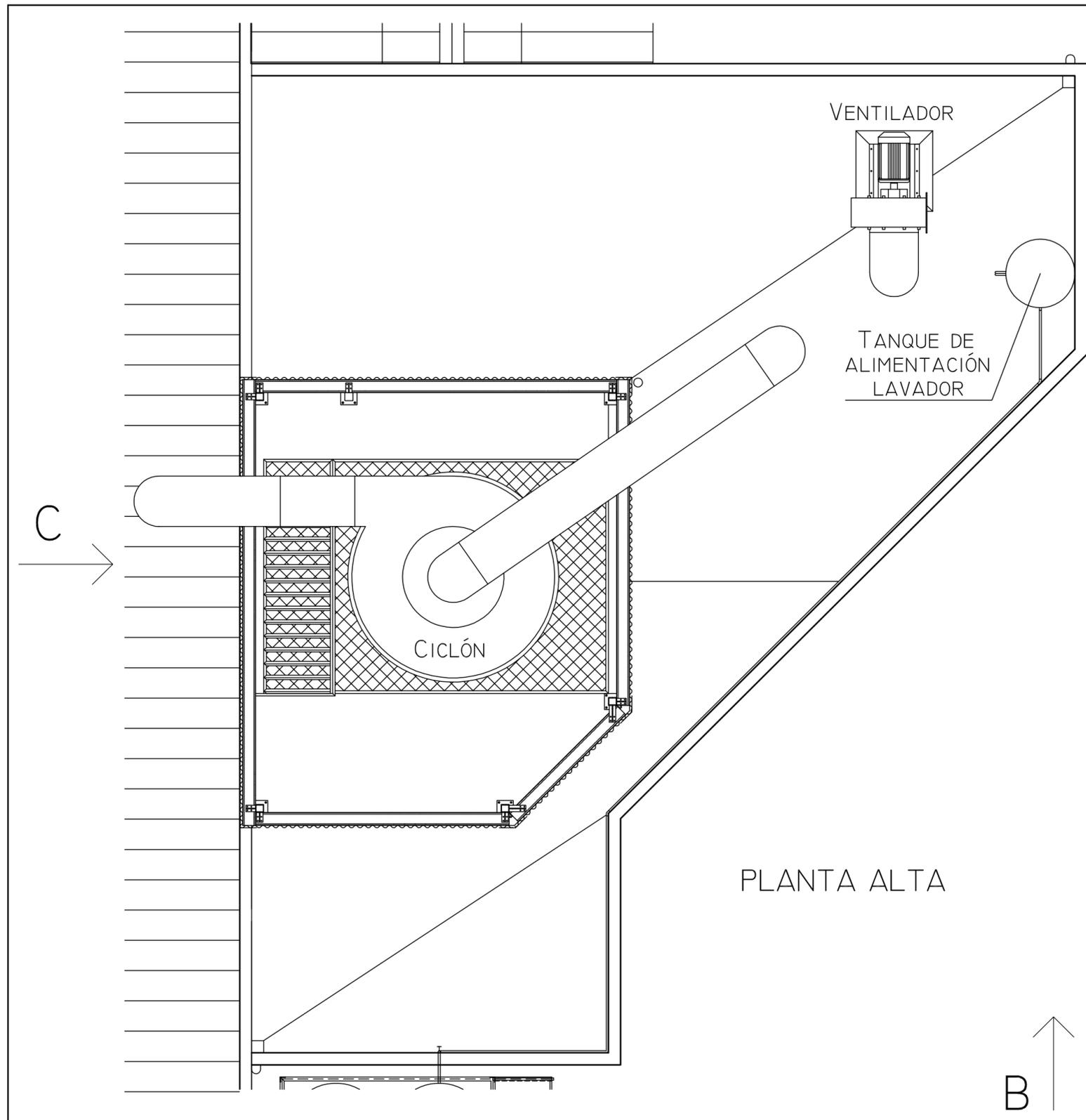
Plano N° 3: Fachadas

Plano N° 4: “Cortes-vista”

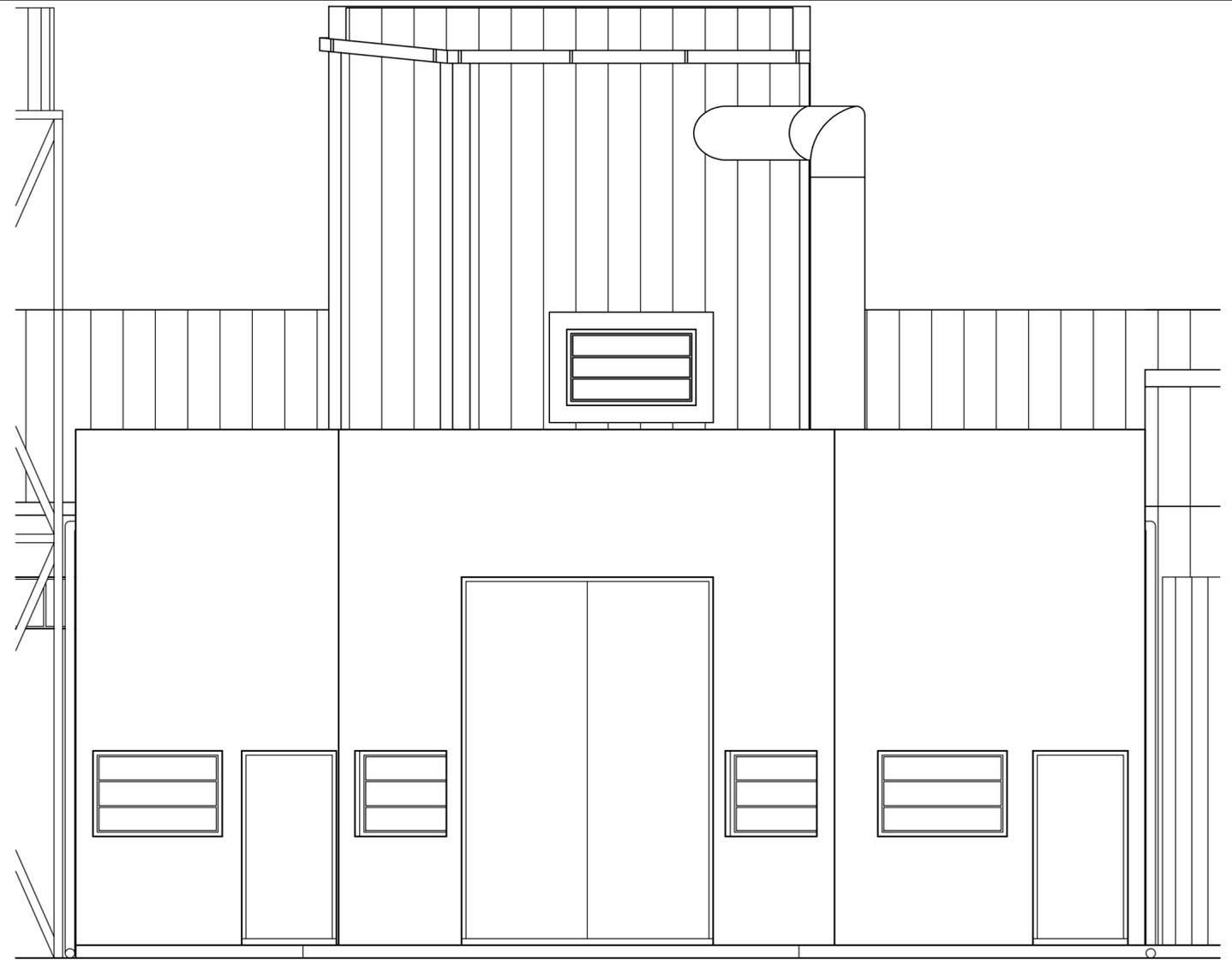
Plano N° 5: “Cortes-vista”



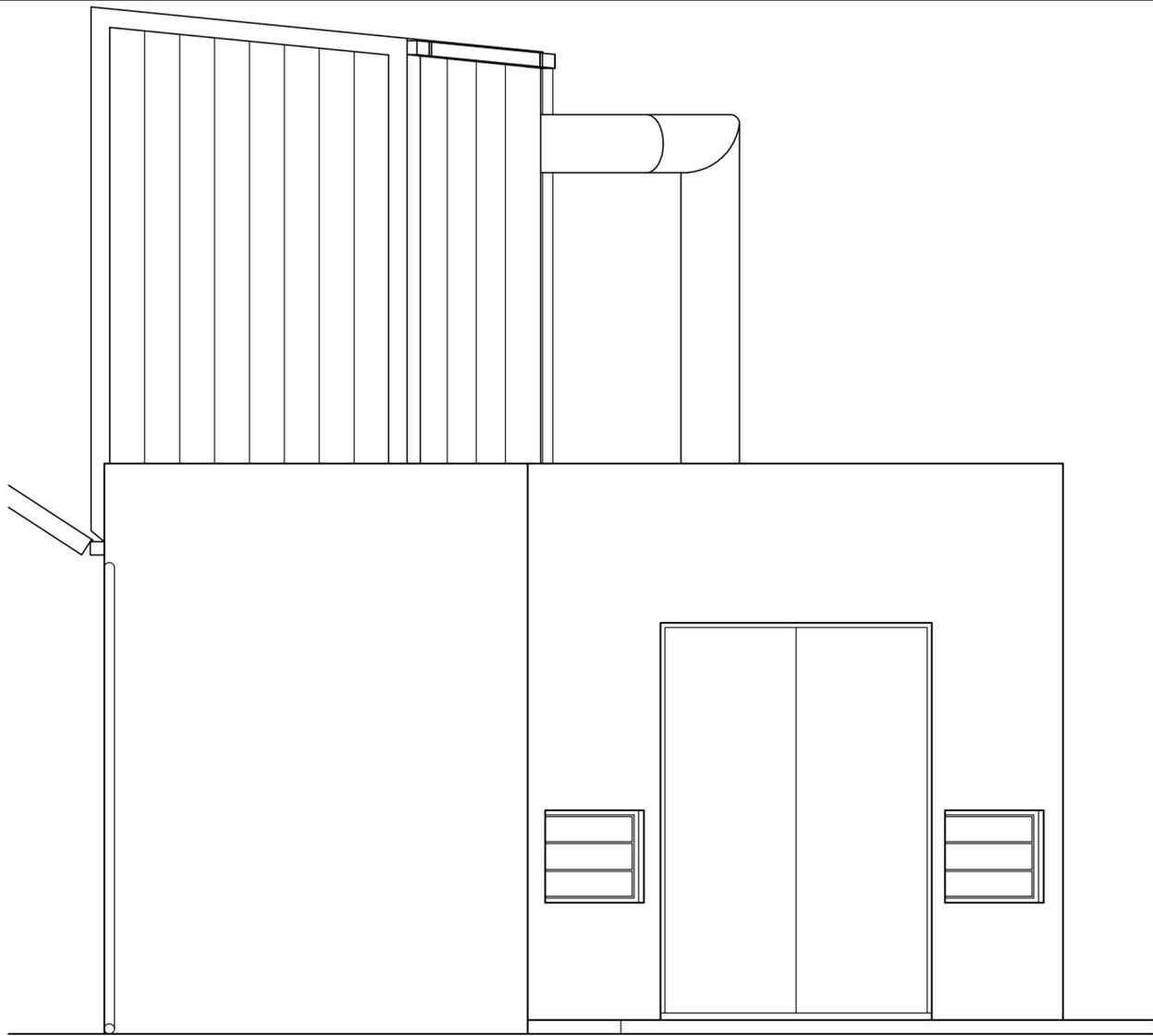
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	
Escala: 1:500	Planta general Industria
	Plano N°: 1



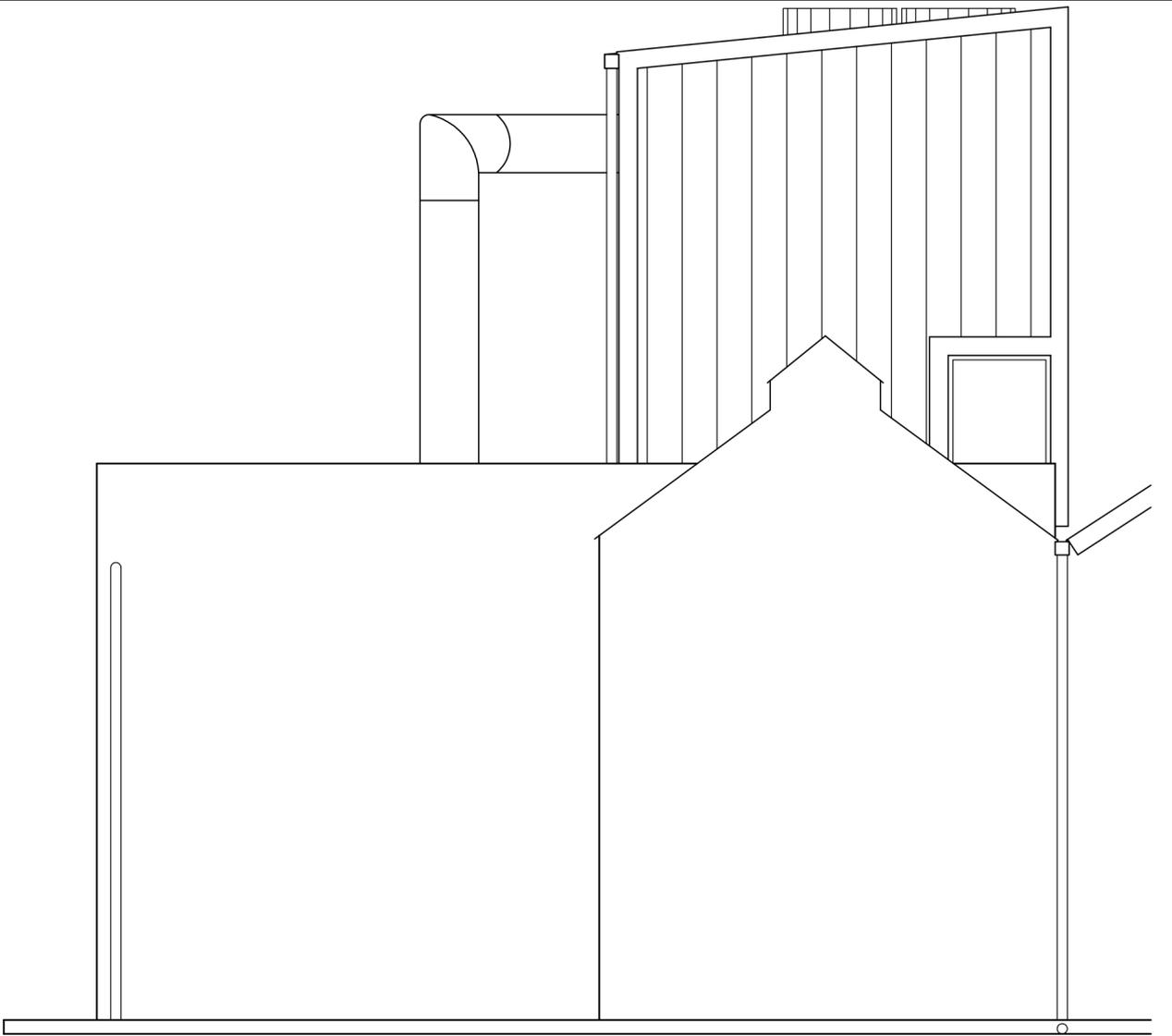
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto		Plano N°:
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL		
Alumno: LEANDRO DONATI		2
Escala: 1:50	Planta baja y alta Planta de tratamiento	



FACHADA "A"
(VISTA "A" S/PLANO Nº 2)

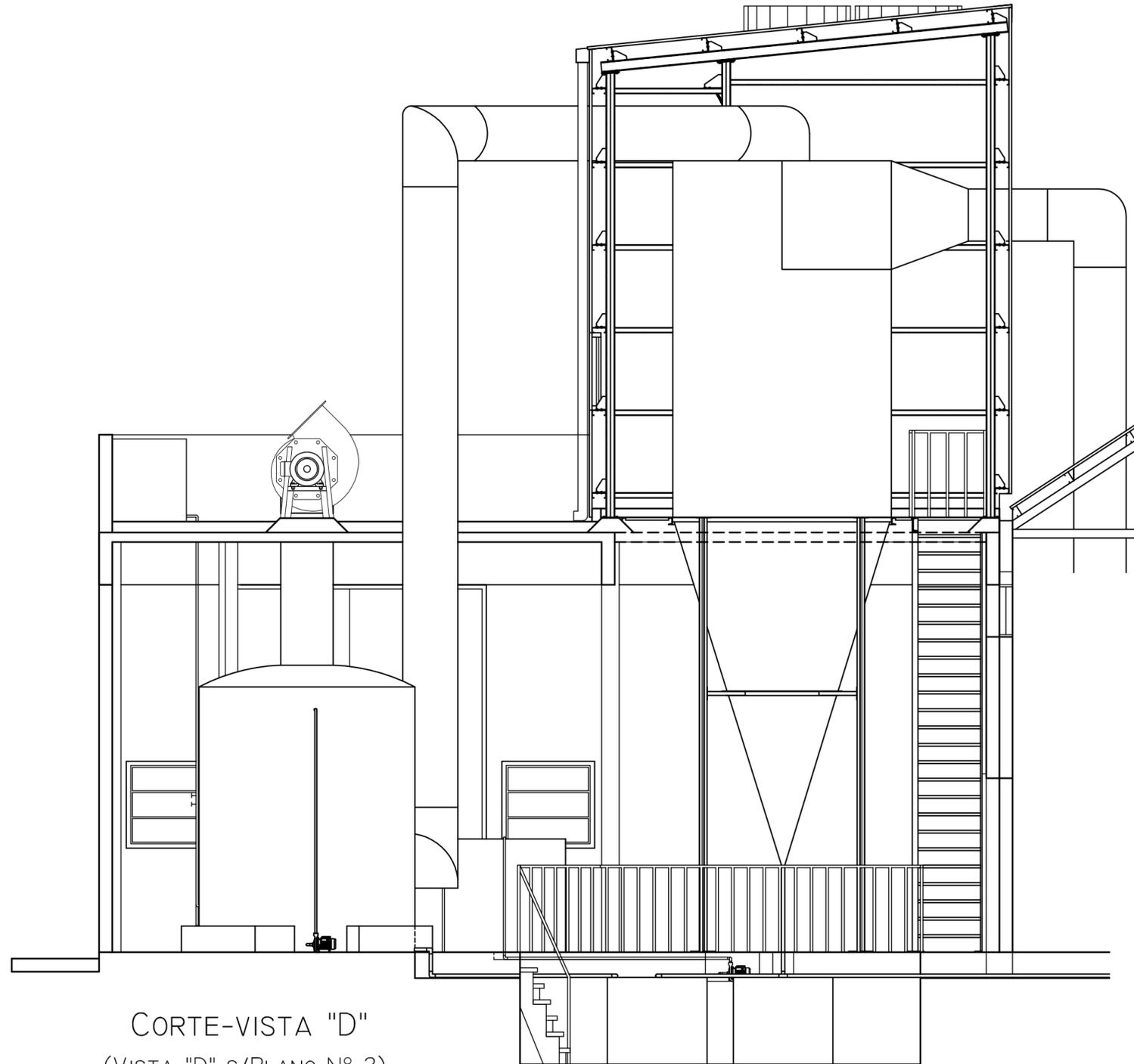


FACHADA "B"
(VISTA "B" S/PLANO Nº 2)

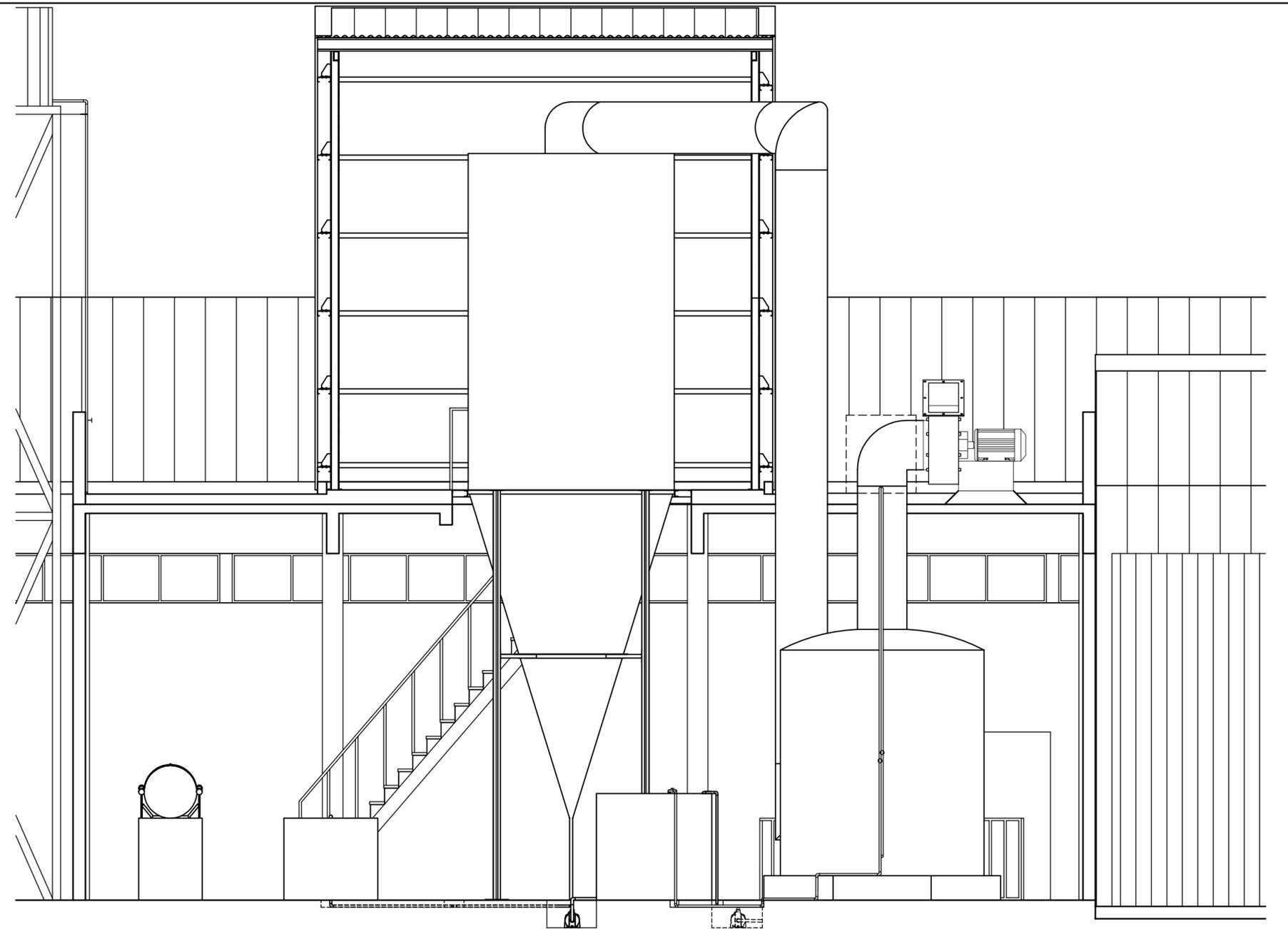


FACHADA "D"
(VISTA "D"
S/PLANO Nº 2)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	
Escala:	Plano Nº:
1:50	Fachadas
3	



CORTE-VISTA "D"
(VISTA "D" S/PLANO N° 2)



CORTE-VISTA "A"
(VISTA "A" S/PLANO N° 2)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

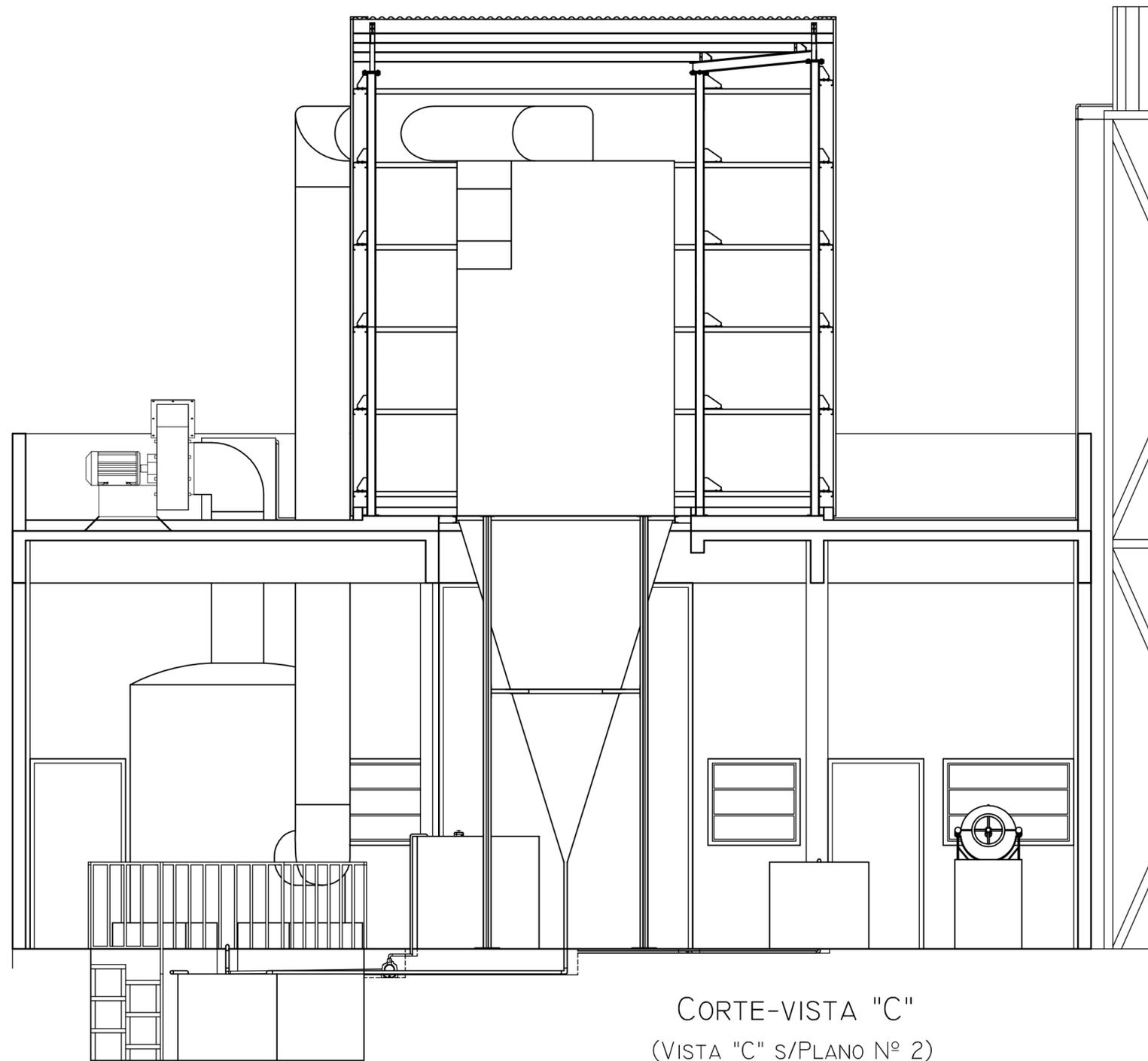
Plano N°:

