

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DEL VALOR DE CARGA DE FACHADAS
FLOTANTES EN EL DISEÑO DE EDIFICACIONES –
APLICACIÓN CÁMARA DE COMERCIO DE LIMA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JUAN PABLO QUISPE QUISPE

Lima- Perú

2014

ÍNDICE	PAG.
RESUMEN	03
LISTA DE CUADROS	04
LISTA DE TABLAS	05
LISTA DE FIGURAS	05
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	06
INTRODUCCIÓN	07
CAPÍTULO I : GENERALIDADES	08
1.1. ANTECEDENTES	08
1.1.1. Marco normativo	08
1.2. JUSTIFICACIÓN	12
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.4. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS	13
1.4.1. Objetivo principal	13
1.4.2. Objetivos específicos	13
CAPÍTULO II : DEFINICIÓN Y ANALISIS DE LOS COMPONENTES DEL VALOR DE LA CARGA DE UNA FACHADA FLOTANTE, SISTEMAS STICK Y FRAME	14
2.1. GENERALIDADES	14
2.1.1. Definiciones	14
2.1.2. Definición de carga de acuerdo a la norma E.040	19
2.1.3. Definición de cargas no incluidas en la norma E.040	20
2.1.4. Consideraciones de la carga generada por fachada flotante	20
2.2. DETERMINACIÓN DE VALOR DE CARGA	22
2.2.1. Cámara de Comercio de Lima	22
2.2.2. Edificio Elías Aguirre	27
2.2.3. Comprobación e integración de valor de carga obtenido	30
2.3. MODELAMIENTO DE APLICACIÓN DE CARGA Y OBTENCIÓN DE VALORES PROPUESTOS	32
2.3.1. Momento flector resultante	32

2.4.	ANALISIS DE COMPORTAMIENTO DEL CRISTAL COMO ELEMENTO DE UNA FACHADA FLOTANTE	34
2.4.1.	Consideraciones generales	34
2.4.2.	Verificación de esfuerzos y deformaciones por acción del viento	35
2.4.3.	Verificación de esfuerzos y deformaciones por acción de sismo	41
2.4.4.	Comparación de resultados	47
CAPITULO III	: APLICACION A PROYECTOS EN FUNCIONAMIENTO	48
3.1.	PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS FACHADAS FLOTANTES	48
3.1.1.	Fachadas flotantes con silicona estructural	48
3.1.2.	Fachadas flotantes con sujeción mecánica	56
3.1.3.	Fachadas flotantes con cruces, rotulas y tensores	59
3.2.	APLICACION A OBRAS EN ESTUDIO	63
3.2.1.	Cámara de Comercio de Lima	63
3.2.2.	Edificio Elías Aguirre	66
CAPÍTULO IV	: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
4.1.	CONCLUSIONES	68
4.2.	RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA		69
ANEXOS		70
	ANEXO 01 – ETO Cámara de Comercio de Lima	
	ANEXO 02 – Planos de arquitectura Cámara de Comercio de Lima	
	ANEXO 03 – ETO Edificio Elías Aguirre	
	ANEXO 04 – Mapa eólico del Perú	
	ANEXO 05 – Foto Fachada Cámara de Comercio de Lima	
	ANEXO 06 – Foto Fachada Edificio Elías Aguirre	

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia comienza por anotar la falta de un tratado respecto al tema de integración de valor de carga de una fachada flotante.

Se tratarán los temas desde el análisis de lo existente, como las normas peruanas y la literatura vigente, principalmente basados en la literatura comercial especializada que tienen las principales empresas del país, especializadas en la provisión e instalación de fachadas flotantes.

Se observará los procesos de instalación al detalle, también se verá los componentes de una fachada flotante, los principales sistemas en el mercado peruano y los que contemplan la norma de vidrios E.040.

Seguidamente se analizarán dos proyectos para obtener valores de carga para una fachada flotante, mediante el metrado de las cargas y las consideraciones que se deben tener para aplicar la propuesta.

Se estudiará en profundidad los dos proyectos en mención, principalmente la Ampliación de la Cámara de Comercio de Lima por tener más literatura y además ser un proyecto más complejo.

Finalmente se enunciarán las conclusiones del presente informe conjuntamente con las recomendaciones para profundizar los estudios en este campo.