Escala:

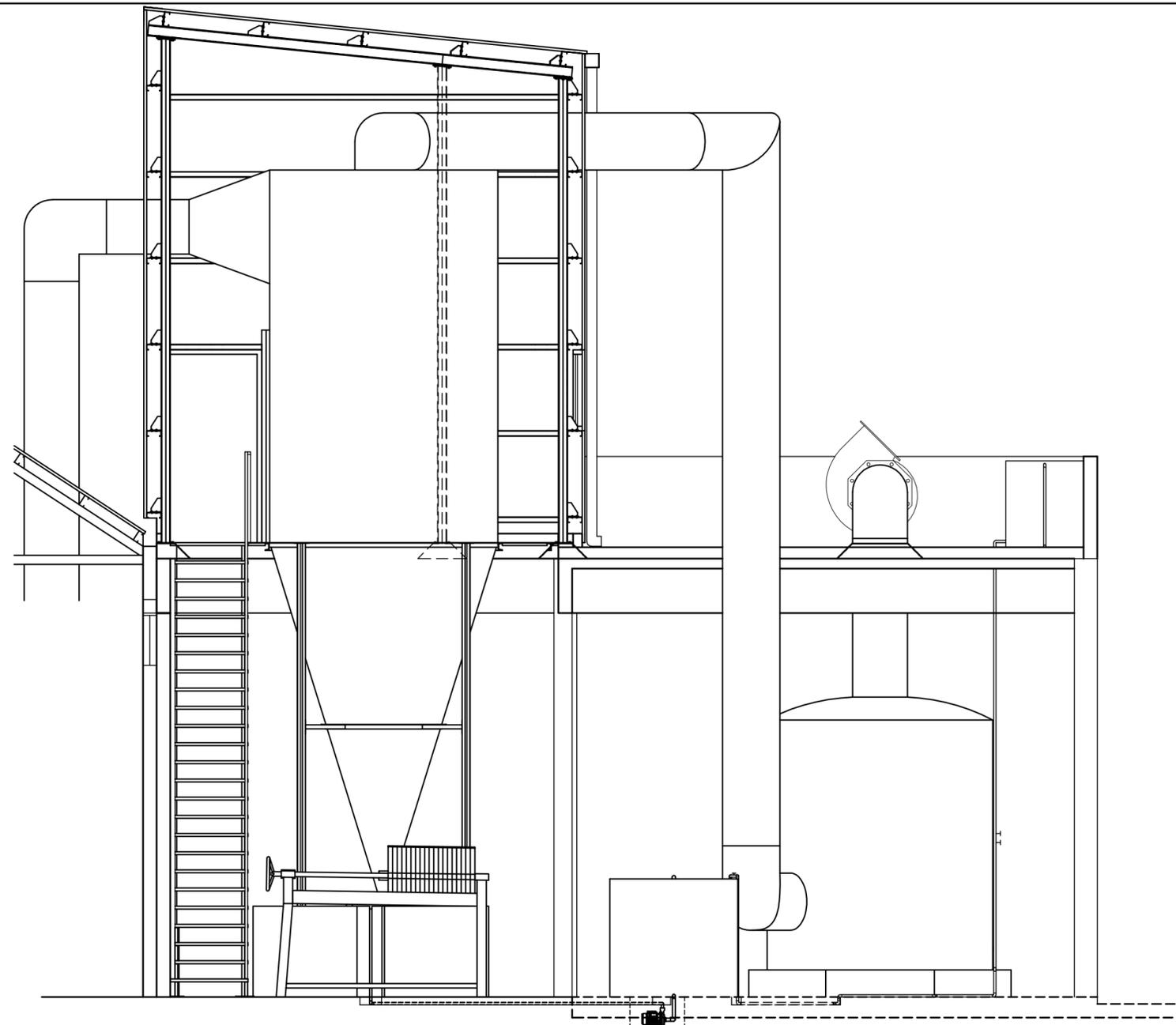
1:50

"Cortes-Vista"

4



CORTE-VISTA "C"
(VISTA "C" S/PLANO N° 2)



CORTE-VISTA "B"
(VISTA "B"
S/PLANO N° 2)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

Escala:
1:50

"Cortes-Vista"

5

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por Leandro Donati

ANEXO III: LEGAJO DE OBRA**Estructura de H° A°: Planillas de doblado**

- Losas
- Vigas
- Columnas
- Bases
- Foso

Planimetría de obra

- Plano N° 6: Despiece Estructura Metálica. Planta estructura techo. Correas de techo – Soportes de correas de techo
- Plano N° 7: Despiece Estructura Metálica. Vigas
- Plano N° 8: Despiece Estructura Metálica. Estructura paredes. Correas laterales – Soportes de correas laterales
- Plano N° 9: Despiece Estructura Metálica. Columna 1
- Plano N° 10: Despiece Estructura Metálica. Columna 2
- Plano N° 11: Despiece Estructura Metálica. Columna 3 – Columna puerta
- Plano N° 12: Despiece Estructura Metálica. Columna 4
- Plano N° 13: Despiece Estructura Metálica. Columna 5
- Plano N° 14: Despiece Estructura Metálica. Zinguería
- Plano N° 15: Despiece Estructura Metálica. Estructura entrepiso
- Plano N° 16: Despiece Estructura Metálica. Escalera. Soporte Ciclón
- Plano N° 17: Despiece Estructura Metálica. Placas bases empotradas
- Plano N° 18: Plano de encofrado y replanteo
- Plano N° 19: Plano de encofrado y replanteo - Cortes
- Plano N° 20: Planta de detalle de armadura en losas. Detalle de armadura en columnas
- Plano N° 21: Planta de detalle de armadura en vigas
- Plano N° 22: Plano de replanteo. Bases
- Plano N° 23: Detalle armadura. Bases
- Plano N° 24: Detalle armadura. Bases
- Plano N° 25: Detalle armadura. Bases
- Plano N° 26: Detalle armadura. Bases
- Plano N° 27: Detalle armadura. Bases
- Plano N° 28: Detalle armadura. Foso
- Plano N° 29: Instalación eléctrica

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA LOSAS	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	<u>LOSA 1</u>							
	ARMADURA S/EJE X:							
	FILO VIGA 3							
1	58 354 58 5	8	40	11	5,00	55,00	0,40	22,00
2	483 5	8	40	11	4,93	54,23	0,40	21,69
4A	179 5	6	33	14	1,84	25,76	0,22	5,67
	ARMADURA S/EJE Y:							
	FILO VIGA 10							
66	467 5	4,2	32	14	2,08	29,12	0,11	3,20
67	54 286 196 5	4,2	32	14	1,67	23,38	0,11	2,57
11A	467 5	6	16	14	1,67	23,38	0,22	5,14
1E (Superior)	246	10	16	30	2,46	73,80	0,62	45,76
	<u>LOSA 2</u>							
	ARMADURA S/EJE X:							
	FILO VIGA 4							
3	502 5	10	32	9	5,07	45,63	0,62	28,29
4	81 354 58 5	10	32	10	5,18	51,80	0,62	32,12
5	81 45 5 268 58 5	10		1	4,87	4,87	0,62	3,02
6	116 5 320 5	10		1	4,51	4,51	0,62	2,80
7	81 31 5 254 58 5	10		1	4,59	4,59	0,62	2,85
8	120 5 324 5	10		1	4,59	4,59	0,62	2,85
9	224 5 233 5	10		1	4,72	4,72	0,62	2,93
10	81 131 5 158 58 5	10		1	4,63	4,63	0,62	2,87
11	214 5 222 5	10		1	4,51	4,51	0,62	2,80
12	81 139 5 166 58 5	10		1	4,79	4,79	0,62	2,97
1A	309 5	6	33	16	3,14	50,24	0,22	11,05
1R	24 189	10		4	1,89	7,56	0,62	4,69
2R	126 180	10		4	1,80	7,20	0,62	4,46
1AR	163 144	6		2	1,44	2,88	0,22	0,63
2A	5 222 5	6		1	2,32	2,32	0,22	0,51
3A	5 234 5	6		1	2,44	2,44	0,22	0,54

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA LOSAS	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
13		10		1	4,97	4,97	0,62	3,08
14		10		1	4,88	4,88	0,62	3,03
15		10		1	4,65	4,65	0,62	2,88
16		10		1	4,56	4,56	0,62	2,83
17		10		1	4,33	4,33	0,62	2,68
18		10		1	4,24	4,24	0,62	2,63
19		10		1	4,01	4,01	0,62	2,49
20		10		1	3,92	3,92	0,62	2,43
21		10		1	3,69	3,69	0,62	2,29
FILO VIGA 15								
ARMADURA S/EJE Y: FILO VIGA 13								
68		10	32	8	6,97	55,76	0,62	34,57
69		10	32	8	6,07	48,56	0,62	30,11
70		10		1	6,55	6,55	0,62	4,06
71		10		1	5,51	5,51	0,62	3,42
72		10		1	6,43	6,43	0,62	3,99
73		10		1	5,75	5,75	0,62	3,57
6A		6	16	13	6,07	78,91	0,22	17,36
7A		6		1	5,86	5,86	0,22	1,29
8A		6		1	5,56	5,56	0,22	1,22
9A		6		1	5,50	5,50	0,22	1,21
10A		6		1	5,61	5,61	0,22	1,23
3R		10		2	1,80	3,60	0,62	2,23
4R		10		2	3,26	6,52	0,62	4,04
5R		10		2	1,89	3,78	0,62	2,34
2AR		6		4	1,80	7,20	0,22	1,58
74		10		1	6,55	6,55	0,62	4,06
75		10		1	5,48	5,48	0,62	3,40
76		10		1	6,32	6,32	0,62	3,92
77		10		1	5,45	5,45	0,62	3,38
78		10		1	6,58	6,58	0,62	4,08
79		10		1	5,53	5,53	0,62	3,43
80		10		1	6,26	6,26	0,62	3,88
81		10		1	5,21	5,21	0,62	3,23
82		10		1	5,94	5,94	0,62	3,68
83		10		1	4,89	4,89	0,62	3,03
FILO VIGA 15 /								

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA LOSAS	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
84	ARMADURA S/EJE Y: FILO VIGA 12 451 FILO VIGA 15	4,2		1	4,61	4,61	0,11	0,51
85	52 313 62 5	4,2		1	4,57	4,57	0,11	0,50
86	429	4,2		1	4,39	4,39	0,11	0,48
87	52 291 62 5	4,2		1	4,31	4,31	0,11	0,47
88	407	4,2		1	4,17	4,17	0,11	0,46
89	52 269 62 5	4,2		1	4,13	4,13	0,11	0,45
90	385	4,2		1	3,95	3,95	0,11	0,43
91	52 247 62 5	4,2		1	3,87	3,87	0,11	0,43
92	363	4,2		1	3,73	3,73	0,11	0,41
93	52 225 62 5	4,2		1	3,65	3,65	0,11	0,40
94	341	4,2		1	3,51	3,51	0,11	0,39
95	52 203 62 5	4,2		1	3,47	3,47	0,11	0,38
96	319	4,2		1	3,29	3,29	0,11	0,36
97	40 210 44 5	4,2		1	3,24	3,24	0,11	0,36
98	297	4,2		1	3,07	3,07	0,11	0,34
99	40 188 44 5	4,2		1	3,02	3,02	0,11	0,33
100	275	4,2		1	2,85	2,85	0,11	0,31
101	40 166 44 5	4,2		1	2,80	2,80	0,11	0,31
102	253	4,2		1	2,63	2,63	0,11	0,29
103	40 144 44 5	4,2		1	2,58	2,58	0,11	0,28
104	231	4,2		1	2,41	2,41	0,11	0,27
105	40 122 44 5	4,2		1	2,36	2,36	0,11	0,26
106	209	4,2		1	2,19	2,19	0,11	0,24
107	40 100 44 5	4,2		1	2,14	2,14	0,11	0,24
108	187	4,2		1	1,97	1,97	0,11	0,22
109	40 78 44 5	4,2		1	1,92	1,92	0,11	0,21
110	165	4,2		1	1,75	1,75	0,11	0,19
111	40 88 29 5	4,2		1	1,81	1,81	0,11	0,20
112	162	4,2		1	1,72	1,72	0,11	0,19
113	47 66 29 5	4,2		1	1,66	1,66	0,11	0,18
114	140	4,2		1	1,50	1,50	0,11	0,17
115	47 44 29 5	4,2		1	1,44	1,44	0,11	0,16
116	118	4,2		1	1,28	1,28	0,11	0,14
117	47 22 29 5	4,2		1	1,22	1,22	0,11	0,13
118	96	4,2		1	1,06	1,06	0,11	0,12
119	96 (Superior)	4,2		1	0,98	0,98	0,11	0,11
120	74	4,2		1	0,84	0,84	0,11	0,09
121	63	4,2		1	0,73	0,73	0,11	0,08
122	52	4,2		1	0,62	0,62	0,11	0,07
123	41	4,2		1	0,51	0,51	0,11	0,06
124	30	4,2		1	0,40	0,40	0,11	0,04

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA LOSAS	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	<u>LOSA 4</u>							
	ARMADURA S/EJE X: FILO VIGA 6 FILO VIGA 5 106 24 55 5							
22		4,2	32	14	2,10	29,40	0,11	3,23
23	164 5	4,2	32	14	1,69	23,66	0,11	2,60
5A	164 5	6	16	14	1,69	23,66	0,22	5,21
	ARMADURA S/EJE Y: FILO VIGA 12 FILO VIGA 9							
12A	5 265 5	6	33	4	2,75	11	0,22	2,42
125	5 467 5	4,2	33	5	4,77	23,85	0,11	2,62
	<u>LOSA 5</u>							
	ARMADURA S/EJE X: FILO VIGA 7 FILO VIGA 6							
64	5 334	8	32	14	3,39	47,46	0,40	18,98
65	5 42 207 106	8	32	14	3,80	53,20	0,40	21,28
	ARMADURA S/EJE Y: FILO VIGA 11 FILO VIGA 8							
126	5 55 325 55 5	8	36	9	3,39	30,51	0,40	12,20
127	5 448 5	8	36	8	3,80	30,40	0,40	12,16
PESO ACERO NECESARIO								487,91

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	UBICACION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
						PARC.	TOTAL		
VIGAS									
VIGA 1									
37	S		16		1	3,74	3,74	1,58	5,91
38	S		16		1	4,59	4,59	1,58	7,25
39	S		16		1	5,49	5,49	1,58	8,67
1	I		12		1	3,54	3,54	0,89	3,15
2	I		12		1	4,95	4,95	0,89	4,41
3	I		12		1	3,90	3,90	0,89	3,47
10a	S		4,2		1	2,73	2,73	0,11	0,30
11a	S		4,2		1	1,69	1,69	0,11	0,19
1a	I		6		1	1,29	1,29	0,22	0,28
2a	I		6		1	1,81	1,81	0,22	0,40
1e			4,2	29	8	1,42	11,36	0,11	1,25
2e			4,2	16	13	1,42	18,46	0,11	2,03
VIGA 2									
12a	S		6		1	4,16	4,16	0,22	0,92
13a	S		6		1	4,16	4,16	0,22	0,92
4	I		16		1	6,44	6,44	1,58	10,18
5	I		16		1	5,56	5,56	1,58	8,78
3e			6	17	16	1,50	24	0,22	5,28
4e			6	26	11	1,50	16,5	0,22	3,63
VIGA 3 VIGA 4									
40	S		16		1	3,95	3,95	1,58	6,24
41	S		16		1	4,84	4,84	1,58	7,65
14a	S		6		1	3,03	3,03	0,22	0,67
15a	S		6		1	2,55	2,55	0,22	0,56
16a	S		6		1	3,29	3,29	0,22	0,72
17a	S		6		1	2,90	2,90	0,22	0,64
6	I		16		1	9,53	9,53	1,58	15,06
7	I		16		1	4,24	4,24	1,58	6,70
8	I		16		1	4,58	4,58	1,58	7,24
3a	I		6		1	1,42	1,42	0,22	0,31
5e			6	30	8	1,50	12	0,22	2,64
6e			6	24	9	1,50	13,5	0,22	2,97
7e = 8e =			6	20	23	1,50	34,5	0,22	7,59

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	UBICACION	DETALLE DE ARMADURA		φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
							PARC.	TOTAL		
							VIGAS			
<u>VIGA 5</u>										
42	S			10		1	1,52	1,52	0,62	0,94
43	S			10		1	1,82	1,82	0,62	1,13
44	S			12		1	1,62	1,62	0,89	1,44
45	S			12		1	1,97	1,97	0,89	1,75
18a	S			4,2		1	2,38	2,38	0,11	0,26
19a	S			4,2		1	1,74	1,74	0,11	0,19
9	I			12		1	5,18	5,18	0,62	3,21
10	I			12		1	4,48	4,48	0,89	3,99
9e				6		17	0,78	13,26	0,22	2,92
<u>VIGA 6</u>										
46	S			10		1	1,82	1,82	0,62	1,13
47	S			10		1	1,99	1,99	0,62	1,23
20a	S			4,2		1	3,47	3,47	0,11	0,38
21a	S			4,2		1	3,31	3,31	0,11	0,36
11	I			16		1	5,04	5,04	1,58	7,96
12	I			16		1	4,55	4,55	1,58	7,19
13	I			16		1	5,04	5,04	1,58	7,96
10e=	11e=			4,2	15	30	1,42	42,6	0,11	4,69

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	UBICACION	DETALLE DE ARMADURA		φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
							PARC.	TOTAL		
<u>VIGA 7</u>										
22a	S			4,2		1	4,64	4,64	0,11	0,51
23a	S			4,2		1	4,64	4,64	0,11	0,51
14	I			12		1	4,90	4,90	0,89	4,36
15	I			12		1	4,44	4,44	0,89	3,95
16	I			12		1	4,90	4,90	0,89	4,36
12e				4,2	23	20	1,41	28,2	0,11	3,10
<u>VIGA 8</u>										
48	S			16		1	3,69	3,69	1,58	5,83
49	S			16		1	4,45	4,45	1,58	7,03
24a	S			4,2		1	1,35	1,35	0,11	0,15
25a	S			4,2		1	0,75	0,75	0,11	0,08
17	I			10		1	3,11	3,11	0,62	1,93
18	I			10		1	3,62	3,62	0,62	2,24
19	I			10		1	2,86	2,86	0,62	1,77
13e=14e=				4,2	30	11	1,42	15,62	0,11	1,72

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	UBICACION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
						PARC.	TOTAL		
VIGA 9									
50	S		25		1	6,08	6,08	3,85	23,41
51	S		25		1	4,97	4,97	3,85	19,13
20	I		20		1	5,35	5,35	2,47	13,21
21	I		20		1	3,82	3,82	2,47	9,44
4a	I		10		1	1,97	1,97	0,62	1,22
15e=16e=			6	11	40	1,49	59,6	0,22	13,11
VIGA 10									
26a	S		6		1	2,74	2,74	0,22	0,60
27a	S		6		1	3,00	3,00	0,22	0,66
22	I		12		1	5,31	5,31	0,89	4,73
23	I		12		1	4,95	4,95	0,89	4,41
24	I		12		1	5,31	5,31	0,89	4,73
17e			8	8	29	1,60	46,4	0,40	18,56
18e			4,2	19	13	1,42	18,46	0,11	2,03

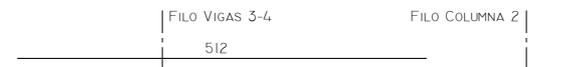
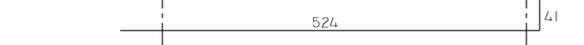
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	UBICACION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
						PARC.	TOTAL		
VIGAS									
VIGA I1									
52	S		16		1	4,38	4,38	1,58	6,92
53	S		16		1	6,03	6,03	1,58	9,53
28a	S		4,2		1	0,74	0,74	0,11	0,08
5a	I		4,2		1	3,22	3,22	0,11	0,35
6a	I		4,2		1	3,54	3,54	0,11	0,39
19e			4,2	30	5	1,41	7,05	0,11	0,78
20e			4,2	23	7	1,41	9,87	0,11	1,09
VIGA I2									
29a	S		10		1	2,34	2,34	0,62	1,45
30a	S		10		1	2,28	2,28	0,62	1,41
25	I		16		1	5,07	5,07	1,58	8,01
26	I		16		1	1,88	1,88	1,58	2,97
27	I		16		1	5,07	5,07	1,58	8,01
21e			6	17	13	1,50	19,5	0,22	4,29
22e			6	11	20	1,50	30	0,22	6,60

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	UBICACION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)	
						PARC.	TOTAL			
VIGAS										
VIGA 13										
54	S		25		1	5,12	5,12	3,85	19,71	
55	S		25		1	4,29	4,29	3,85	16,52	
31a	S		6		1	2,09	2,09	0,22	0,46	
32a	S		6		1	2,57	2,57	0,22	0,57	
7a	I		6		1	1,22	1,22	0,22	0,27	
28	I		20		1	4,42	4,42	2,47	10,92	
29	I		20		1	5,65	5,65	2,47	13,96	
23e			8	8	28	1,59	44,52	0,40	17,81	
24e			6	19	13	1,50	19,5	0,22	4,29	
VIGA 14										
56	S		12		1	2,83	2,83	0,89	2,52	
57	S		12		1	2,33	2,33	0,89	2,07	
58	S		12		1	1,92	1,92	0,89	1,71	
33a	S		4,2		1	2,44	2,44	0,11	0,27	
34a	S		4,2		1	2,96	2,96	0,11	0,33	
8a	I		4,2		1	0,97	0,97	0,11	0,11	
30	I		12		1	5,17	5,17	0,89	4,60	
31	I		12		1	6,90	6,90	0,89	6,14	
25e=26e=			4,2	25	25	1,42	35,5	0,11	3,91	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	UBICACION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
						PARC.	TOTAL		
VIGA 15									
59	S		10		1	3,95	3,95	0,62	2,45
60	S		10		1	2,97	2,97	0,62	1,84
61	S		10		1	4,27	4,27	0,62	2,65
9a	I		6		1	1,60	1,6	0,22	0,35
32	I		6		1	1,28	1,28	0,22	0,28
33	I		6		1	1,10	1,10	0,22	0,24
34	I		6		1	2,01	2,01	0,22	0,44
27e			4,2	18	5	1,41	7,05	0,11	0,78
28e			4,2	26	4	1,41	5,64	0,11	0,62
VIGA 16									
35a	S		6		1	3,97	3,97	0,22	0,87
36a	S		6		1	3,97	3,97	0,22	0,87
35	I		16		1	4,19	4,19	1,58	6,62
36	I		16		1	4,19	4,19	1,58	6,62
29e			4,2	13	26	1,41	36,66	0,11	4,03
PESO ACERO NECESARIO									512,22

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	<u>COLUMNA 1</u>							
C1		16		4	5,00	20,00	1,58	31,60
C1		6	19	24	0,78	18,72	0,22	4,12
	<u>COLUMNA 2</u>							
C2		16		8	5,00	40,00	1,58	63,20
C2		6	19	24	0,93	22,32	0,22	4,91
C2		6	38	12	0,25	3,00	0,22	0,66
	<u>COLUMNA 3</u>							
C3		20		4	5,00	20,00	2,47	49,40
C3		6	20	23	0,78	17,94	0,22	3,95
	<u>COLUMNA 4</u>							
C4		12		4	5,00	20,00	0,89	17,80
C4		6	14	33	0,93	30,69	0,22	6,75

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	<u>COLUMNA 5</u>							
C5		16		8	5,00	40,00	1,58	63,20
C5		6	19	24	0,93	22,32	0,22	4,91
C5		6	38	12	0,25	3,00	0,22	0,66
	<u>COLUMNA 6</u>							
C6		16		4	5,00	20,00	1,58	31,60
C6		6	19	24	0,93	22,32	0,22	4,91
	<u>COLUMNA 7</u>							
C7		16		8	5,00	40,00	1,58	63,20
C7		6	19	24	0,93	22,32	0,22	4,91
C7		6	38	12	0,25	3,00	0,22	0,66
	<u>COLUMNA 8</u>							
C8		16		8	5,00	40,00	1,58	63,20
C8		6	19	24	0,93	22,32	0,22	4,91
C8		6	38	12	0,25	3,00	0,22	0,66

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)	
					PARC.	TOTAL			
	COLUMNAS								
	COLUMNA 9								
C9		12		4	5,00	20,00	0,89	17,80	
C9		6	14	33	0,78	25,74	0,22	5,66	
	COLUMNA 10								
C10		12		4	5,00	20,00	0,89	17,80	
C10		6	14	33	0,78	25,74	0,22	5,66	
PESO ACERO NECESARIO								472,13	

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	BASES							
	<u>BASE I</u>							
1		10	17	6	1,18	7,08	0,62	4,39
2		10	17	6	1,18	7,08	0,62	4,39
3		16	2	4,22	8,44	1,58	13,34	
4		16	1	4,22	4,22	1,58	6,67	
5		16	1	1,18	1,18	1,58	1,86	
6		16	1	3,24	3,24	1,58	5,12	
7		16	2	1,18	2,36	1,58	3,73	
8		16	2	1,18	2,36	1,58	3,73	
9		4,2	18	5	2,12	10,60	0,11	1,17
10		4,2	18	5	2,12	10,60	0,11	1,17
11		6	19	13	0,96	12,48	0,22	2,75

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA BASES	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
					12	<p style="text-align: center;"><u>BASE 2</u></p> <p>NIVEL FUNDACIÓN COTA 0.00</p> <p>10</p> <p>168</p> <p>10</p> <p>10</p>		
13	<p>10</p> <p>351</p> <p>10</p> <p>10</p>	10	14	13	3,71	48,23	0,62	29,90
14	<p>10</p> <p>173</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>314</p>	16		3	4,97	14,91	1,58	23,56
15	<p>10</p> <p>238</p> <p>6</p> <p>70</p>	16		2	3,24	6,48	1,58	10,24
16	<p>10</p> <p>238</p> <p>70</p>	16		2	3,25	6,50	1,58	10,27
17	<p>10</p> <p>314</p>	16		1	3,24	3,24	1,58	5,12
18	<p>10</p> <p>172</p> <p>10</p>	16		2	1,92	3,84	1,58	6,07

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA BASES	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
19		4,2	18	9	3,04	27,36	0,11	3,01
20		6	19	13	1,17	15,21	0,22	3,35
21		6	38	7	0,26	1,82	0,22	0,40

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	BASES							
	BASE 3							
22		10	25	6	1,52	9,12	0,62	5,65
23		10	17	9	1,50	13,50	0,62	8,37
24		20		4	3,25	13,00	2,47	32,11
25		6	20	12	1,08	12,96	0,22	2,85
	BASE 4							
26		10	25	5	0,90	4,50	0,62	2,79
27		10	17	5	1,18	5,90	0,62	3,66
28		12		4	3,25	13,00	0,89	11,57
29		6	14	17	1,18	20,06	0,22	4,41

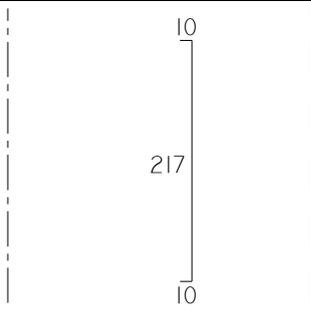
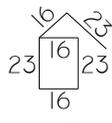
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA BASES	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
31	<p style="text-align: center;">BASE 5</p>	6	27	17	2,35	39,95	0,22	8,79
30		10	13	18	4,60	82,80	0,62	51,34
32		16		3	5,42	16,26	1,58	25,69
33		16		2	3,24	6,48	1,58	10,24
34		16		2	3,25	6,50	1,58	10,27
35		16		1	3,24	3,24	1,58	5,12

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
36		16		2	2,37	4,74	1,58	7,49
37		4,2	30	7	4,74	33,18	0,11	3,65
38		6	19	13	1,17	15,21	0,22	3,35
39		6	38	7	0,26	1,82	0,22	0,40

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA BASES	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
40	<p style="text-align: center;"><u>BASE 6</u></p>	10	25	8	1,53	12,24	0,62	7,59
41		10	17	9	1,88	16,92	0,62	10,49
42		16		4	3,25	13,00	1,58	20,54
43		6	19	13	1,18	15,34	0,22	3,37

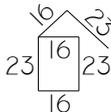
TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA BASES	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	<u>BASE 7</u>							
	NIVEL FUNDACIÓN COTA 0.00							
44		6	27	15	2,05	30,75	0,22	6,77
45		10	15	13	4,00	52,00	0,62	32,24
46		16		3	5,12	15,36	1,58	24,27
47		16		2	3,24	6,48	1,58	10,24
48		16		2	3,25	6,50	1,58	10,27
49		16		1	3,24	3,24	1,58	5,12
50		16		2	2,07	4,14	1,58	6,54

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
37		4,2	29	6	4,14	24,84	0,11	2,73
38		6	19	13	1,17	15,21	0,22	3,35
39		6	38	7	0,26	1,82	0,22	0,40

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

por **Leandro Donati**

POSICIÓN	DETALLE DE ARMADURA	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	BASES							
	<u>BASE 8</u>							
55		10	25	10	2,00	20,00	0,62	12,40
54		10	17	12	2,45	29,40	0,62	18,23
56		16		6	3,25	19,50	1,58	30,81
57		6	19	13	1,18	15,34	0,22	3,37
58		6	38	7	0,58	4,06	0,22	0,89

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

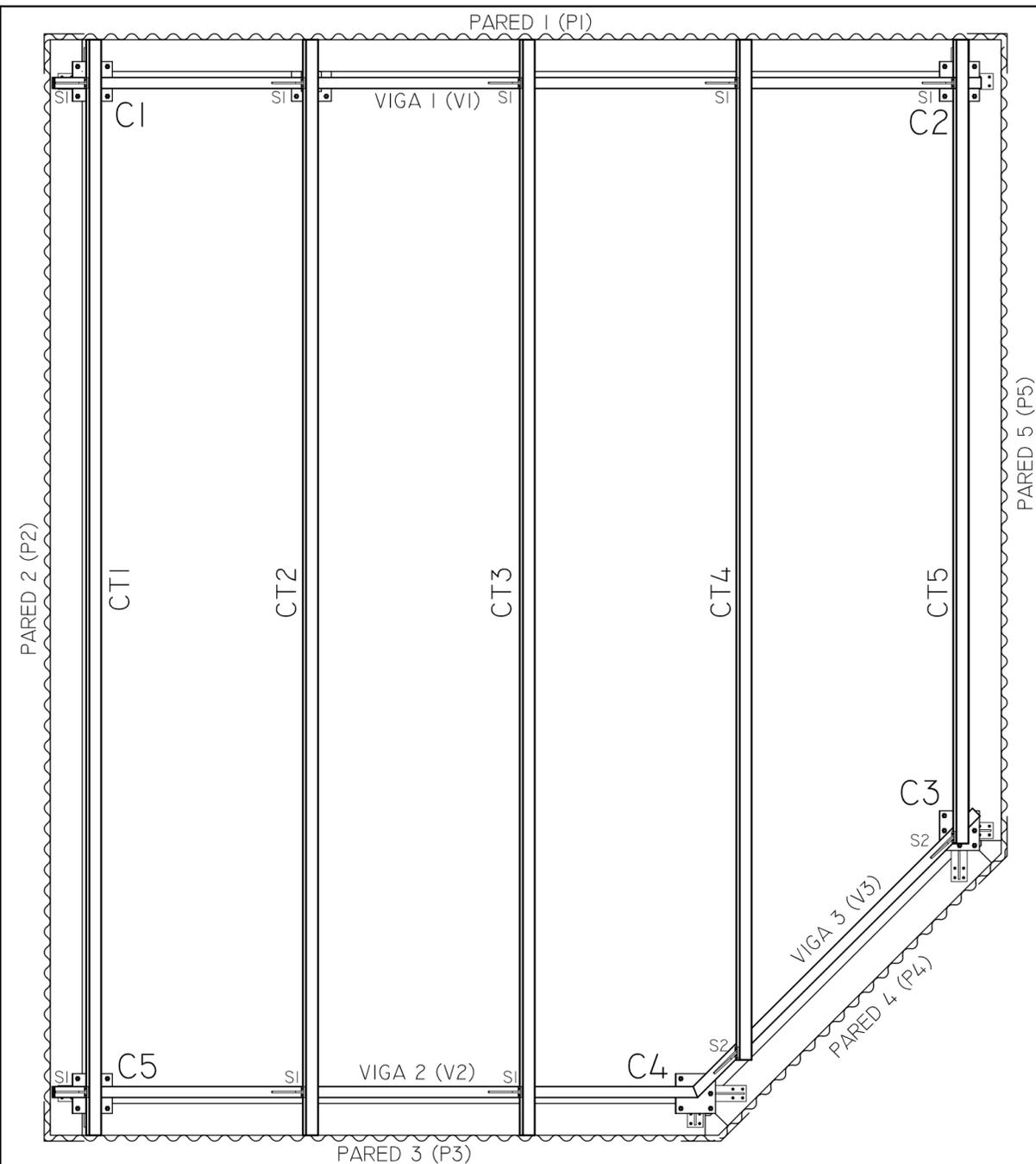
por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA BASES	φ (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)	
					PARC.	TOTAL			
	<u>BASE 9</u>								
	NIVEL FUNDACIÓN COTA 0.00								
59		10	17	5	0,95	4,75	0,62	2,95	
60		10	17	5	0,95	4,75	0,62	2,95	
61		12		2	4,02	8,04	0,89	7,16	
62		12		1	4,02	4,02	0,89	3,58	
63		12		1	0,98	0,98	0,89	0,87	
64		12		1	3,24	3,24	0,89	2,88	
65		12		2	0,98	1,96	0,89	1,74	
66		12		2	0,98	1,96	0,89	1,74	
67		4,2	20	5	1,72	8,60	0,11	0,95	
68		4,2	20	5	1,72	8,60	0,11	0,95	
69		6	14	17	0,96	16,32	0,22	3,59	
	<u>BASE 10</u>								
	NIVEL FUNDACIÓN COTA 0.00								
70		10	25	4	0,90	3,60	0,62	2,23	
71		10	17	6	1,18	7,08	0,62	4,39	
28		12		4	3,25	13,00	0,89	11,57	
29		6	14	17	1,08	18,36	0,22	4,04	
PESO ACERO NECESARIO							604,95		

TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE PROCESO DE CROMADO

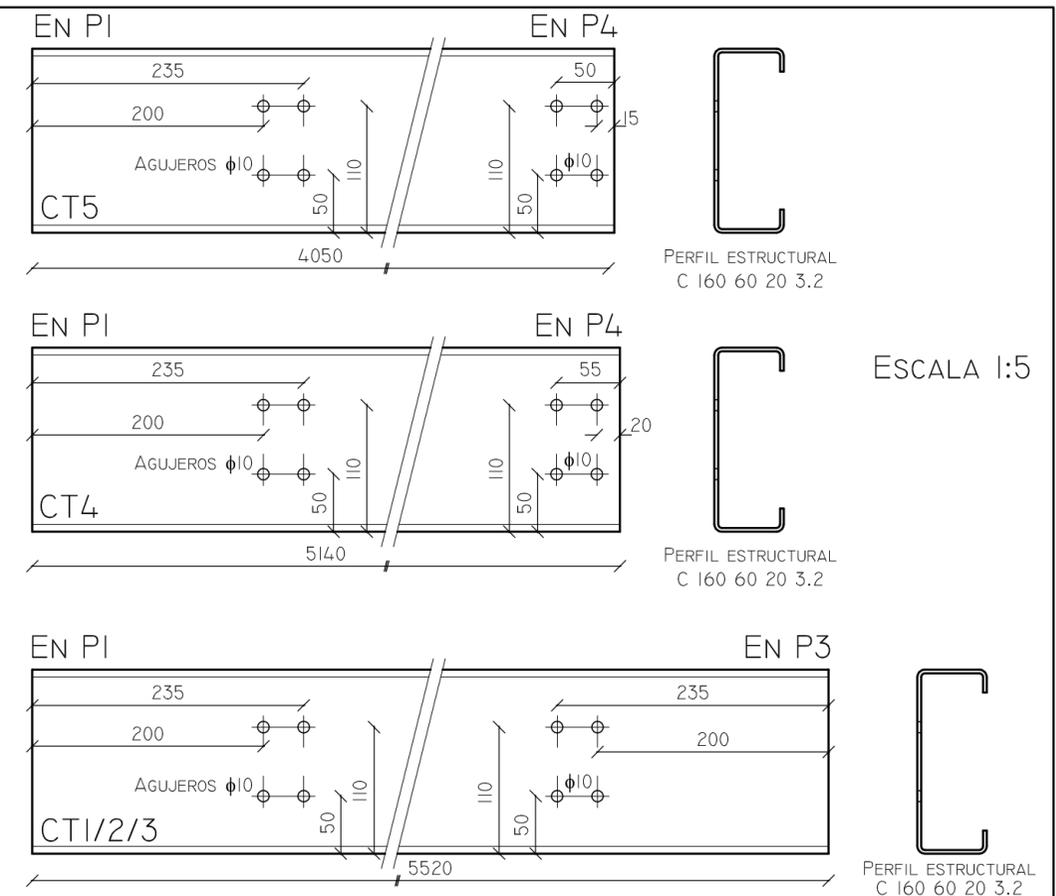
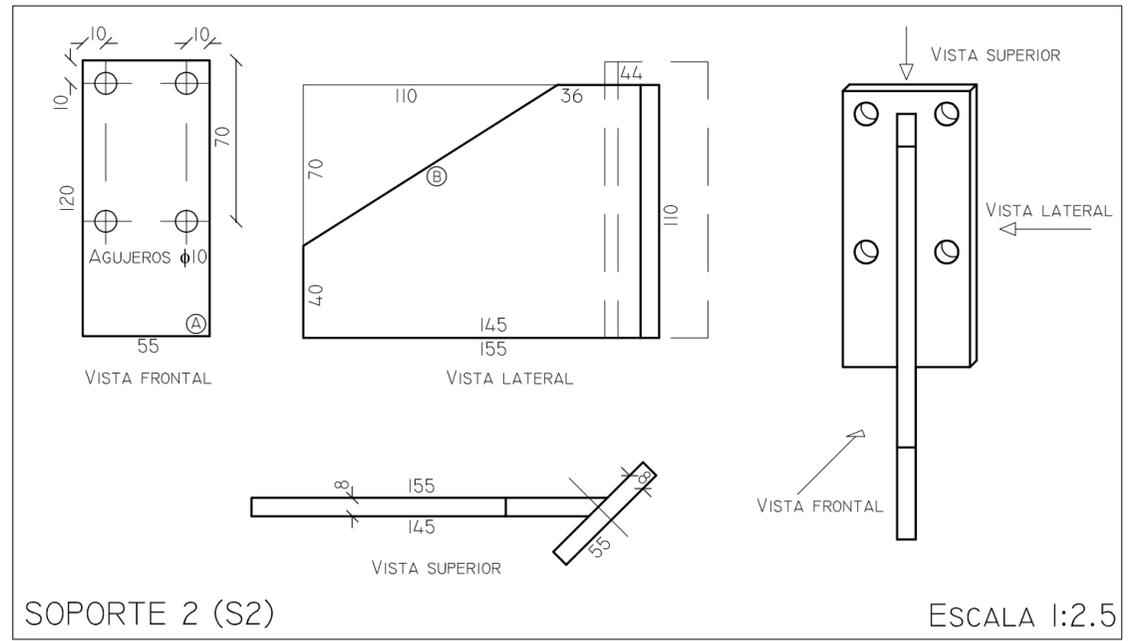
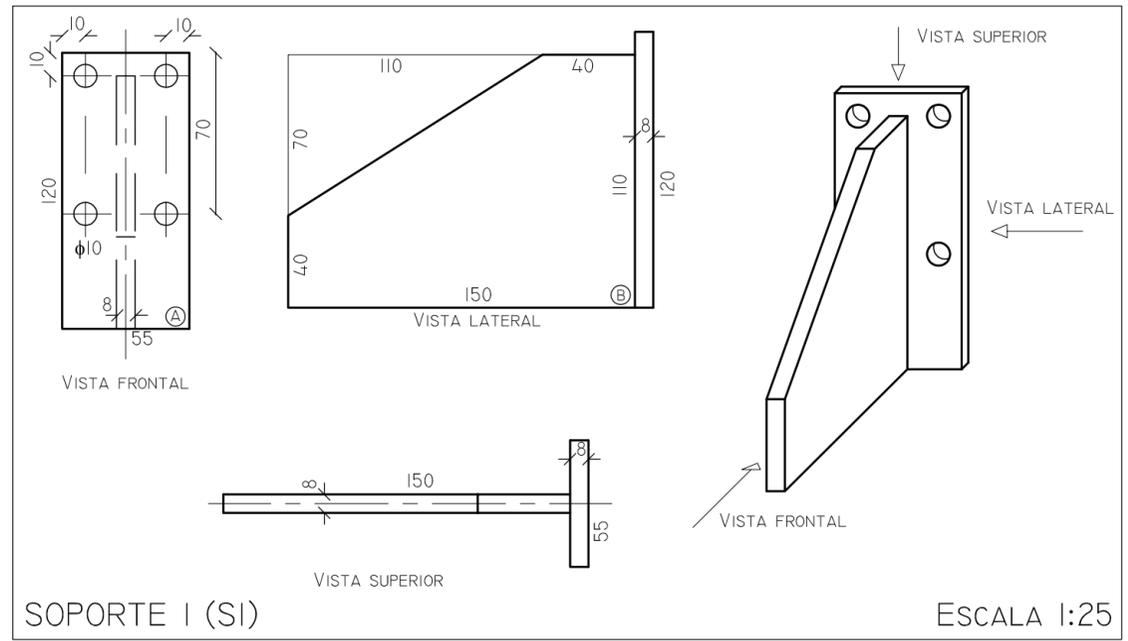
por **Leandro Donati**

POSICION	DETALLE DE ARMADURA	f (mm)	Sep. (cm)	CANTIDAD	LONGITUD (m)		P.U. (Kg/m)	Peso (Kg)
					PARC.	TOTAL		
	<u>ARMADURA S/EJE X</u>							
	FILO EXTERIOR BASE FOSO							
74	115 346 15	10	11	35	3,76	131,60	0,62	81,59
75	115 341 15	10	11	1	3,71	3,71	0,62	2,30
76	115 330 15	10	11	1	3,60	3,60	0,62	2,23
77	115 319 15	10	11	1	3,49	3,49	0,62	2,16
78	115 308 15	10		1	3,38	3,38	0,62	2,10
79	115 297 15	10		1	3,27	3,27	0,62	2,03
80	115 286 15	10		1	3,16	3,16	0,62	1,96
81	115 275 15	10		1	3,05	3,05	0,62	1,89
82	115 264 15	10		1	2,94	2,94	0,62	1,82
83	115 253 15	10		1	2,83	2,83	0,62	1,75
	<u>ARMADURA S/EJE Y</u>							
84	115 392 15	10		1	4,22	4,22	0,62	2,62
85	115 412 15	10		1	4,42	4,42	0,62	2,74
86	115 432 15	10		1	4,62	4,62	0,62	2,86
87	115 452 15	10		1	4,82	4,82	0,62	2,99
88	115 472 15	10		1	5,02	5,02	0,62	3,11
89	115 490 15	10	20	13	5,20	67,60	0,62	41,91
	FILO EXTERIOR BASE FOSO							
91	354	4,2	35	2	3,54	7,08	0,11	0,78
92	304	4,2	35	2	3,04	6,08	0,11	0,67
93	454	4,2	35	2	4,54	9,08	0,11	1,00
94	204	4,2	35	2	2,04	4,08	0,11	0,45
95	104	4,2	35	2	1,04	2,08	0,11	0,23
90	35 10 115	12	50	33	0,60	19,80	0,89	17,62
PESO ACERO NECESARIO							176,82	



ESTRUCTURA TECHO - ESCALA 1:25

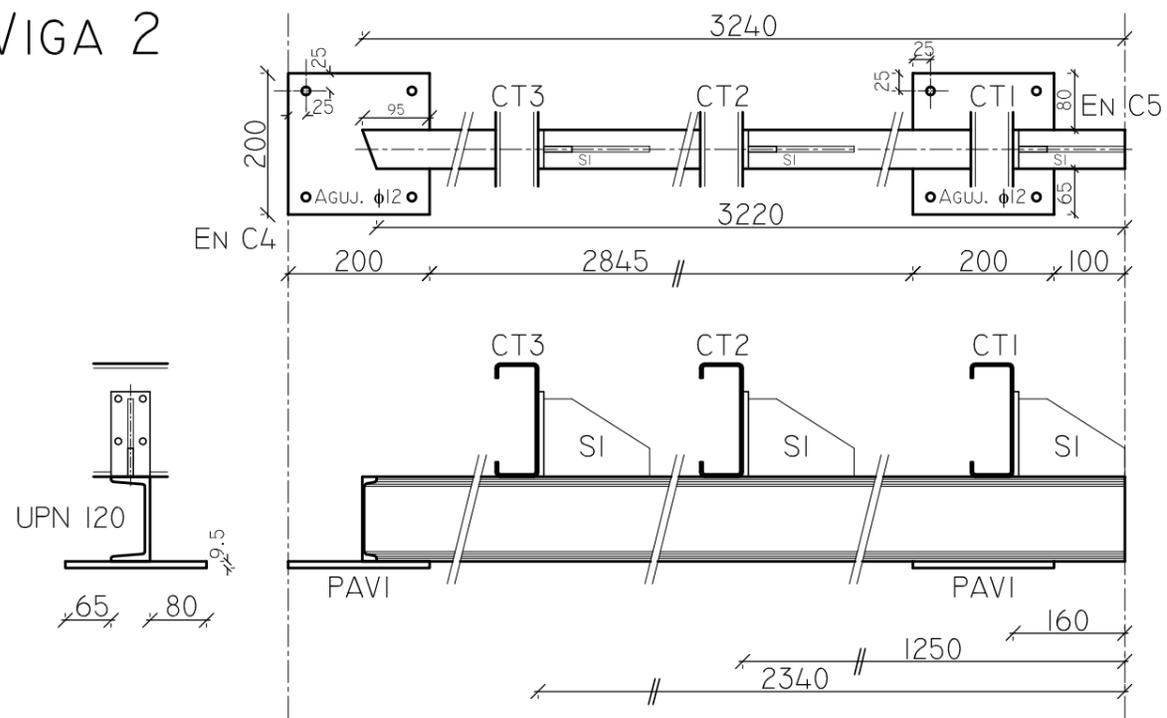
REFERENCIAS
 S: SOPORTE
 C: COLUMNA
 CT: CORREA DE TECHO
 MEDIDAS EN MILÍMETROS



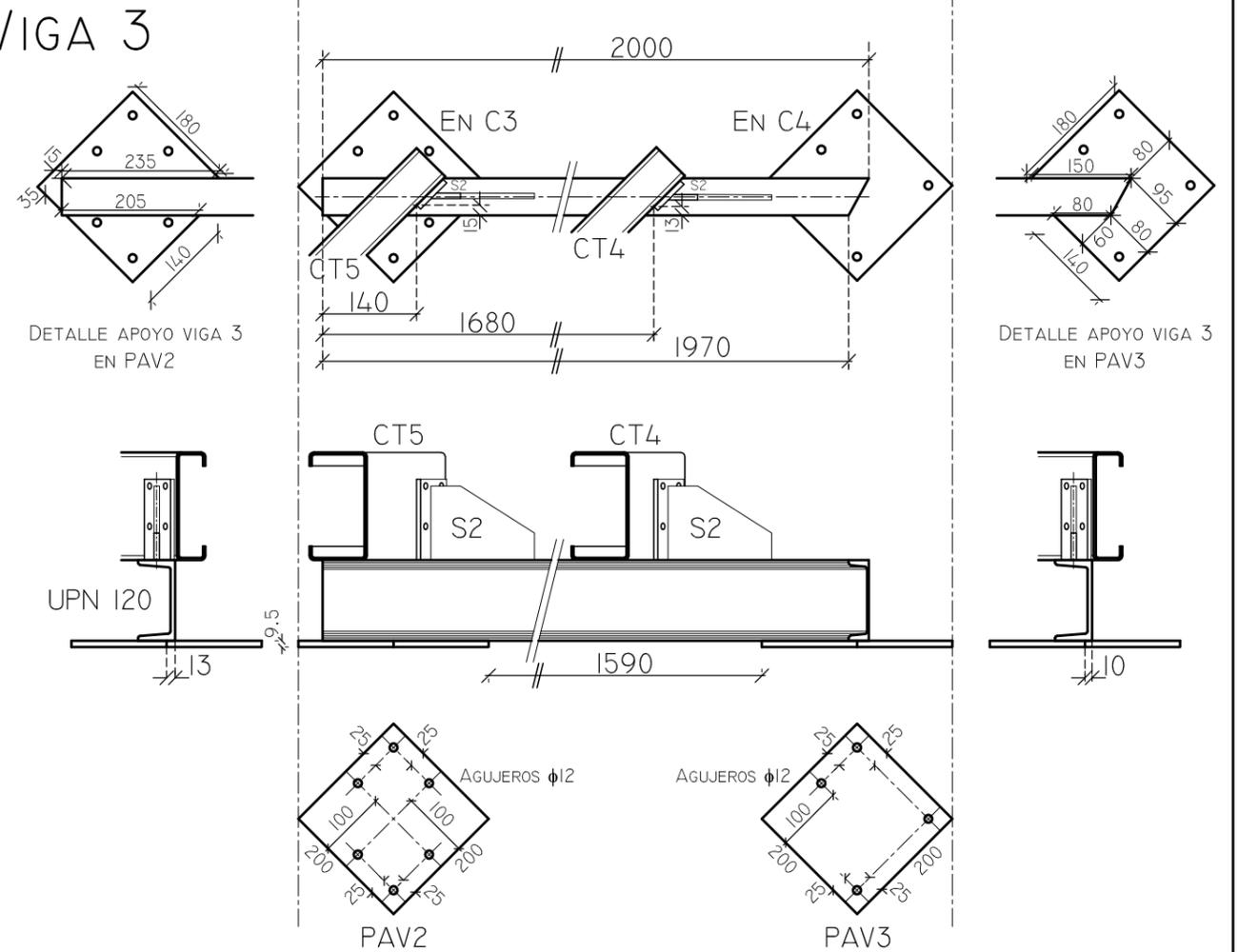
Posición	Comp.	Descripción - Observaciones	Peso unit.	Cant.	Peso (Kg)
	S1-A	Ch. 8x55x120	0,41		
	S1-B	Ch. 8x110x150	0,79		
S1		Soposte correas de techo	1,21	8	9,65
	S2-A	Ch. 8x55x120	0,41		
	S2-B	Ch. 8x110x155	0,80		
S2		Soposte correas de techo	1,21	2	2,42
CT1/2/3		Perfil C 160 60 20 3,2	7,51	3	124,37
CT4		Perfil C 160 60 20 3,2	7,51	1	38,60
CT5		Perfil C 160 60 20 3,2	7,51	1	30,42
PESO ACERO NECESARIO					205,45