LISTA DE CUADROS

1.1	Cargas vivas mínimas repartidas	9
2.1	Dimensiones máximas recomendables de fabricación	21
	Cristal insulado	
2.2	Metrado de cristal insulado 26mm	23
2.3	Metrado de perfiles de aluminio	24
2.4	Peso por anclaje	25
2.5	Metrado de cristal insulado 26mm	26
2.6	Metrado de perfiles de aluminio	26
2.7	Peso por anclaje	26
	Cristal templado	
2.8	Metrado de cristal templado 8mm	27
2.9	Metrado de perfiles de aluminio	28
2.10	Peso por anclaje	28
2.11	Metrado de cristal templado 8mm	29
2.12	Metrado de perfiles de aluminio	30
2.13	Peso por anclaje	30
2.14	Carga para fachadas con cristal insulado	30
2.15	Carga para fachadas con cristal templado	31
2.16	Carga propuesta para fachadas con cristal insulado 26mm	33
2.17	Carga propuesta para fachadas con cristal templado 8mm	33
2.18	Velocidad de viento (km/h) por cada nivel	36
2.19	Carga exterior (presión exterior) por nivel	38
2.20	Parámetros de sitio	43
2.21	Sistema resistente al corte (C_T)	43
2.22	Metrado de cargas por nivel	44
2.23	Cortantes por nivel	45
	Cámara de Comercio de Lima	
3.1	Cuadro de áreas	64
3.2	Especificaciones técnicas	64
3.3	Áreas vidriadas del proyecto	64
	Edificio Elías Aguirre	
3.4	Especificaciones técnicas	55
3.5	Áreas vidriadas del proyecto	55
	Conclusiones	
4.1	Valores de carga por tipo de cristal en fachadas flotantes	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 4 – Factores de forma (C)*	37
Tabla 5 – Factores de forma (C)	38
Tabla 9 – Valores de C_1	46

LISTA DE FIGURAS

Cristal insulado	
2.1. Área tributaria de anclaje central	21
2.2. Perfiles de marco vertical (Mullión vertical)	24
2.3. Perfiles de marco horizontal (Mullión horizontal)	24
2.4. Área tributaria de anclaje lateral	25
Cristal templado	
2.5. Área tributaria de anclaje central	27
2.6. Área tributaria de anclaje lateral	29
Detalle de anclajes	
2.7. Detalle de anclaje central	32
2.8. Detalle de anclaje lateral	32
2.9. Modelo de apoyo empotrado	33
2.10. Detalle de dimensión de cristal	35
2.11. Modelo de cristal como viga simplemente apoyada	39
2.12. Efecto de las fuerzas sísmicas sobre objetos	42
Cámara de Comercio de Lima	
3.1. Cámara de Comercio de Lima – cronograma	65
Edificio Elías Aguirre	
3.2. Edificio Elías Aguirre - cronograma	67

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

<i>ANSI</i>	American National Standards Institute
<i>ASD</i>	Allowable Strength Design
<i>ASTM</i>	<i>American Society for Testing and Materials</i>
<i>b</i>	base de viga
<i>D</i>	distancia de punto de aplicación de carga y cara externa de viga
<i>D/A</i>	densidad por unidad de área
<i>ETO</i>	Expediente Técnico de Obra
<i>F.S.</i>	Factor de seguridad
<i>LRFD</i>	Load and Resistance Factor Design
<i>M_o</i>	momento aplicado
<i>NTE</i>	Norma Técnica de Edificaciones
<i>P</i>	carga aplicada
<i>PVB</i>	Poli vinil Butiral
<i>UV</i>	Ultravioleta

INTRODUCCIÓN

Los proyectos de edificaciones más modernos en Lima emplean diferentes sistemas de cristales para el revestimiento de sus fachadas, principalmente por la estética y limpieza del acabado final del cristal y del aluminio.

El uso de estos sistemas se han generalizado en los distritos de Lima con mayor déficit de espacio y en los que se ha desarrollado el mayor crecimiento vertical en las edificaciones destinados principalmente a servicios hoteleros o edificios de oficinas, como es el caso de los distritos de San Borja, San Isidro y en proyectos de menor volumen en el resto de Lima y del Perú, están aquí comprendidos los edificios más altos del país actualmente en servicio, los que están en proceso de construcción y también los proyectados, es principalmente en estas edificaciones en donde los propietarios prefieren los diseños con acabados en cristal y aluminio.

Dentro de este contexto y ante la falta de anteriores estudios donde no se ha considerado la carga que representa una fachada flotante, con el consecuente aporte en el posterior calculo estructural de este tipo de acabado, además que al no tener estas estructuras de cristal y aluminio una función estructural sino más bien una función de tabiquería, recubrimiento y estética, debido al desarrollo de las técnicas de aislamiento acústico y térmico, que han determinado sistemas de acristalamiento cada vez más sofisticados y relativamente más pesados, es que se ha tenido a bien empezar a analizar el comportamiento de las fachadas flotantes sobre el sistema estructural empleado que puede ser de concreto armado (columnas, vigas o voladizos), o una de estructura metálica.

El presente informe se limitara a establecer el valor de integración de la carga a considerar.

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

En los alcances de los estudios hechos con motivo de este informe, en el Perú no se tiene el antecedente de algún estudio o tratado orientado a obtener el valor de carga que puede representar, de manera analítica, el montaje de una fachada flotante como acabado exterior final en una edificación, tampoco hay una propuesta de parámetro de diseño que pueda orientarse a complementar este factor en la norma E 020.

En general el aporte de la carga que transmite una fachada flotante integrada al comportamiento de la totalidad de cargas que la norma E 020 considera para una edificación tiene características particulares.