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto
 PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL
 Alumno: LEANDRO DONATI
 Escala: **Despiece Estructura Metálica**
 Planta estructura techo
 Correas de techo - Soportes de correas de techo
 Plano N°: **6**

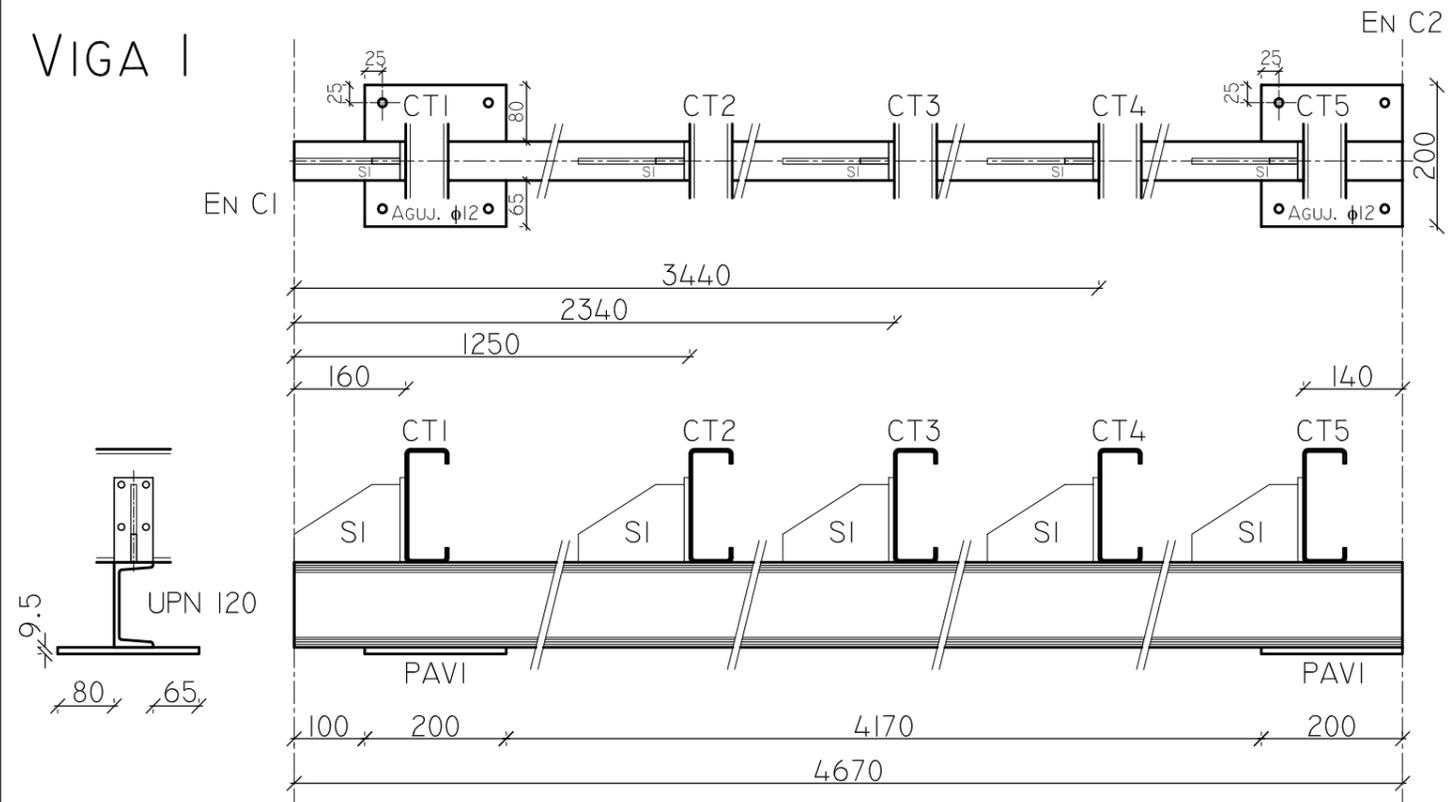
VIGA 2



VIGA 3



VIGA 1

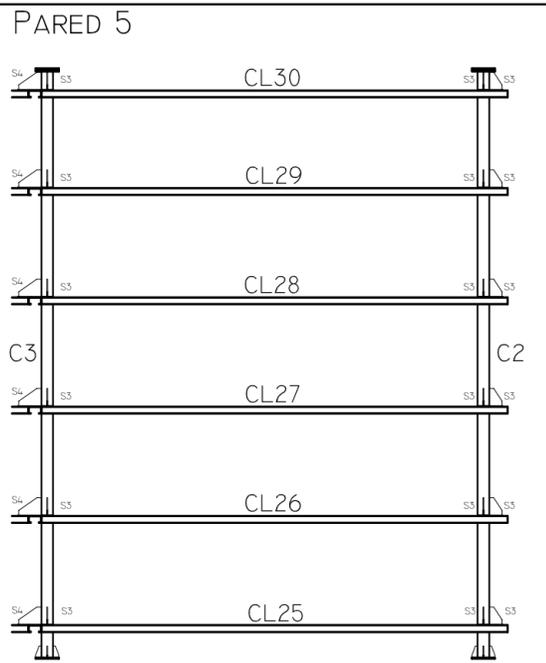
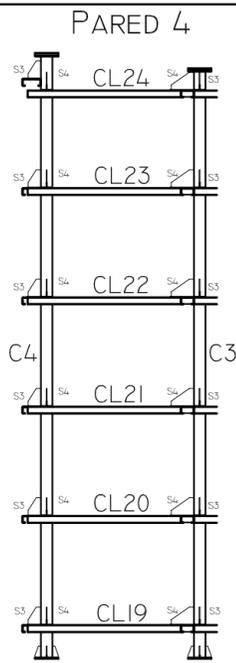
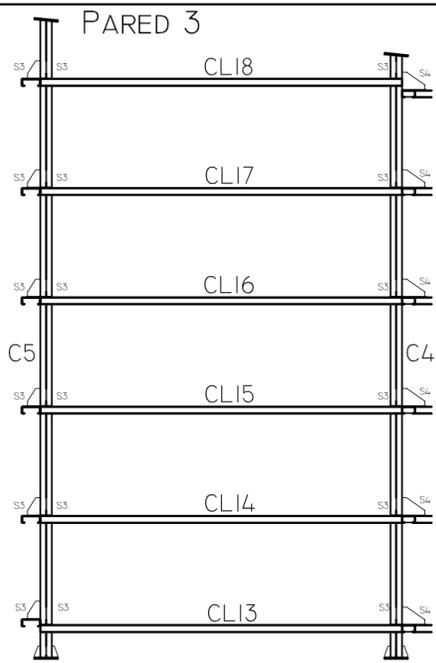
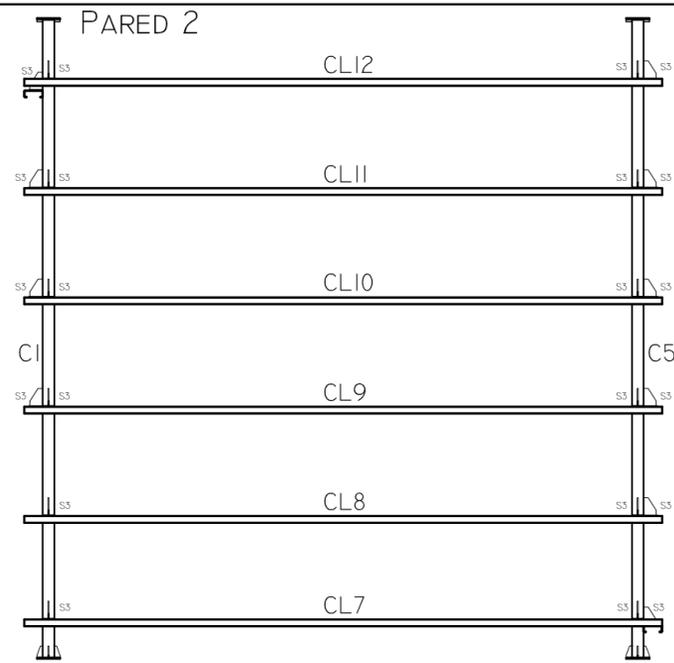
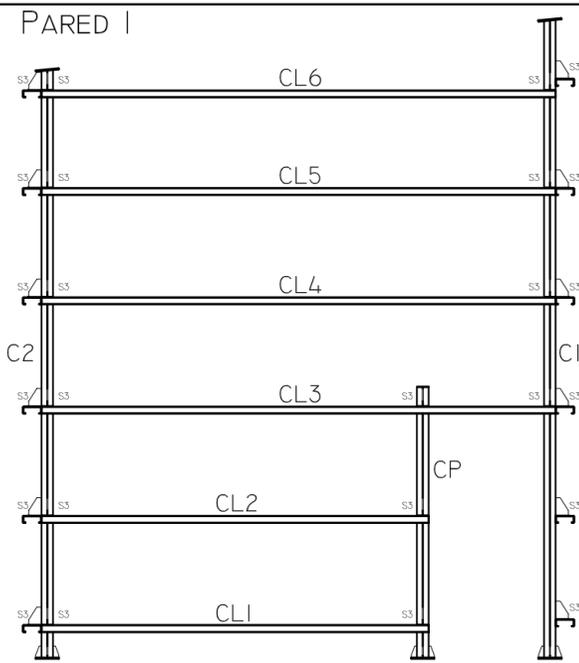


REFERENCIAS

- S: SOPORTE
 - CT: CORREA DE TECHO
 - C: COLUMNA
 - PAV: PLACA DE APOYO DE VIGA
- MEDIDAS EN MILÍMETROS
- ESCALA 1:10

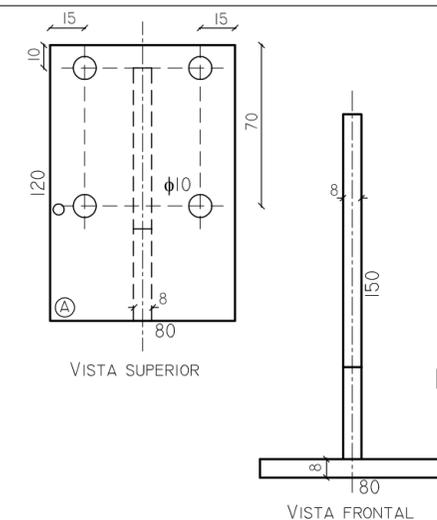
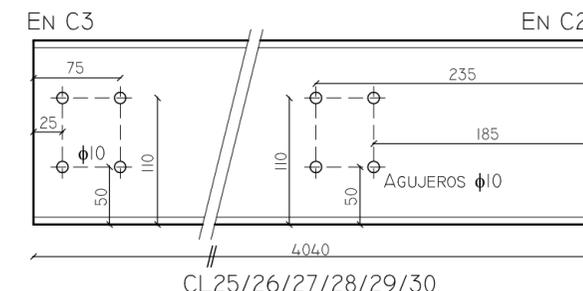
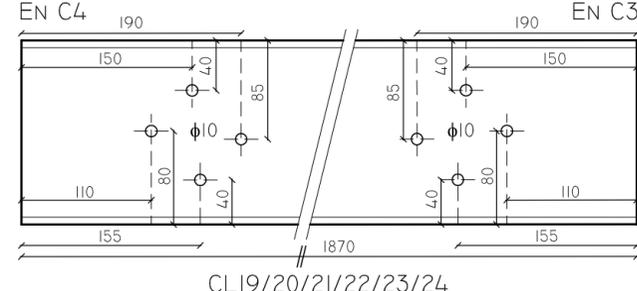
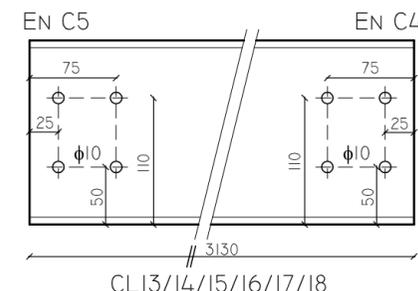
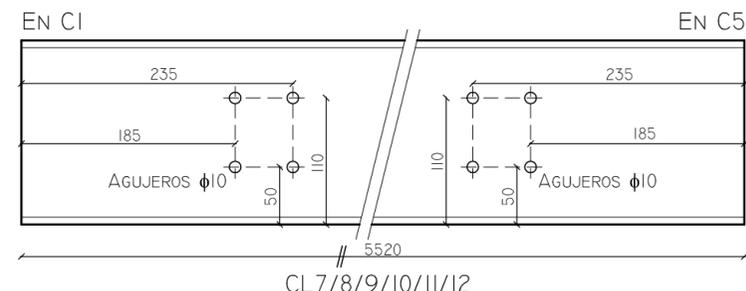
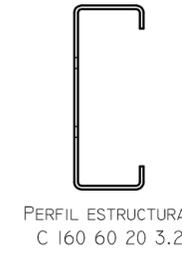
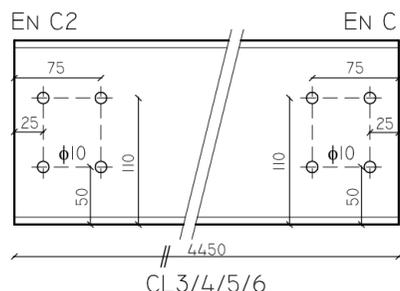
Posición	Descripción - Observaciones	Peso unil.	Cant.	Peso (Kg)
V1	Viga 1 - Perfil UPN 120	13,40	1	62,58
V2	Viga 2 - Perfil UPN 120	13,40	1	43,28
V3	Viga 3 - Perfil UPN 120	13,40	1	26,60
PAV1	Placa Apoyo Viga (Ch. 9,5x200x200)	2,98	4	11,93
PAV2	Placa Apoyo Viga (Ch. 9,5x200x200)	2,98	2	5,97
PESO ACERO NECESARIO				150,36

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	
Escala:	Despiece Estructura Metálica Vigas
	7

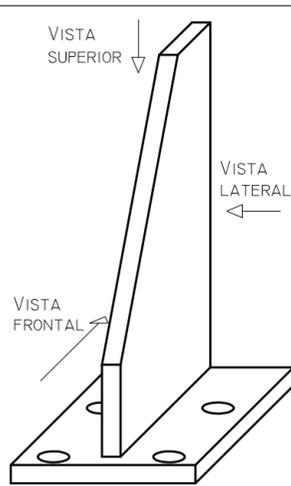


ESCALA ESTRUCTURA 1:50

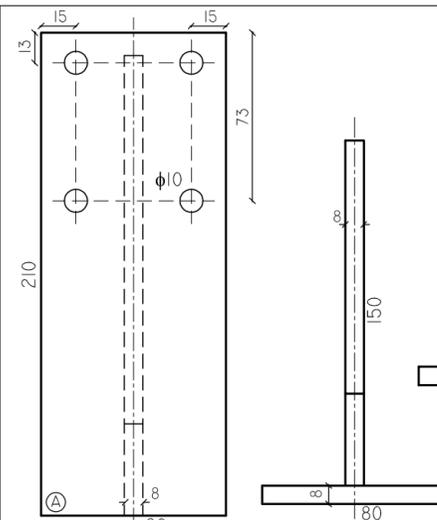
REFERENCIAS
 C: COLUMNA
 S: SOPORTE
 CL: CORREA LATERAL
 MEDIDAS EN MILÍMETROS



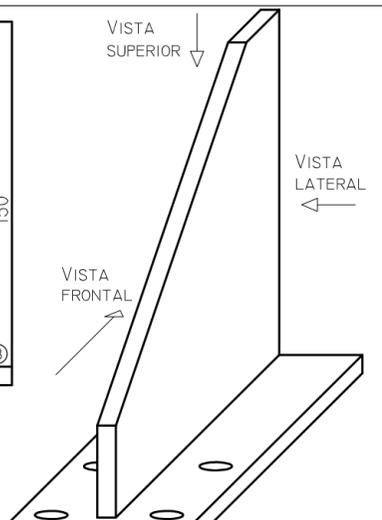
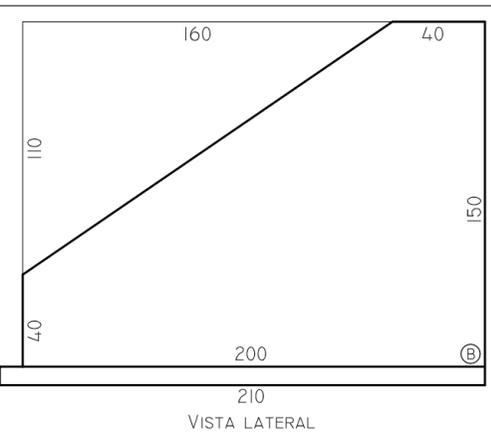
SOPORTE 3 (S3)



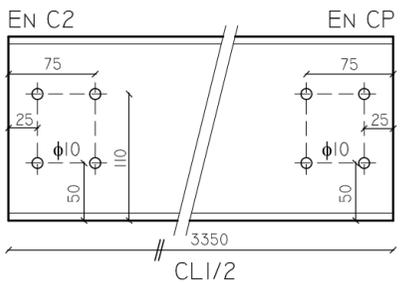
ESCALA 1:2.5



SOPORTE 4 (S4)



ESCALA 1:2.5



ESCALA CORREAS 1:5

Posición	Comp.	Descripción - Observaciones	Peso unit.	Cant.	Peso (Kg)
S3-A	Ch. BstR20		1,60		
S3-B	Ch. Sx110x150		9,79		
S3		SopORTE correas laterales	3,39	53	76,68
S4-A	Ch. BstR20		1,60		
S4-B	Ch. Sx150x200		1,33		
S4		SopORTE correas laterales	2,39	12	28,64
CL1 a 6	Perf. C 160 60 20 3.2		7,57	4	133,68
CL7 a 12	Perf. C 160 60 20 3.2		7,57	6	248,73
CL13 a 18	Perf. C 160 60 20 3.2		7,57	6	171,67
CL19 a 24	Perf. C 160 60 20 3.2		7,57	6	84,26
CL25 a 30	Perf. C 160 60 20 3.2		7,57	6	182,67
PESO ACERO NECESARIO					915,38

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

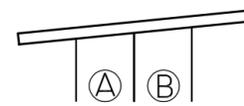
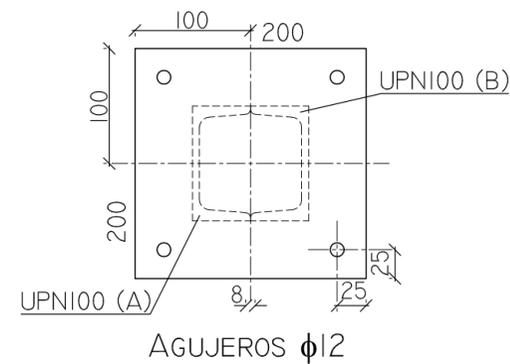
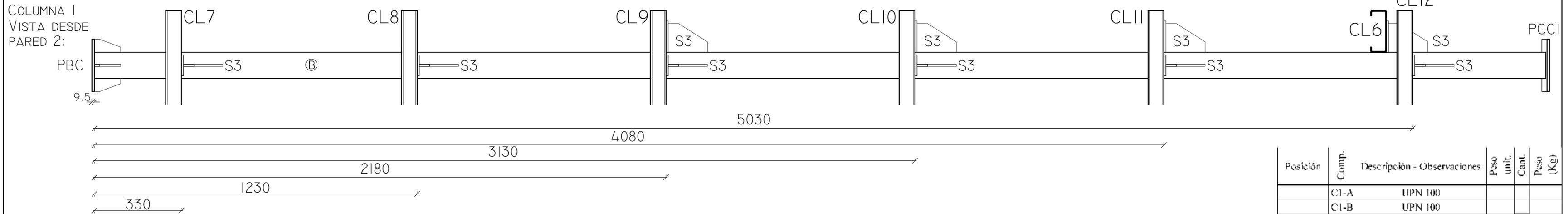
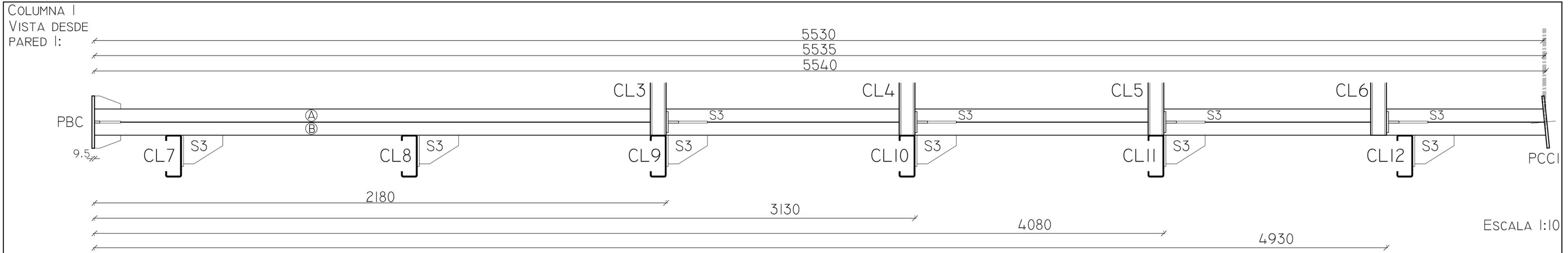
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

8

Escala: **Despiece Estructura Metálica**
 Estructura paredes
 Correas laterales - Soportes de correas laterales



ESCALA 1:5

PLACA CORONAMIENTO COLUMNA I (PCC1)

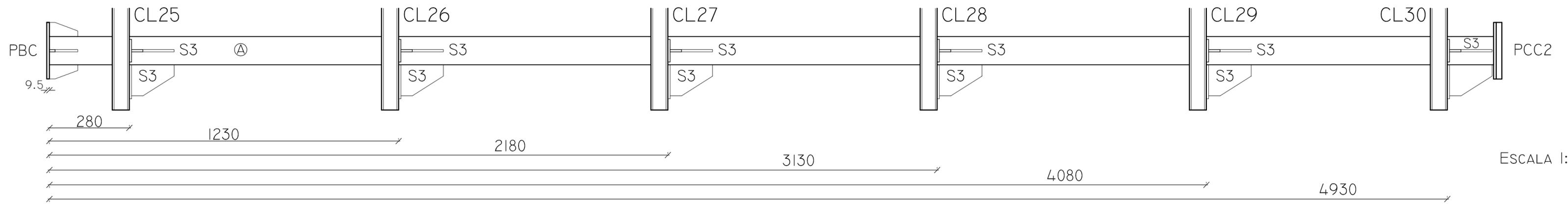
REFERENCIAS

- CL: CORREA LATERAL
 - S: SOPORTE
 - PBC: PLACA BASE COLUMNA
 - PCC: PLACA CORONAMIENTO COLUMNA
- MEDIDAS EN MILÍMETROS

Posición	Comp.	Descripción - Observaciones	Peso unit.	Cant.	Peso (Kg)
	CL-A	UPN 100			
	CL-B	UPN 100			
CI		Columna 1	13,40	1	148,34
PBC		Placa base columnas (Ch. 9.5x200x200)	2,98	1	2,98
CAR		Cartelas placa base (Ch. 8x50x100)	0,24	4	0,95
PCC1		Placa coronamiento columnas (Ch. 9.5x200x200)	2,98	5	14,92
PESO ACERO NECESARIO					167,19

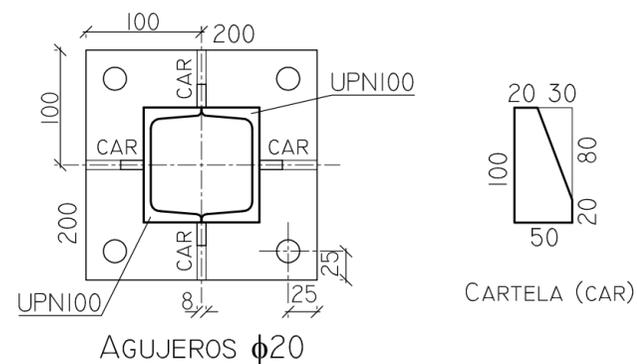
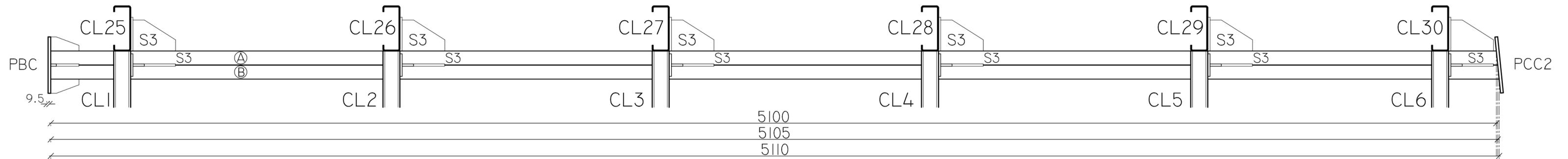
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	Plano Nº:
Escala:	Despiece Estructura Metálica Columna 1
	9

COLUMNA 2
VISTA DESDE
PARED 5:

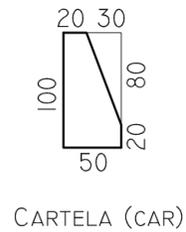


ESCALA 1:10

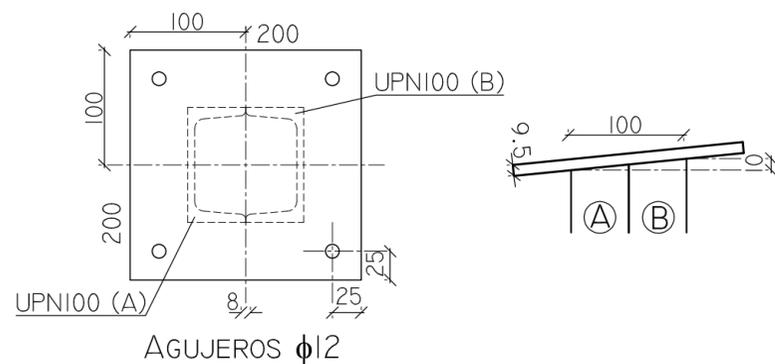
COLUMNA 2
VISTA DESDE
PARED 1:



PLACA BASE COLUMNAS (PBC)



CARTELA (CAR)



PLACA CORONAMIENTO COLUMNA 2 (PCC2)

ESCALA 1:5

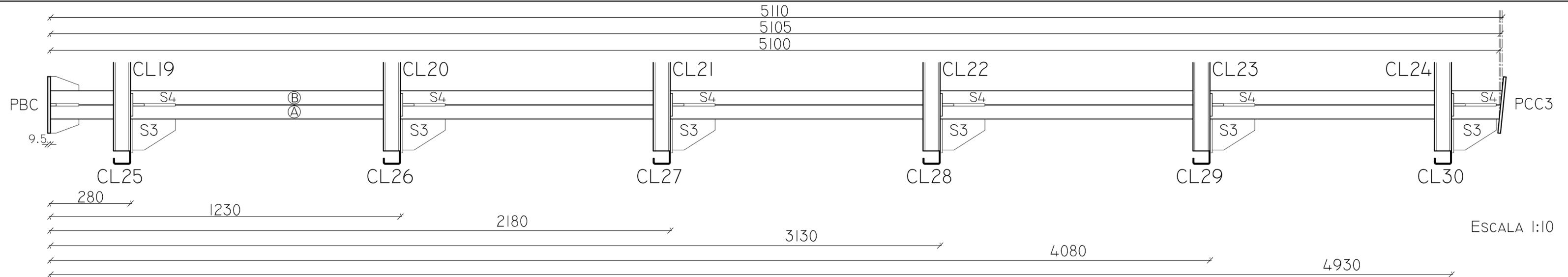
REFERENCIAS

- CL: CORREA LATERAL
- S: SOPORTE
- PBC: PLACA BASE COLUMNA
- PCC: PLACA CORONAMIENTO COLUMNA
- CAR: CARTELA
- MEDIDAS EN MILÍMETROS

Posición	Comp.	Descripción - Observaciones	Peso unit.	Canl.	Peso (Kg)
	C2-A	UPN 100			
	C2-B	UPN 100			
C2		Columna 2	13,40	1	136,81
PBC		Placa base columnas (Ch. 9,5x200x200)	2,98	1	2,98
CAR		Cartelas placa base (Ch. 8x50x100)	0,24	4	0,95
PCC2		Placa coronamiento columnas (Ch. 9,5x200x200)	2,98	1	2,98
PESO ACERO NECESARIO					143,73

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	Plano N°:
Escala:	10
Despiece Estructura Metálica Columna 2	

COLUMNA 3
VISTA DESDE
PARED 4:

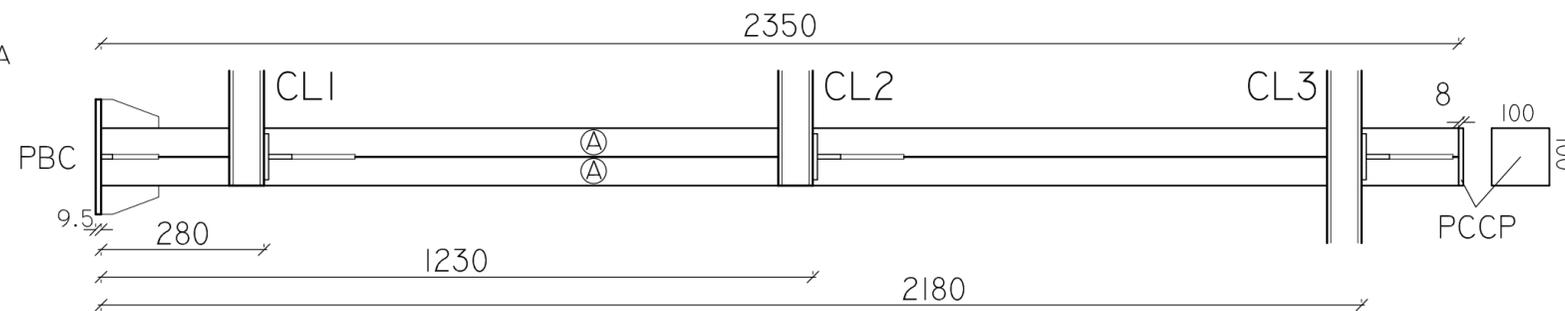


ESCALA 1:10

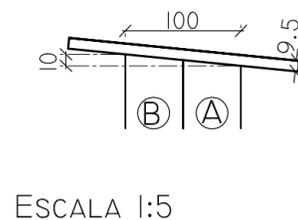
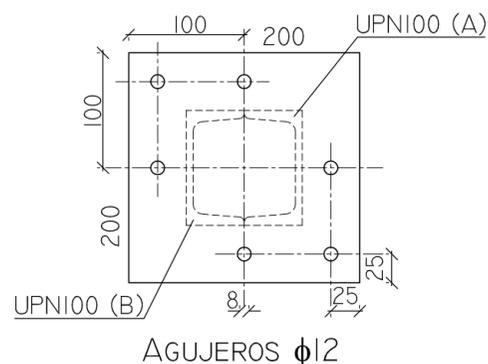
COLUMNA 3
VISTA DESDE
PARED 5:



COLUMNA PUERTA
VISTA DESDE
PARED 1:



Posición	Comp.	Descripción - Observaciones	Peso unid.	Cant.	Peso (kg)
	C3-A	UPN 100			
	C3-B	UPN 100			
C3		Columna 3	13,40	1	136,81
CP	CP-A	Columna puerta (2 UPN 100)	13,40	2	62,98
PBC		Placa base columnas (Ch. 9,5x200x200)	2,98	2	5,97
CAR		Carclas placa base (Ch. 8x50x100)	0,21	8	1,91
PCC3		Placa coronamiento columnas (Ch. 9,5x200x200)	2,98	1	2,98
PCCP		Placa coronamiento columna puerta (Ch. 8x100x100)	0,63	1	0,63
PESO ACERO NECESARIO					210,65



ESCALA 1:5

PLACA CORONAMIENTO COLUMNA 4 (PCC3)

REFERENCIAS

CL: CORREA LATERAL

S: SOPORTE

PBC: PLACA BASE COLUMNA

PCC: PLACA CORONAMIENTO COLUMNA

MEDIDAS EN MILÍMETROS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

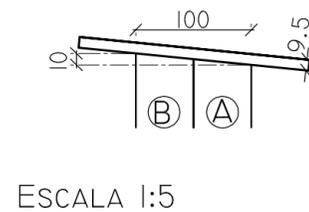
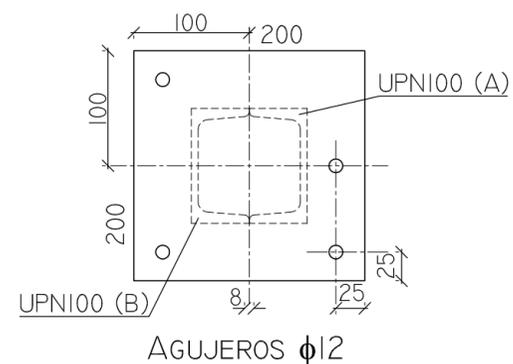
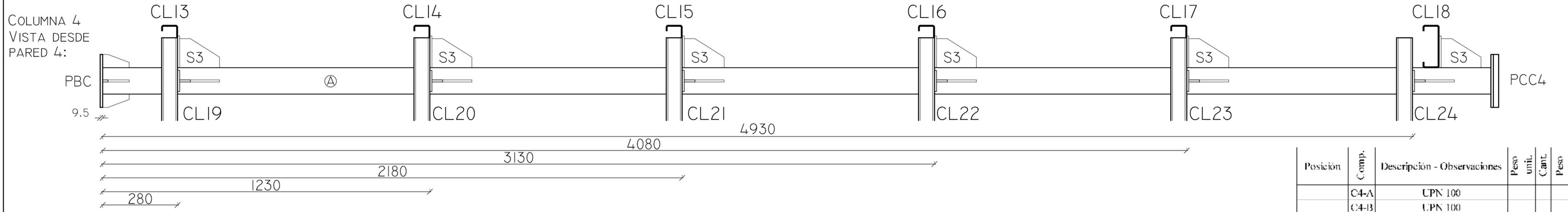
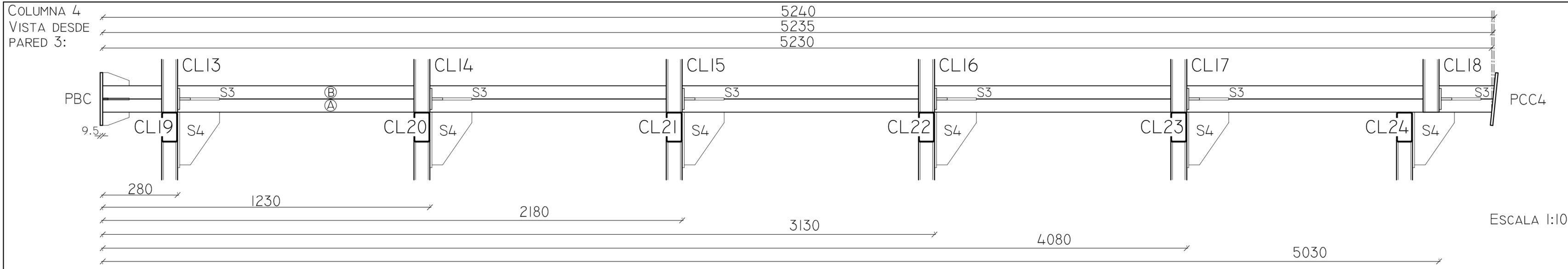
Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

Escala:

Despiece Estructura Metálica
Columna 3 - Columna puerta

11



PLACA CORONAMIENTO COLUMA 4 (PCC4)

Posición	Comp.	Descripción - Observaciones	Peso unil.	Cant.	Peso (Kg)
	C4-A	UPN 100			
	C4-B	UPN 100			
C4		Columna 4	13,40	1	140,30
PBC		Placa base columnas (Ch. 9,5x200x200)	2,98	1	2,98
CAR		Cartelas placa base (Ch. 8x50x100)	0,24	4	0,95
PCC4		Placa coronamiento columnas (Ch. 9,5x200x200)	2,98	1	2,98
PESO ACERO NECESARIO					147,22

REFERENCIAS

CL: CORREA LATERAL

S: SOPORTE

PBC: PLACA BASE COLUMNA

PCC: PLACA CORONAMIENTO COLUMNA

MEDIDAS EN MILÍMETROS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

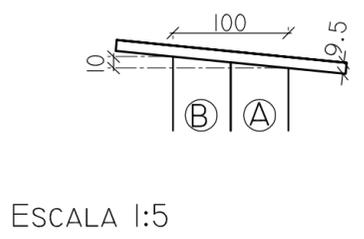
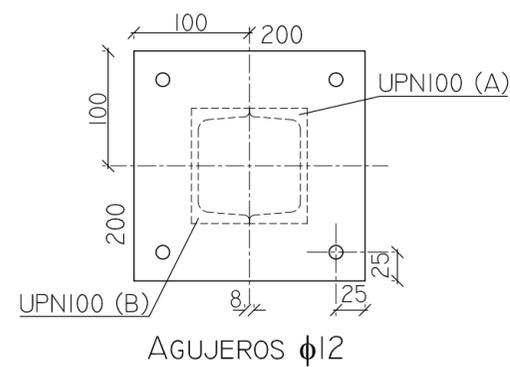
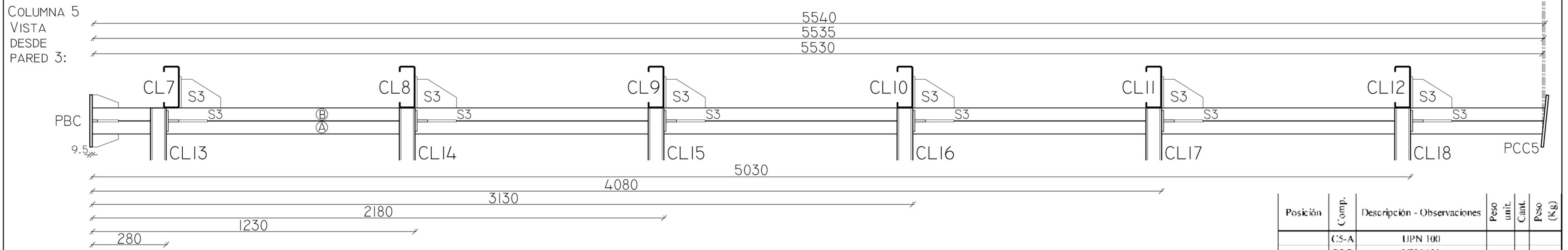
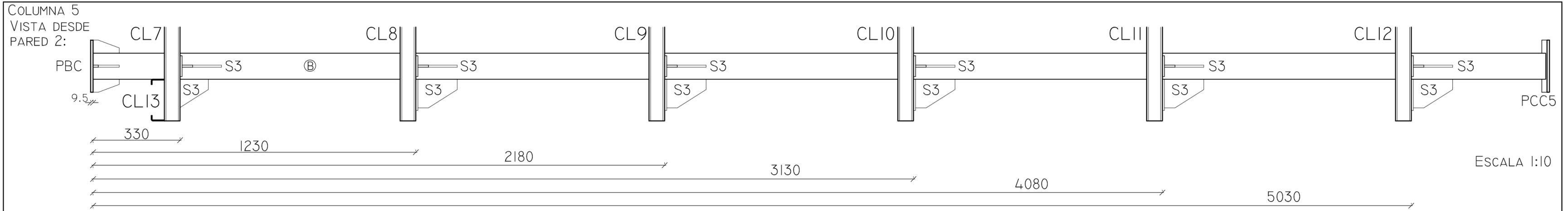
Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

Escala:

Despiece Estructura Metálica
Columna 4

12



PLACA CORONAMIENTO COLUMA 5 (PCC5)

Posición	Comp.	Descripción - Observaciones	Peso unit.	Cant.	Peso (Kg)
	C5-A	UPN 100			
	C5-B	UPN 100			
C5		Columna 5	13,40	1	148,34
PBC		Placa base columnas (Ch. 9,5x200x200)	2,98	1	2,98
CAR		Cartelas placa base (Ch. 8x50x100)	0,24	4	0,95
PCC5		Placa coronamiento columnas (Ch. 9,5x200x200)	2,98	1	2,98
PESO ACERO NECESARIO					155,26

REFERENCIAS
 CL: CORREA LATERAL
 S: SOPORTE
 PBC: PLACA BASE COLUMNA
 PCC: PLACA CORONAMIENTO COLUMNA
 MEDIDAS EN MILÍMETROS

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

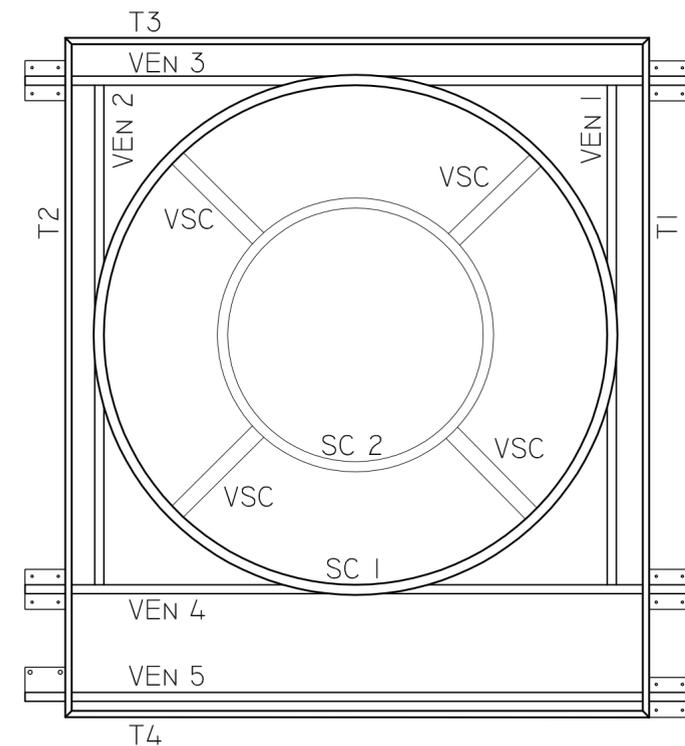
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

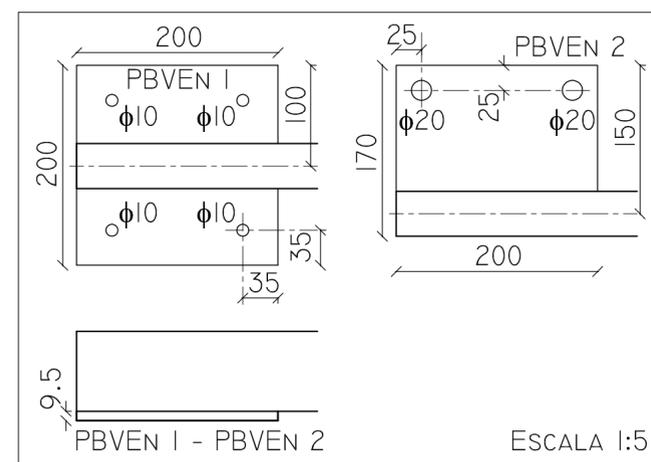
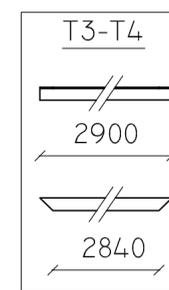
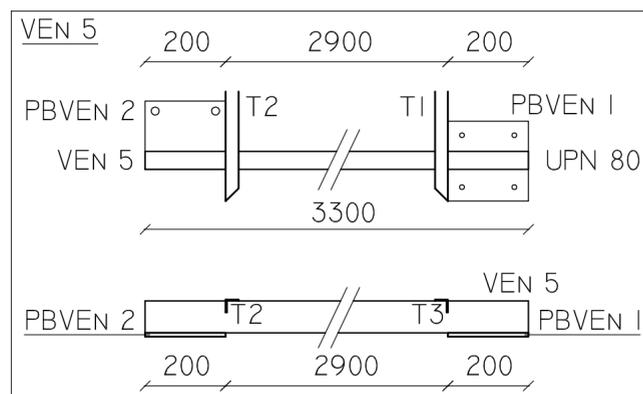
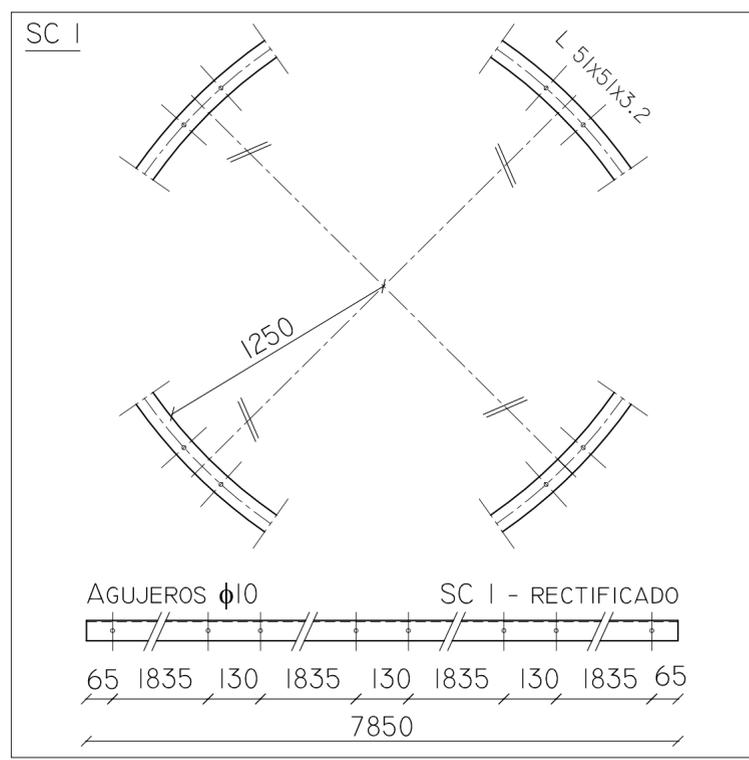
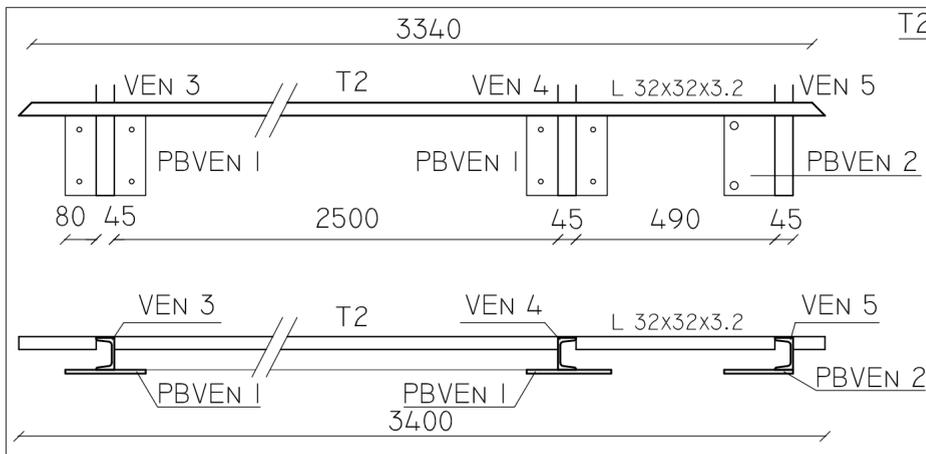
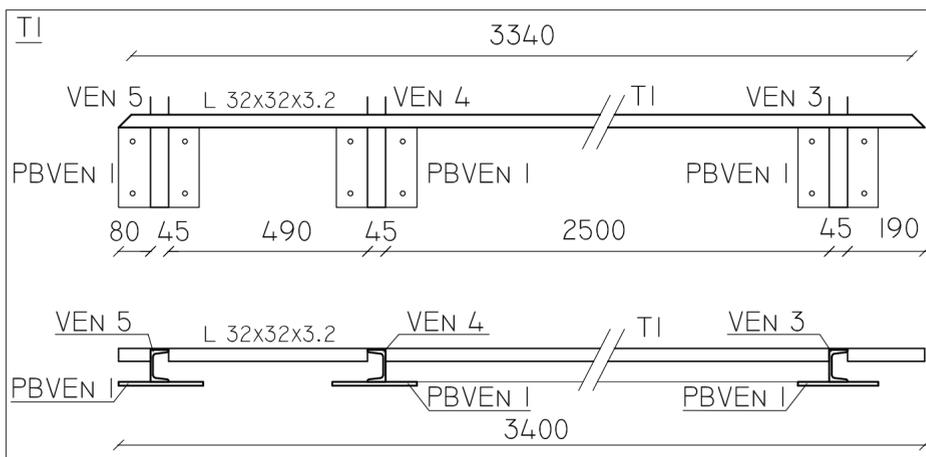
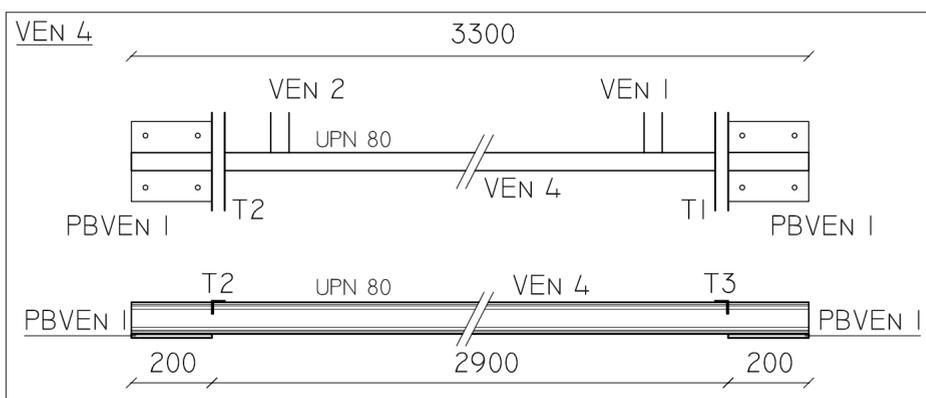
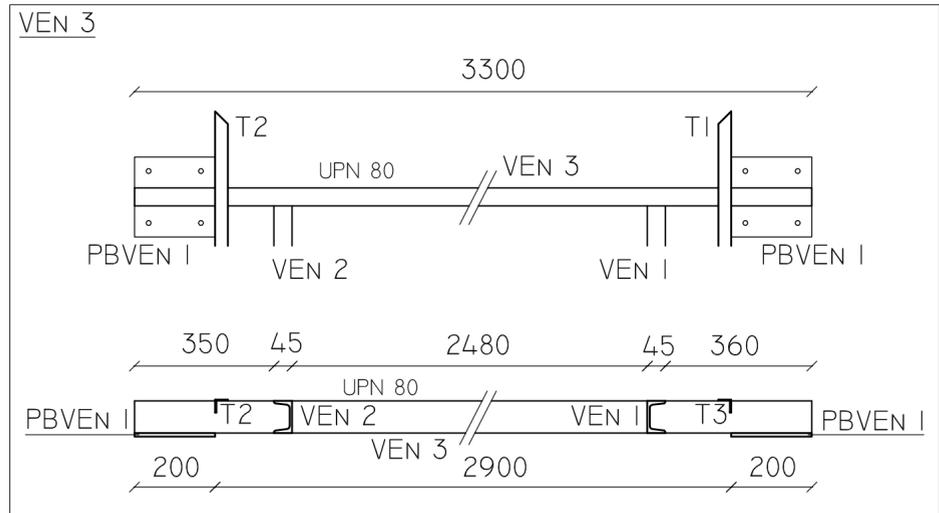
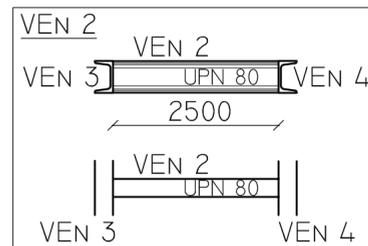
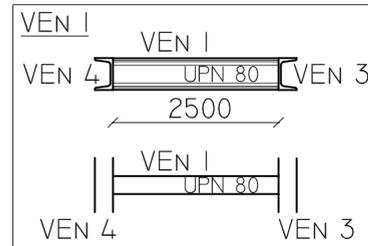
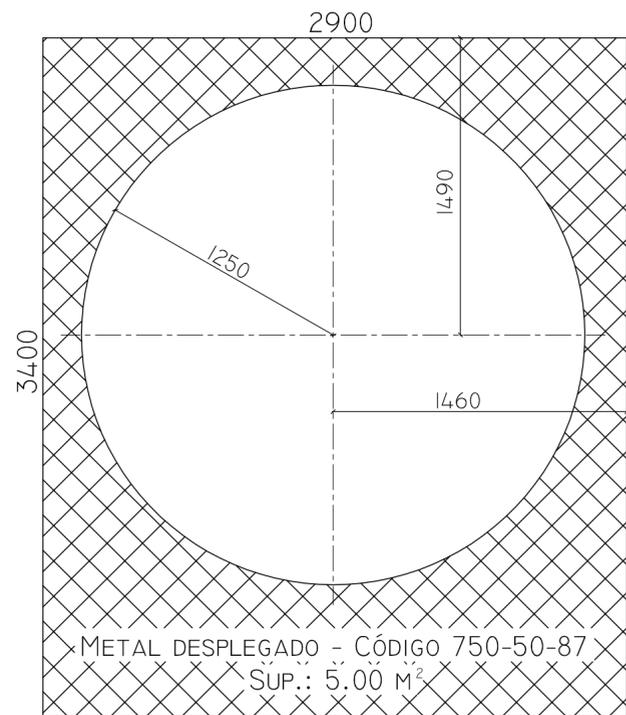
Plano Nº: **13**

Despiece Estructura Metálica
Columna 5

ESTRUCTURA ENTREPISO - Escala 1:25



ESTRUCTURA ENTREPISO - Escala 1:25



REFERENCIAS

VEN: VIGA DE ENTREPISO

T: TERMINACIÓN

SC: SOPORTE CICLÓN

VSC: VIGA DE SOPORTE CICLÓN

PBVEN: PLACA BASE VIGA DE ENTREPISO

MEDIDAS EN MILÍMETROS

ESCALA DETALLES 1:12.5

Posición	Descripción - Observaciones	Peso unit.	Cant.	Peso (Kg)
VEN 1	Viga de entrepiso (UPN 80)	8,64	2	43,20
VEN 2	Viga de entrepiso (UPN 80)	8,64	3	85,54
VEN 3	Viga de entrepiso (UPN 80)	8,64	3	85,54
VEN 4	Viga de entrepiso (UPN 80)	8,64	3	85,54
VEN 5	Viga de entrepiso (UPN 80)	8,64	3	85,54
T1 - T2	Terminación entrepiso (Perfil L 32x32x3,2)	1,55	2	10,54
T3 - T4	Terminación entrepiso (Perfil L 32x32x3,2)	1,55	2	8,99
Entrepiso	Metal desplegado Cód. 750-50-87	18,25	1	91,25
PBVEN 1	Placa base viga de entrepiso Ch. 9,5x200x200	2,98	5	14,92
PBVEN 2	Placa base viga de entrepiso Ch. 9,5x170x200	2,54	1	2,54
SC 1	Soposte ciclón circular (Perfil L 51x51x3,2)	2,52	1	19,78
PESO ACERO NECESARIO				276,75

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

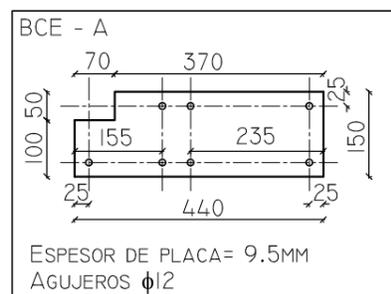
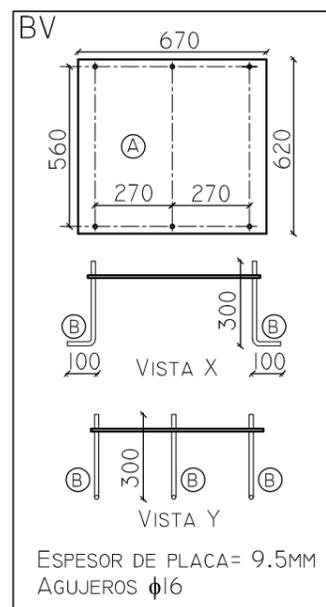
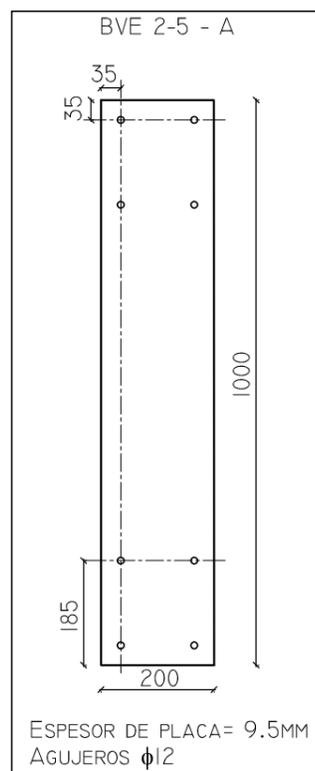
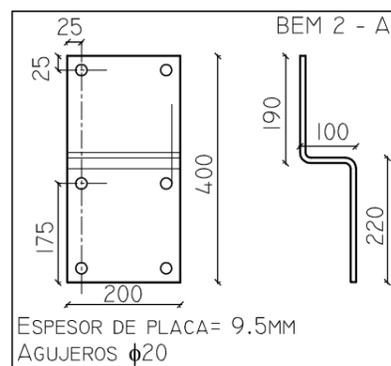
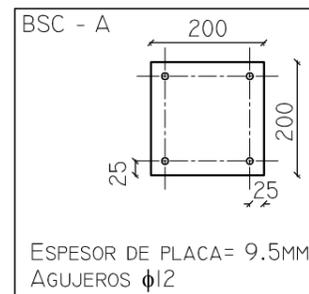
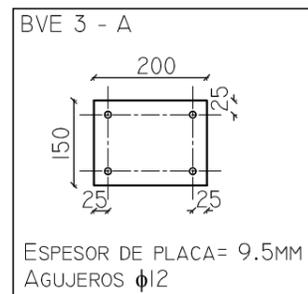
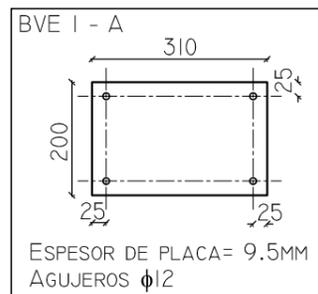
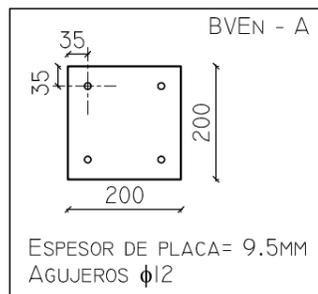
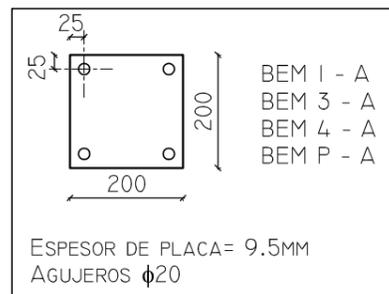
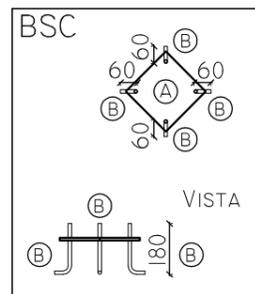
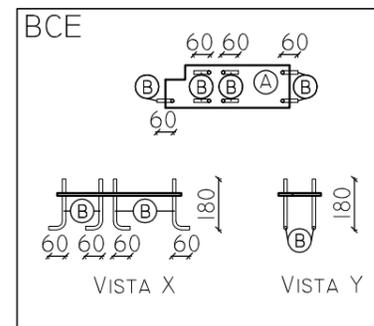
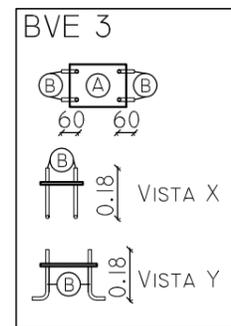
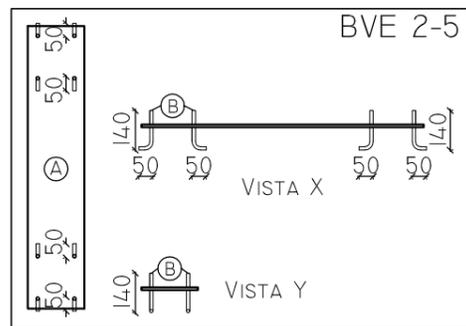
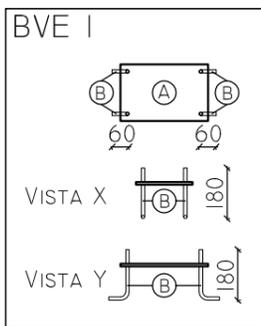
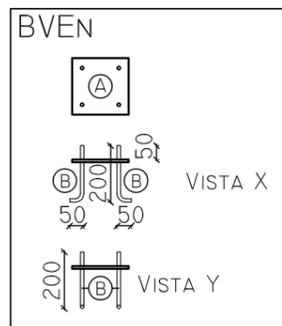
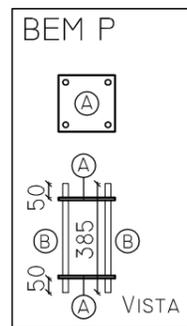
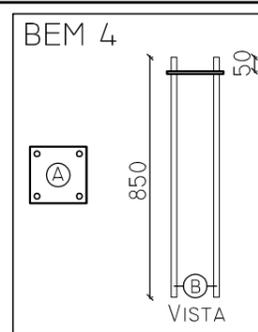
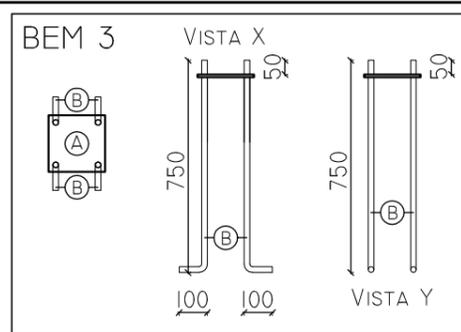
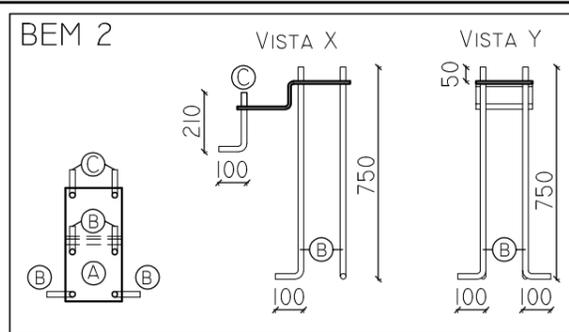
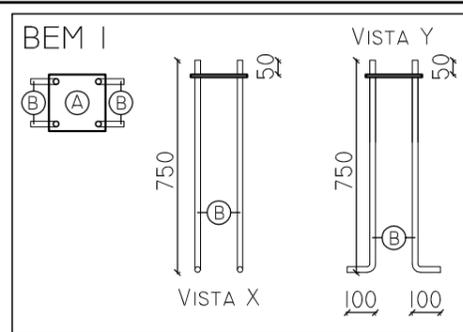
Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

Escala:

Despiece Estructura Metálica
Estructura entrepiso

15



BEM: BASE ESTRUCTURA METÁLICA
 BVE: BASE VIGA ESCALERA
 BVEN: BASE VIGA ENTREPISO
 BV: BASE VENTILADOR
 BSC: BASE SOPORTE CICLÓN
 BCE: BASE COLUMNA ESCALERA
 ESCALA 1:25
 ESCALA DETALLES PLACAS 1:12.5
 MEDIDAS EN MILÍMETROS

Posición	Descripción - Observaciones	Peso unit.	Cant.	Peso (Kg)
BEM 1 - A BEM 3 - A BEM 4 - A BEM P - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x200x200	2,98	6	17,90
BEM 2 - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x200x510	7,61	1	7,61
BVEN - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x200x200	2,98	5	14,92
BSC - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x200x200	2,98	4	11,93
BVE 1 - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x200x310	4,62	1	4,62
BVE 2-5 - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x200x1000	14,92	1	14,92
BVE 3 - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x150x200	2,24	1	2,24
BCE - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x150x440	4,66	1	4,66
BV - A	Placa base empotrada estructura metálica Ch. 9,5x620x670	30,98	1	30,98
BEM 1 - B BEM 2 - B BEM 3 - B	Hierro roscado φ20	2,47	16	33,59
BEM 2 - C	Hierro roscado φ20	2,47	2	1,53
BEM 4 - B	Hierro roscado φ20	2,47	4	8,40
BEM P - B	Hierro roscado φ20	2,47	4	3,80
BVEN - B	Hierro roscado φ20	0,89	20	4,15
BVE 2-5 - B	Hierro roscado φ20	0,89	8	1,35
BCE - B BVE 1 - B BVE 3 - B BSC - B	Hierro roscado φ20	0,89	31	6,62
BV - B	Hierro roscado φ20	0,89	6	2,14
PESO ACERO NECESARIO				171,65

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

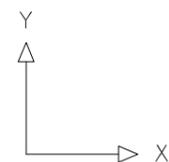
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

Escala: **Despiece Estructura Metálica**
Placas bases empotradas

17

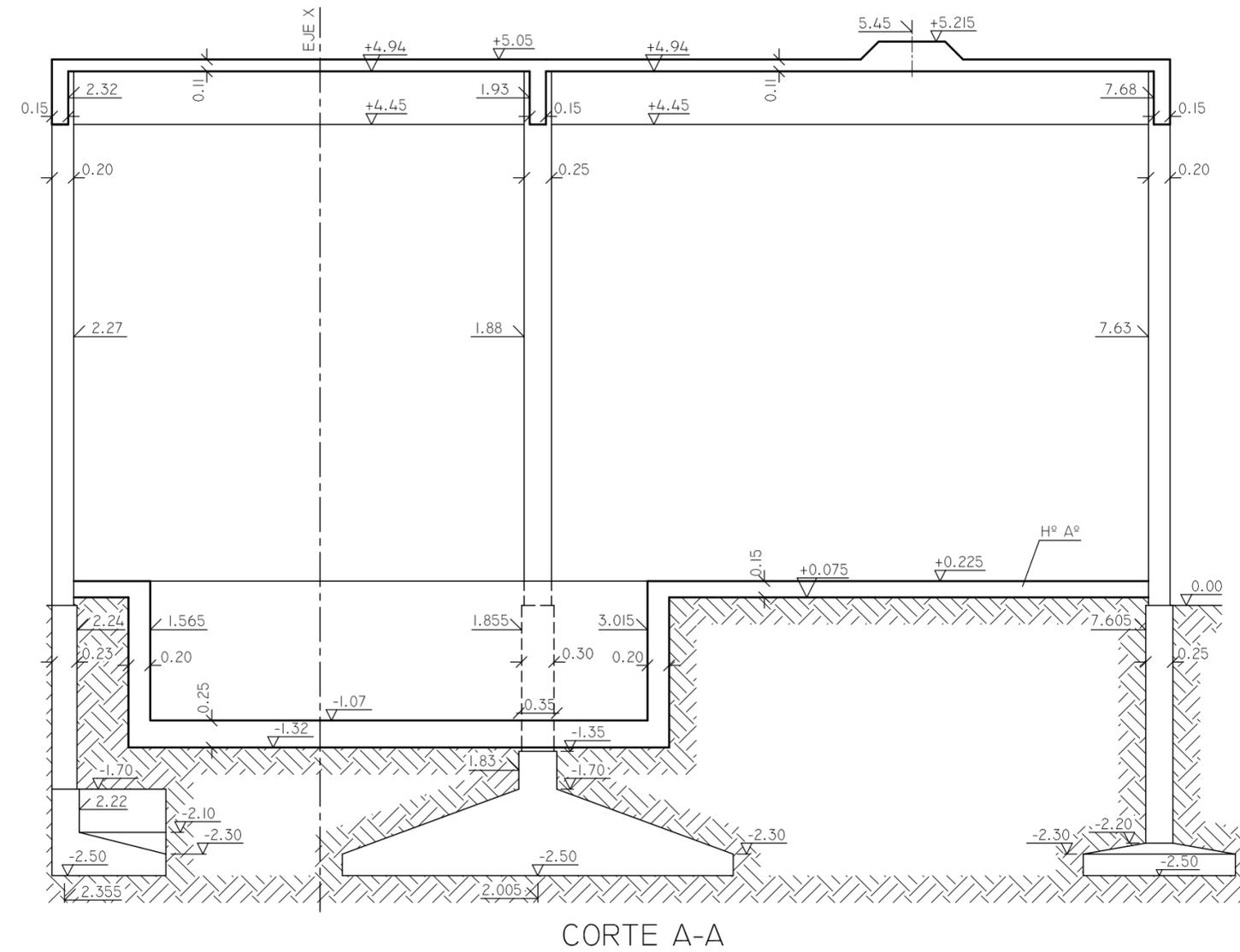
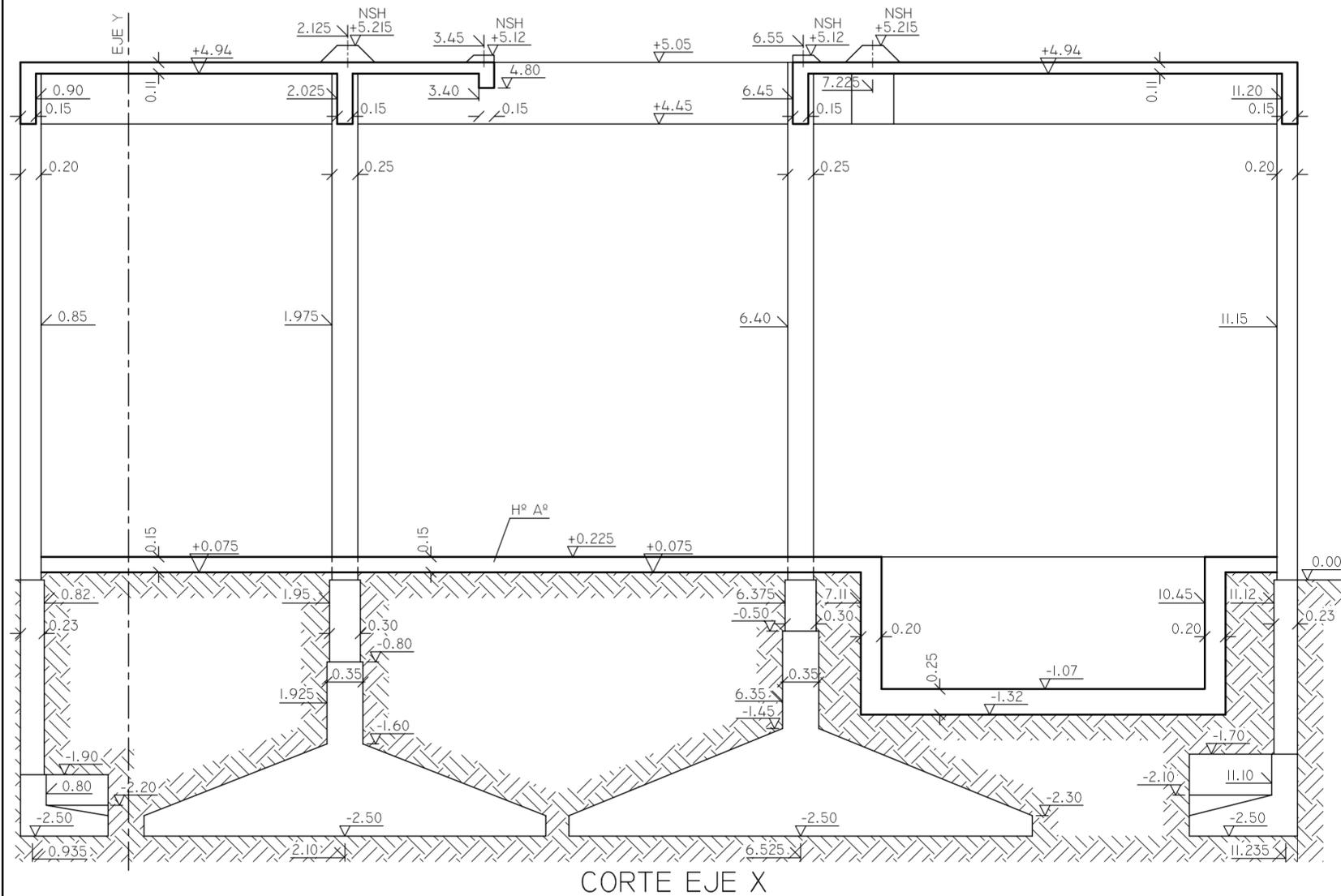


NOTAS

NIVELES Y MEDIDAS EN METROS
 HORMIGÓN H-21 / ACERO TIPO III
 NIVEL SUPERIOR DE TODAS LAS VIGAS: +5.05M
 CÓMPUTO TOTAL H-21 (INCLUYE COLUMNAS HASTA NIVEL 0.00): 16.00M
 ESCALA 1:50

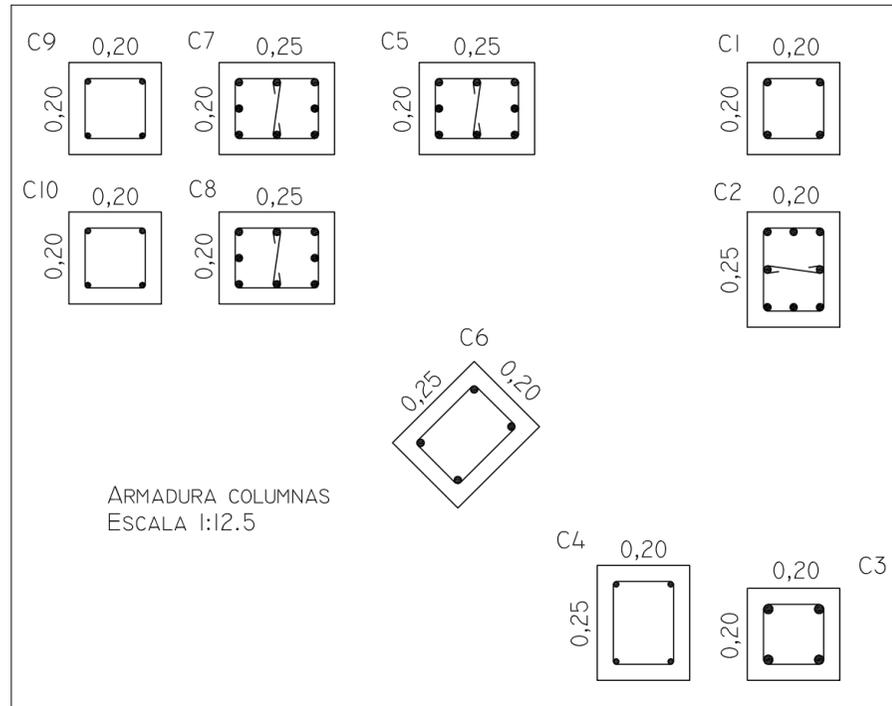
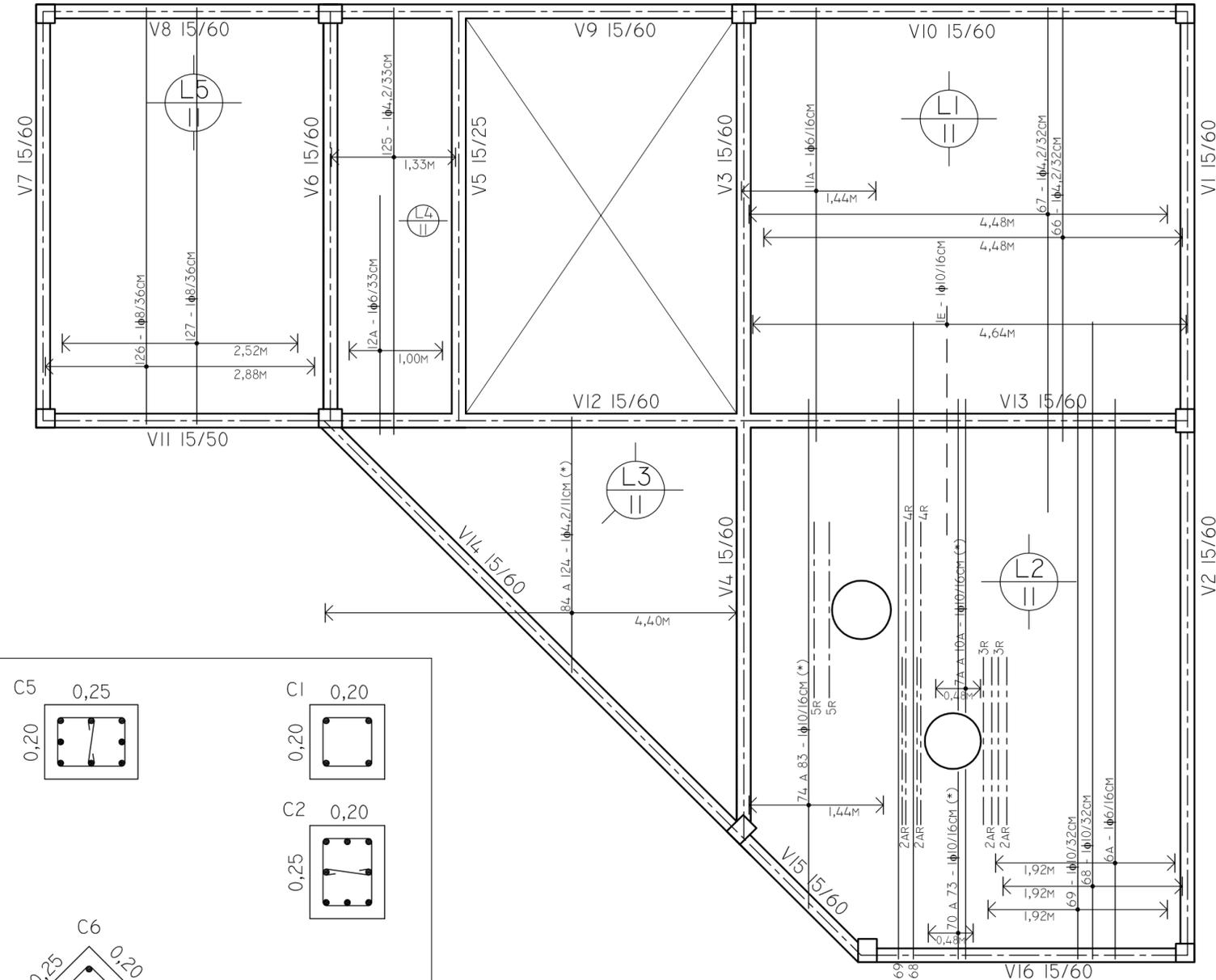
REFERENCIAS

C: COLUMNA
 V: VIGA
 L: LOSA
 NSL: NIVEL SUPERIOR LOSA
 NSPA: NIVEL SUPERIOR PLACA DE APOYO
 NSH: NIVEL SUPERIOR HORMIGÓN

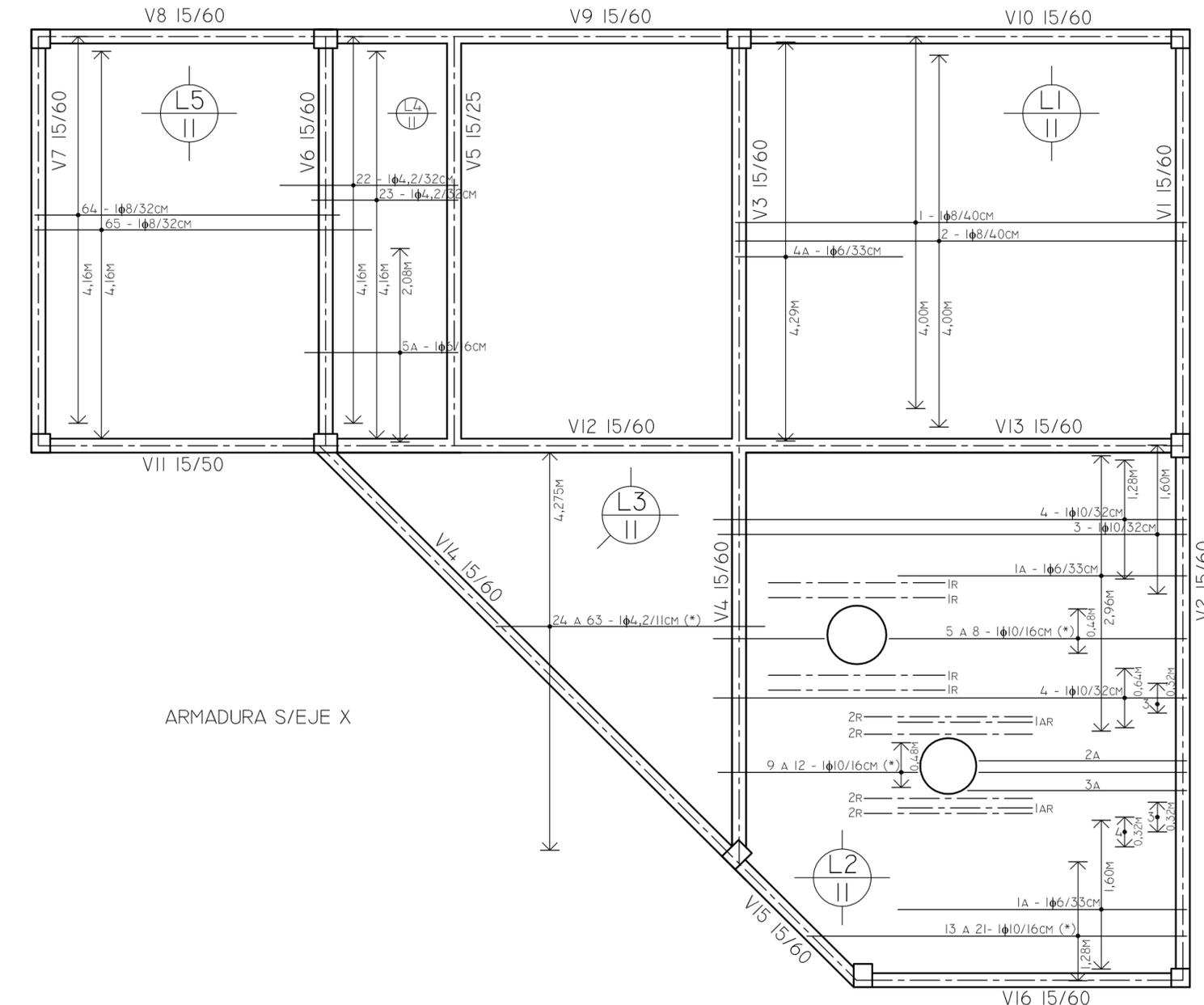


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	Plano N°:
Escala:	Plano de encofrado y replanteo - Cortes
19	

ARMADURA S/EJE Y



ARMADURA COLUMNAS
ESCALA 1:12.5

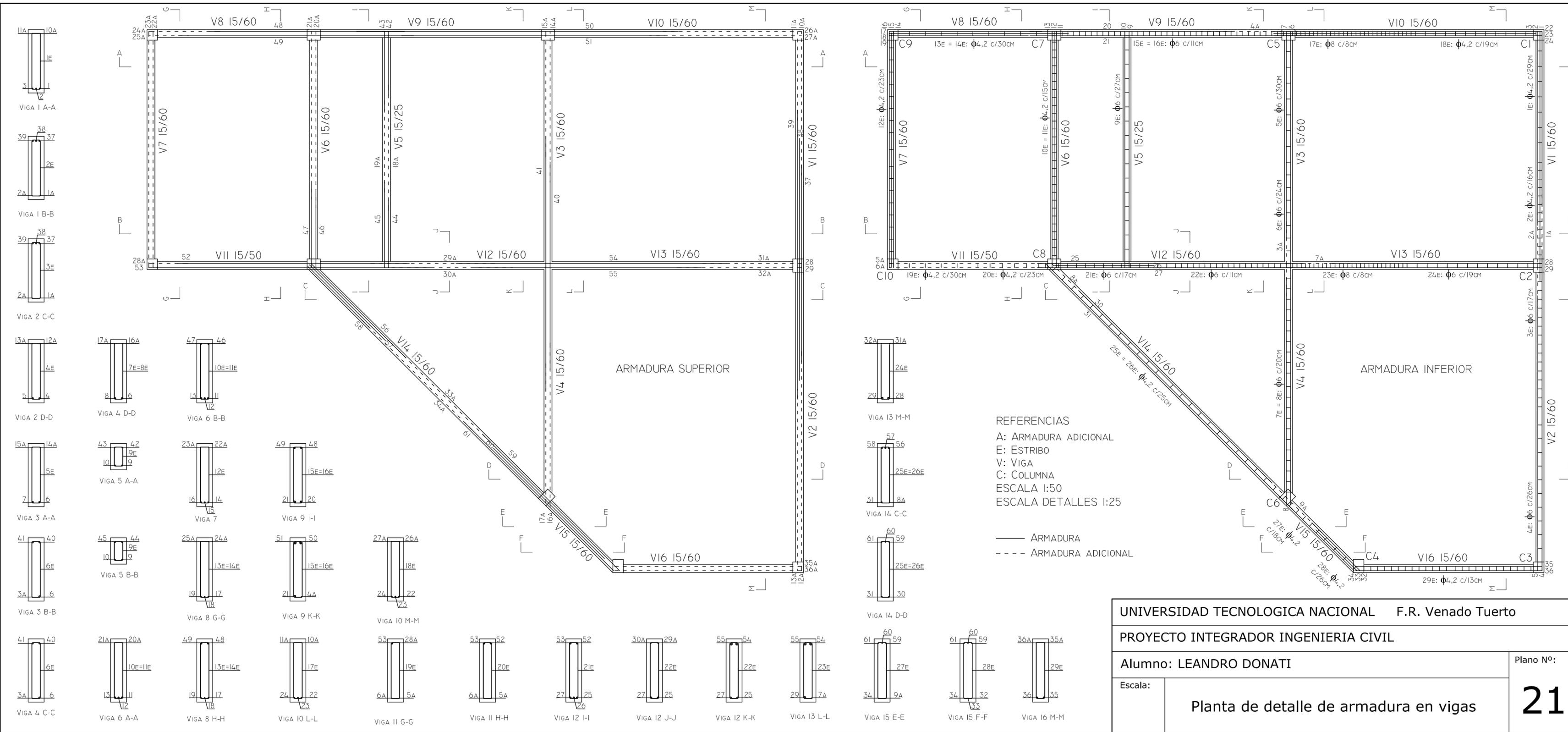


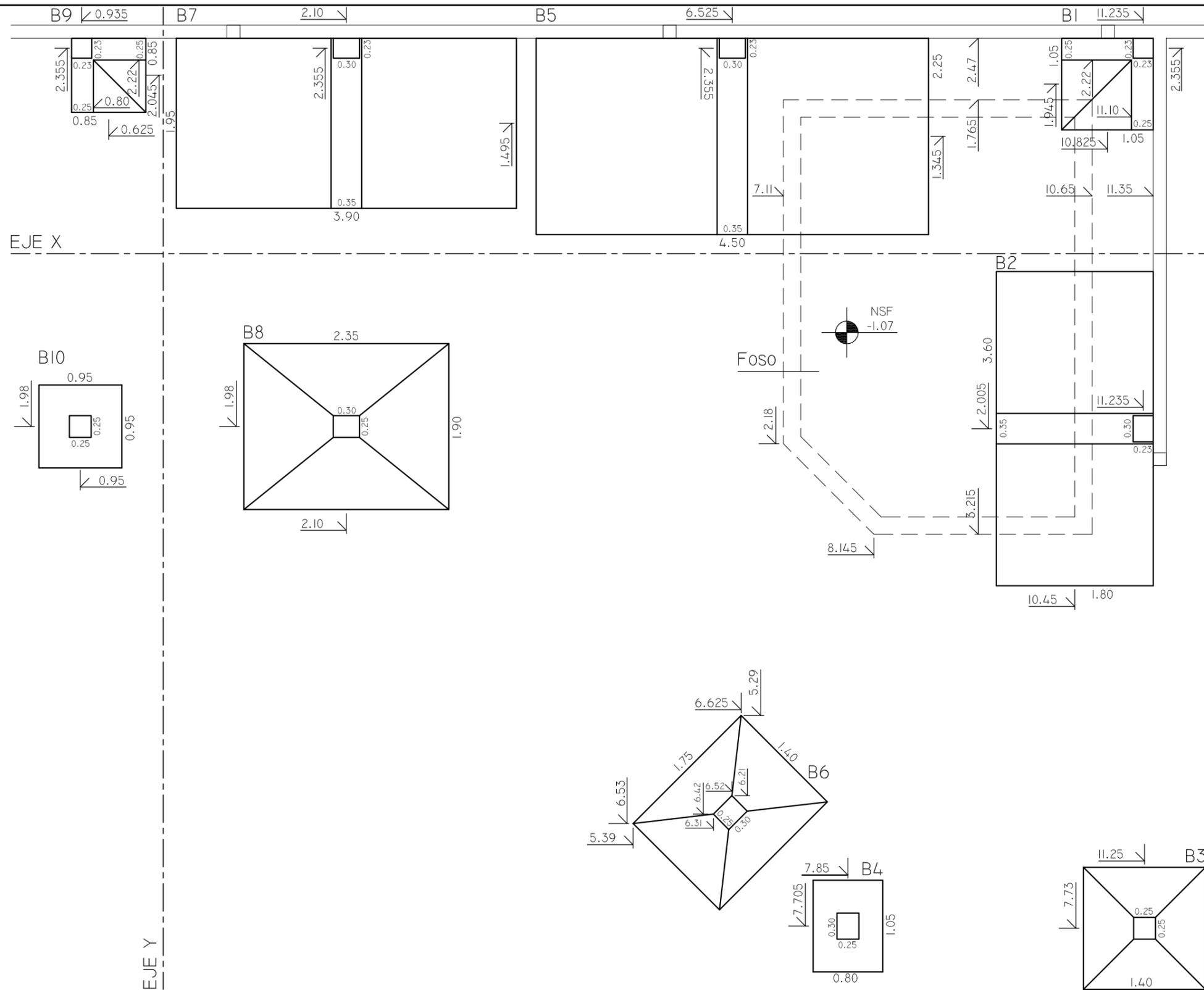
ARMADURA S/EJE X

REFERENCIAS

- A: ARMADURA ADICIONAL
 - R: REFUERZO DE ARMADURA
 - AR: REFUERZO DE ARMADURA ADICIONAL
 - E: ARMADURA DE EMPOTRAMIENTO
 - V: VIGA
 - L: LOSA
 - (*) LONG. VARIABLE
(VER PLANILLA DE DOBLADO)
- ESCALA 1:50

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	
Plano N°:	20
Escala:	Planta de detalle de armadura en losas Detalle de armadura en columnas



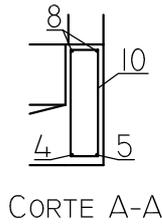
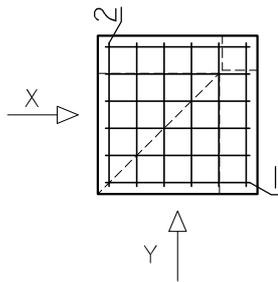
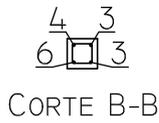


NOTAS

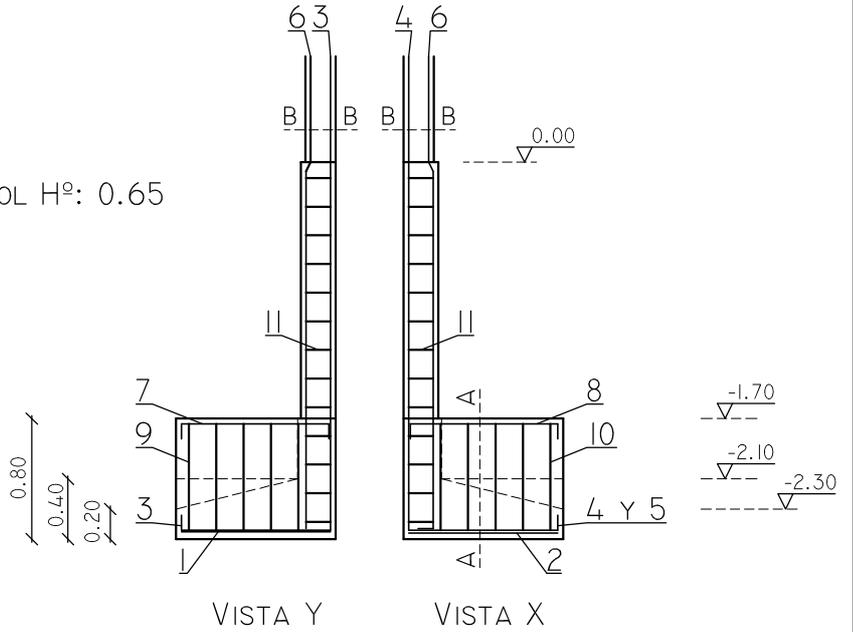
NIVELES Y MEDIDAS EN METROS
 HORMIGÓN H-21 / ACERO TIPO III
 CÓMPUTO TOTAL H-21 (INCLUYE COLUMNAS HASTA NIVEL 0.00): 21.27M³
 B: BASE
 NSF: NIVEL SUPERIOR FOSO
 ESCALA 1:50

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	
Plano N°:	22
Escala:	Plano de replanteo Bases

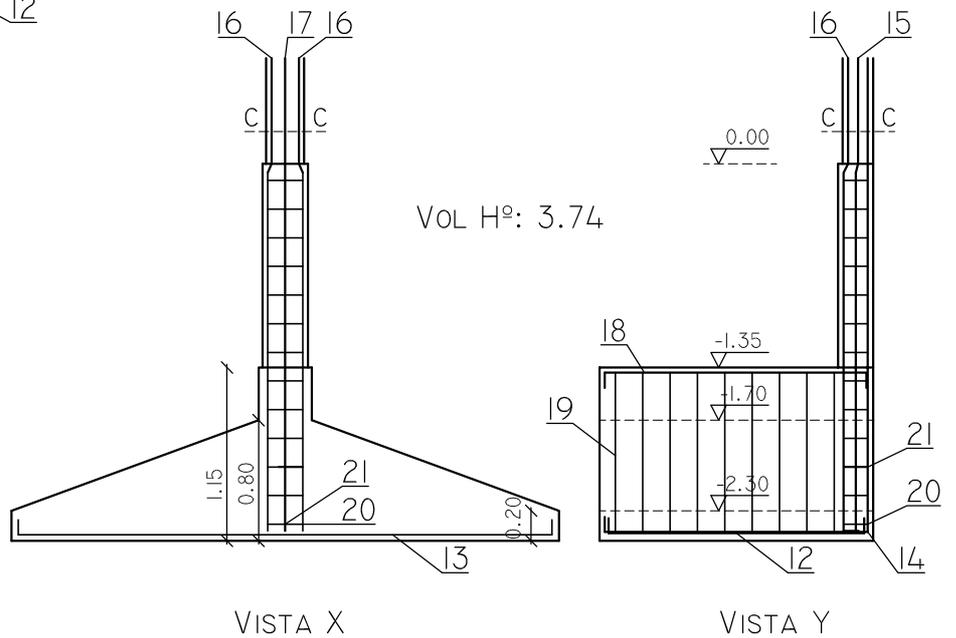
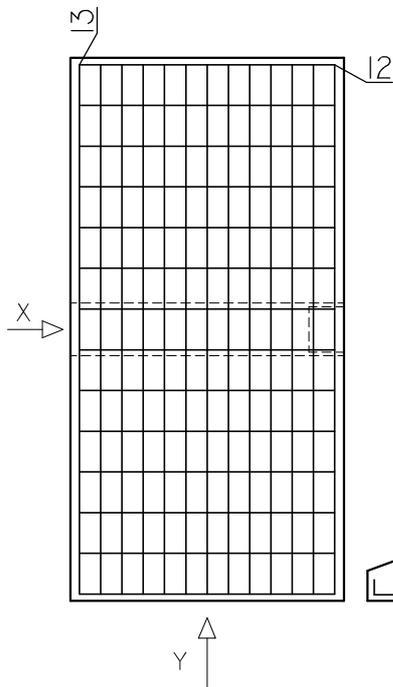
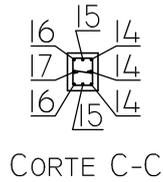
BASE 1



VOL Hº: 0.65



BASE 2



VOL Hº: 3.74

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

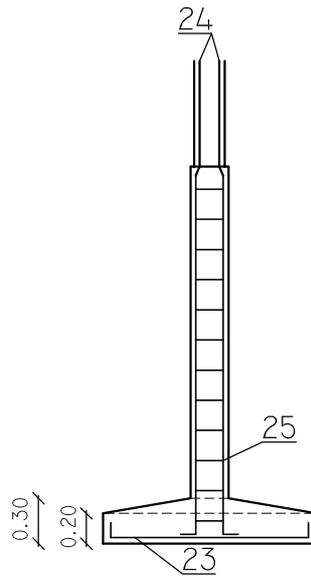
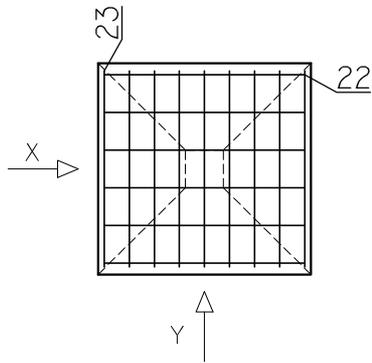
Escala:
1:50

Detalle armadura
Bases

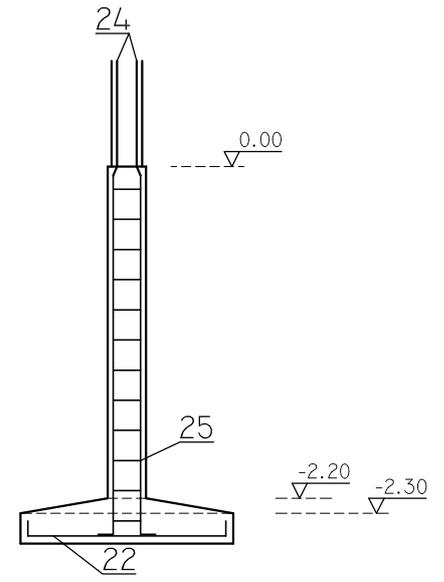
23

BASE 3

VOL Hº: 0.63



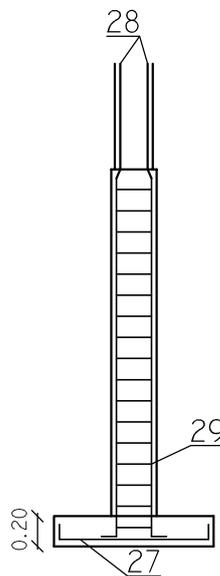
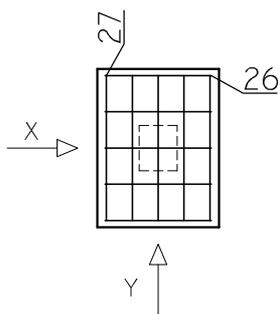
VISTA X



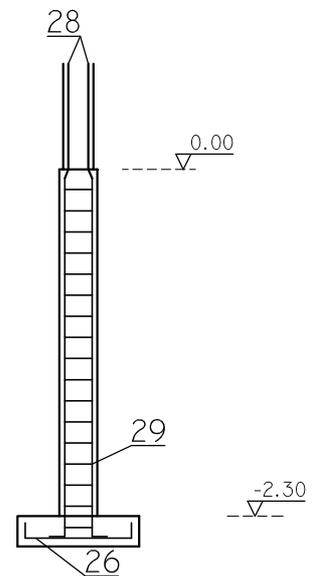
VISTA Y

BASE 4

VOL Hº: 0.34



VISTA X



VISTA Y

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

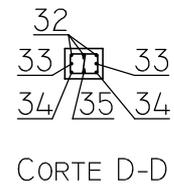
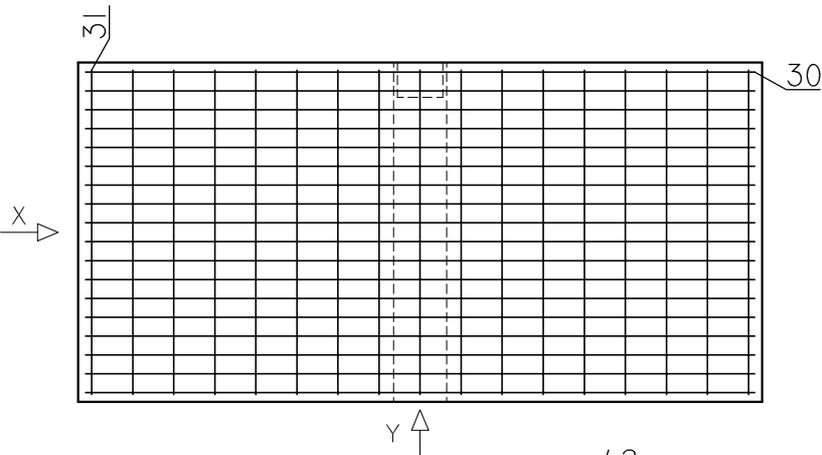
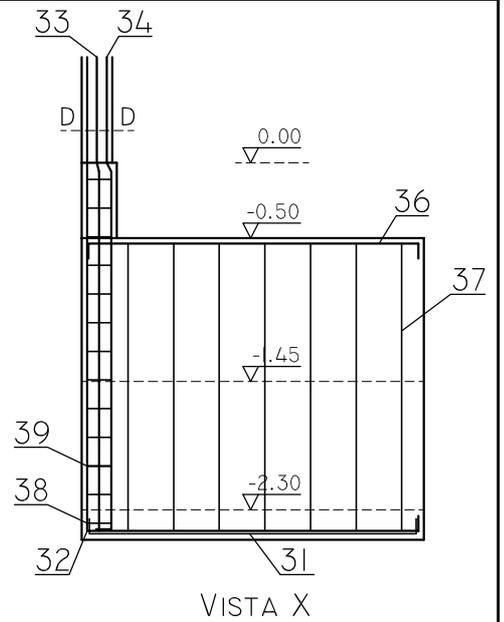
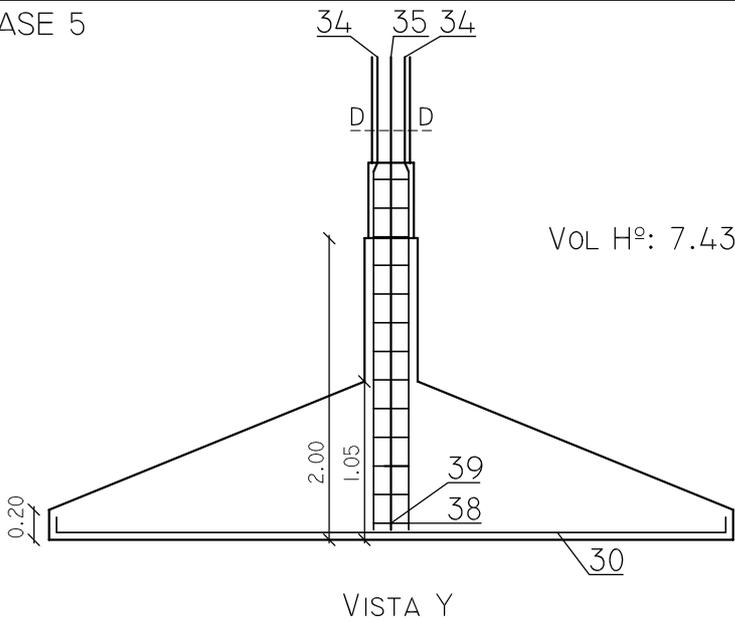
Plano N°:

Escala:
1:50

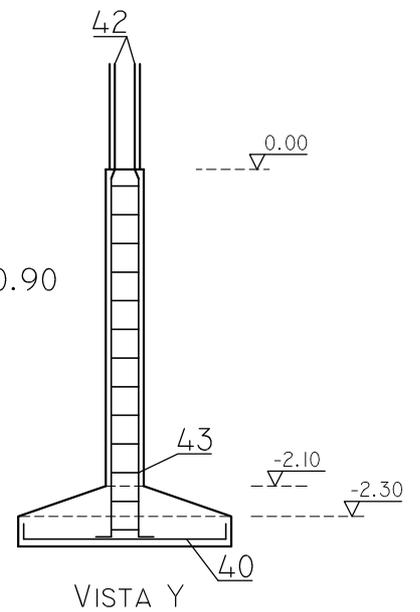
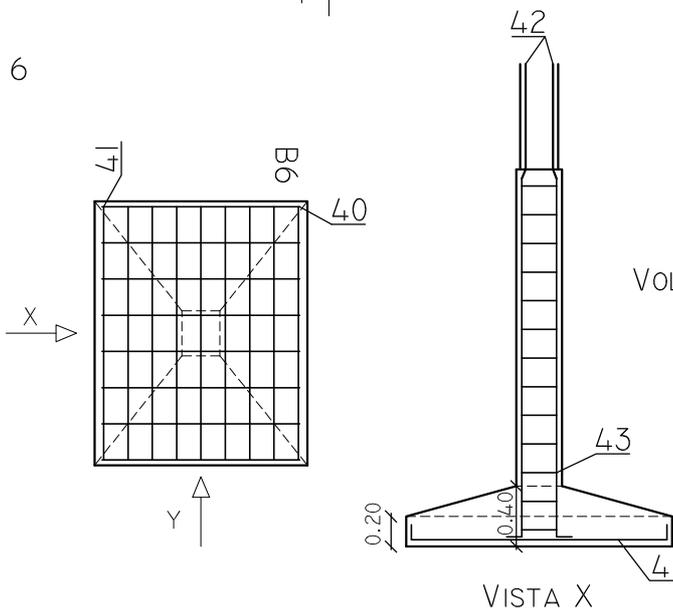
Detalle armadura
Bases

24

BASE 5



BASE 6



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

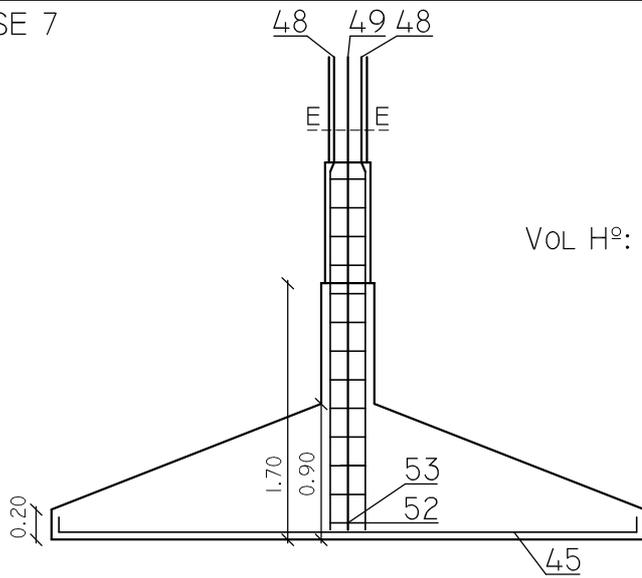
Plano N°:

Escala:
1:50

Detalle armadura
bases

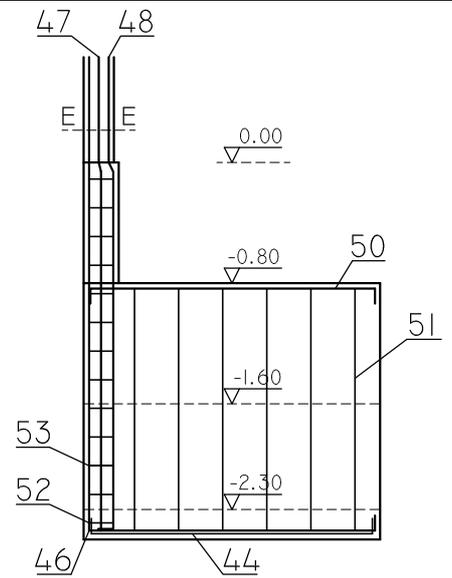
25

BASE 7

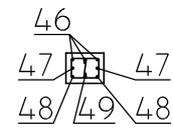
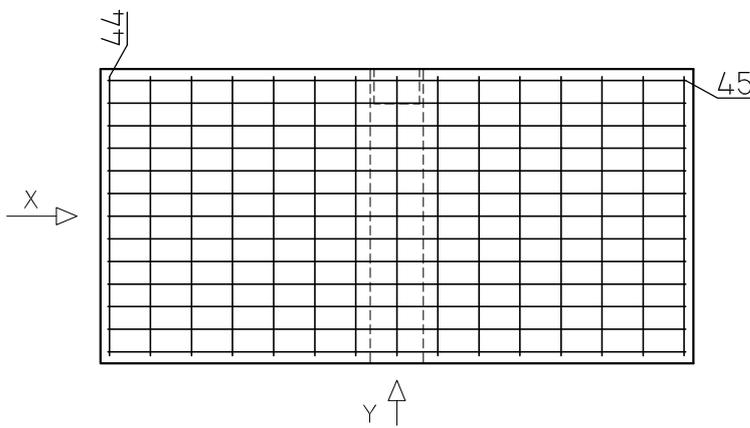


VISTA Y

VOL Hº: 5.03

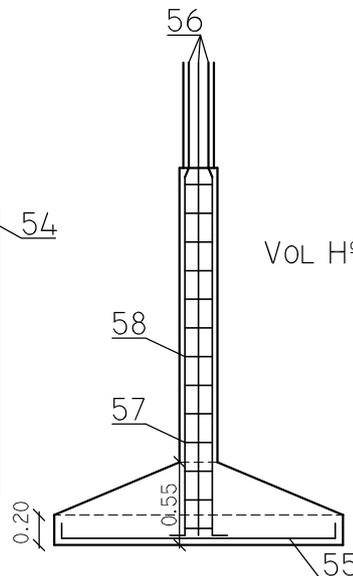
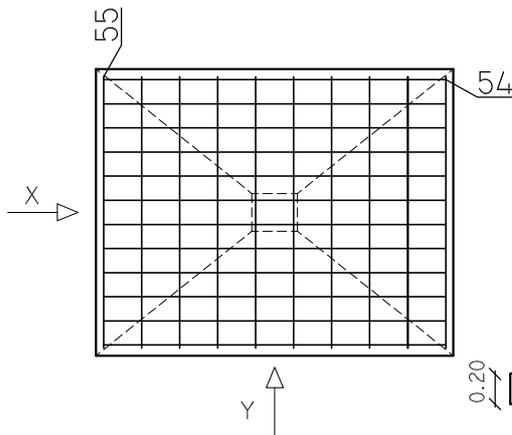


VISTA X



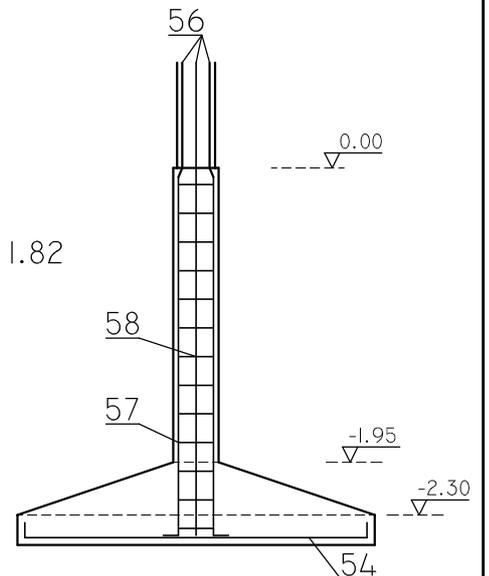
CORTE E-E

BASE 8



VISTA X

VOL Hº: 1.82



VISTA Y

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

Alumno: LEANDRO DONATI

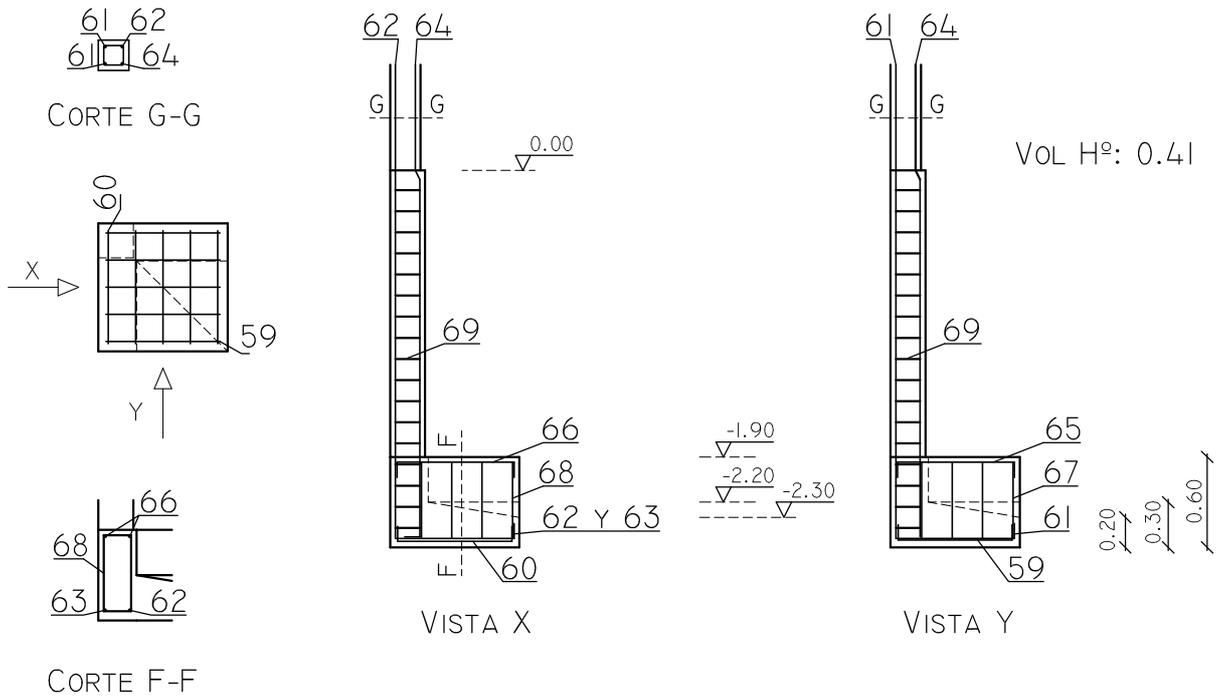
Plano N°:

Escala:
1:50

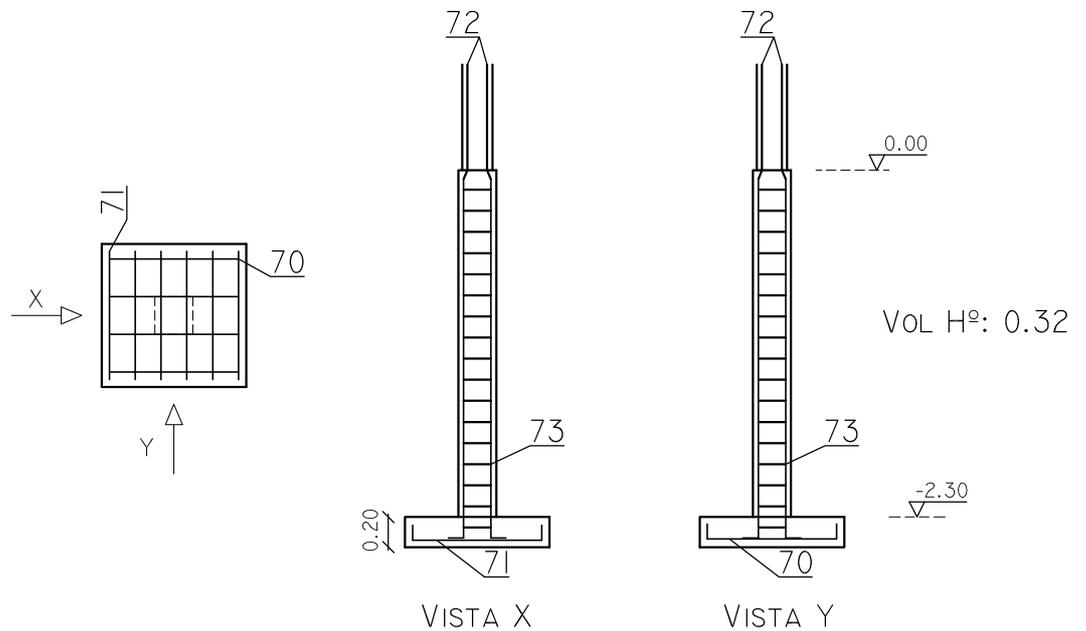
Detalle armadura
bases

26

BASE 9



BASE 10



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

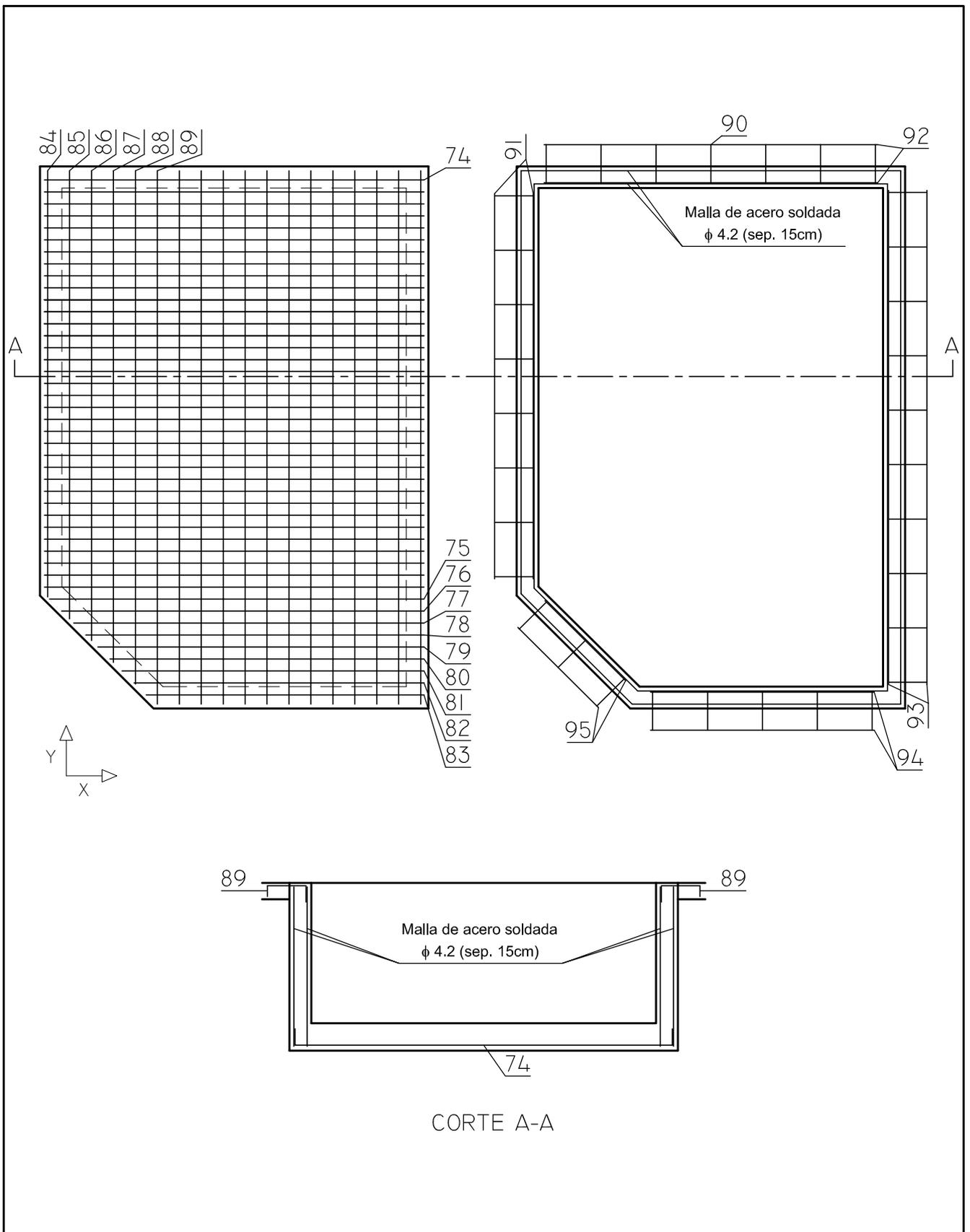
Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

Escala:
1:50

Detalle armadura
Bases

27



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto

PROYECTO INTEGRADOR INGENIERIA CIVIL

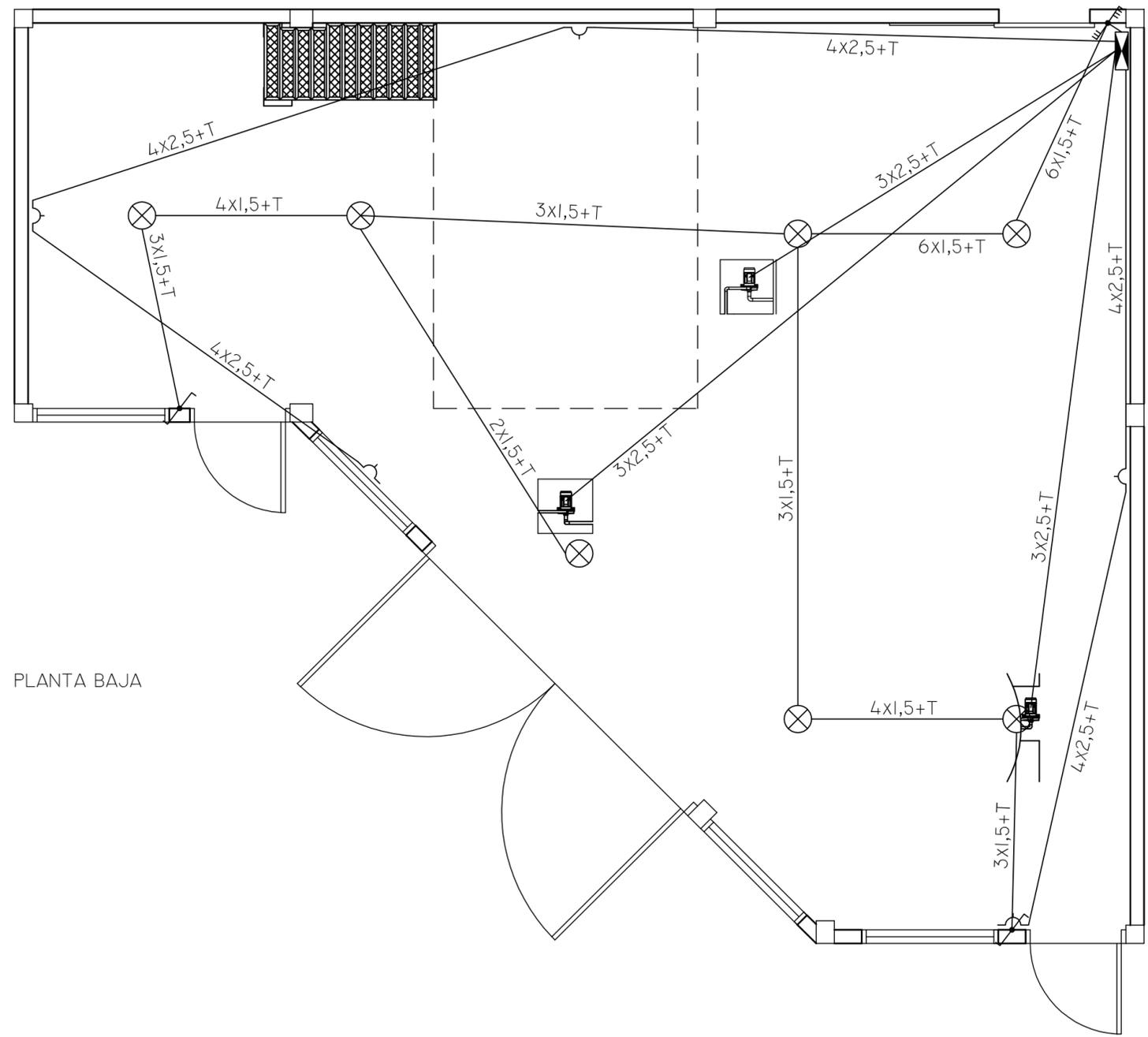
Alumno: LEANDRO DONATI

Plano N°:

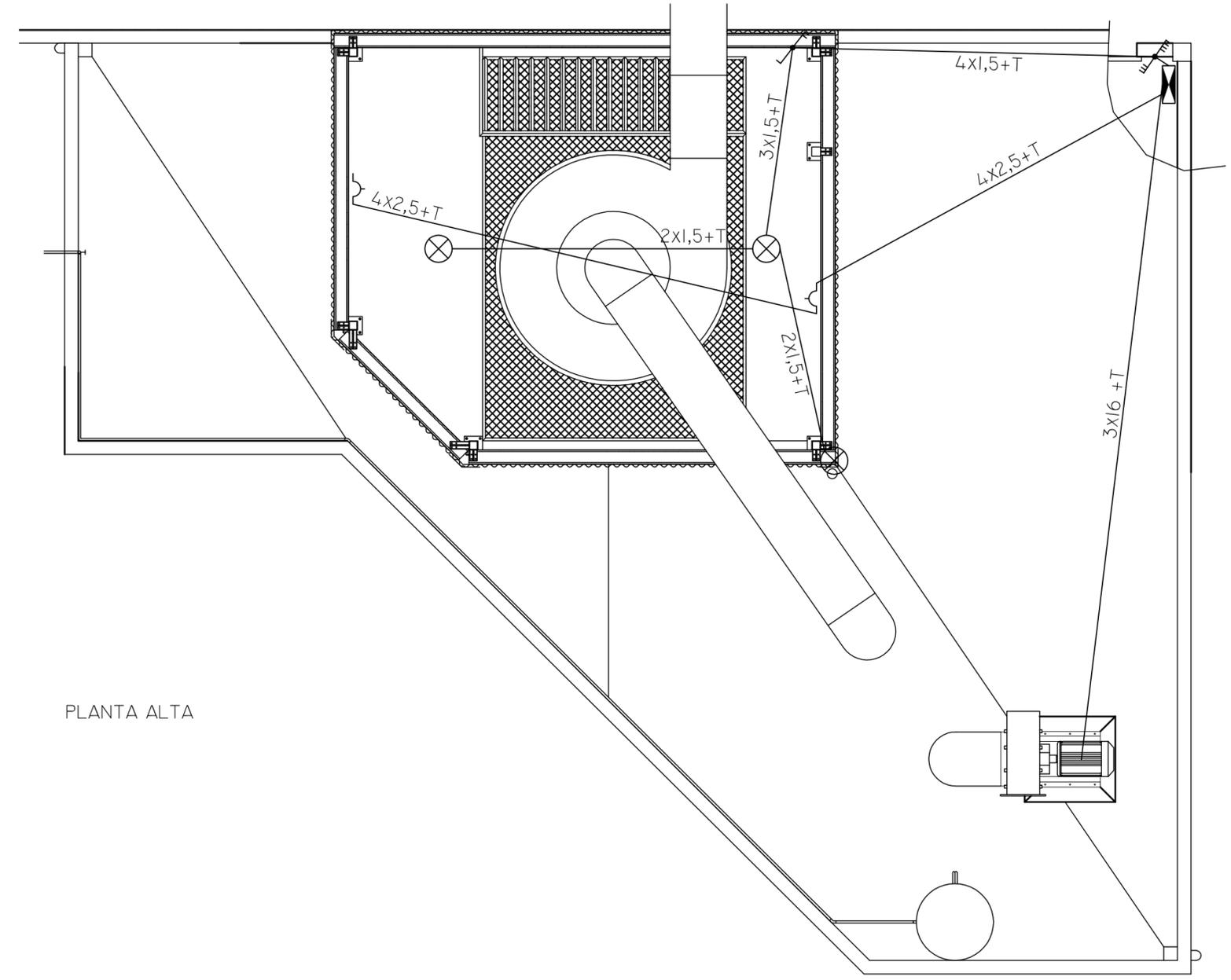
Escala:
1:50

Detalle armadura
Foso

28



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R. Venado Tuerto	
PROYECTO INTEGRADOR INGENIERÍA CIVIL	
Alumno: LEANDRO DONATI	
Escala:	Plano Nº:
1:50	29
Instalación eléctrica	