Es una carga que dentro del análisis estructural posee una componente de corte, básicamente dado por el peso propio de la estructura de la fachada y un componente torsional generado por la excentricidad del punto de aplicación de la carga con respecto a los ejes de simetría del elemento portante bajo acción de la carga de la fachada (sea aplicada la carga sobre una viga, columna, placa o voladizo) dado que este se encuentra solamente en la cara exterior del elemento estructural.

Es además, en condiciones estándar, un valor de carga aplicable solamente a los elementos estructurales de borde o perimetrales y que se pueden representar como cargas puntuales o incluso linealmente distribuidas (no se trata de cargas uniformemente repartidas por área, como están considerados los demás valores de carga en la norma E.020).

Este informe tratará de aportar el o los valores de este parámetro basados en los resultados obtenidos de los cálculos hechos a partir de los proyectos en estudio considerados.

1.1.1 Marco normativo

La norma vigente no ha considerado el aporte del valor de carga que representa en la realidad las fachadas flotantes como parámetro para el diseño estructural de los elementos portantes, si se han considerado en cambio los valores de carga viva tal y como se muestra en la tabla 1 de la N E.020.

Cuadro 1.1 cargas vivas mínimas repartidas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kg-f/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: Norma E.020

En las normas E 020 y E 040 se incide en el cristal como un material que puede representar un potencial peligro para la seguridad las personas, equipos y materiales en caso de rotura, no se enfocan en observar su comportamiento como un factor que aporta una serie de esfuerzos que deberían ser considerados en el análisis estructural.

Las normas que se tienen en consideración para la formulación de las hipótesis o desarrollo de los alcances y las conclusiones del presente informe, y sobre los que este informe tiene influencia de manera directa o indirecta son:

a) Norma E.020 cargas

Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica.

En ningún caso las cargas empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos en esta norma.

Las cargas mínimas establecidas en esta norma están dadas en condiciones de servicio.

Esta norma se complementa con la NTE E.030 Diseño Sismo resistente y con las Normas propias de diseño de los diversos materiales estructurales.

b) Norma E.030 diseño sismo resistente:

Esta norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con la filosofía del diseño sismo resistente consistente en:

- Evitar pérdidas de vidas
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en esta norma los siguientes principios para el diseño:

- La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.
La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

c) Norma E.040 vidrios

Establecer las normas de aplicación del vidrio utilizado en la construcción, a fin de proporcionar el mayor grado de seguridad para el usuario, o terceras personas que indirectamente puedan ser afectadas por fallas del material o factores externos.

Esta norma considera los diversos sistemas de acristalamiento existentes, en concordancia con el material y características de la estructura portante, (entre vanos, suspendida, fachadas flotantes, etc.), y la calidad, (primario o procesado) y dimensiones de las planchas de vidrio, según sus características; condiciones sísmicas, climatológicas y altura de la respectiva edificación, en el área geográfica de su aplicación.

d) Norma E.060 concreto armado

Esta norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, pre esforzado y simple.

e) Norma E.090 estructuras metálicas

Esta norma de diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas para edificaciones acepta los criterios del método de Factores de Carga y Resistencia (LRFD) y el método por Esfuerzos Permisibles (ASD).

Su obligatoriedad se reglamenta en esta misma Norma y su ámbito de aplicación comprende todo el territorio nacional.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Al no haberse encontrado antecedentes de un estudio de este parámetro, y en particular en el caso del Perú, y que al ser integrado este parámetro al análisis estructural se tiene como resultado un estudio complejo por las características propias de estas cargas indicadas anteriormente y las características propias de cada diseño particular, para el presente informe solamente se tratara la definición de este parámetro de diseño, en base al cual se podrán hacer los demás cálculos estructurales, usando los métodos conocidos.

Sin embargo la ausencia de un valor que considere la carga, que motiva el presente informe, es el principal objetivo de este estudio.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fachadas flotantes son aquellos sistemas en cristal y aluminio que revisten íntegramente las caras exteriores de una edificación, y que se encuentran fijados a los elementos estructurales de la edificación por medio de sistemas de anclajes metálicos y que sin embargo no forman parte de ella y su influencia sobre los esfuerzos a los que están sometidos los elementos estructurales y en base a los cuales se determinan los refuerzos, no se consideran en ninguna de las normas actualmente en el país.

En las obras de edificaciones tampoco se cuenta con parámetros de diseño normados que permitan determinar si los esfuerzos que aporta un sistema de fachada flotante, pueda representar alguna variación en los refuerzos del análisis convencional producto del aporte de la carga, y que se puede magnificar en el análisis antisísmico y puede afectar su comportamiento estructural hasta convertirlo en inseguro en el caso de la ocurrencia de sismos.

Las normas referentes al vidrio se ocupan del comportamiento de este material como factor potencialmente peligroso para las personas, materiales y equipos, en el caso de roturas y caídas obviando el aporte de la carga en el diseño de os elementos estructurales.

La gran cantidad de edificaciones, con variados diseños arquitectónicos, que poseen cálculos estructurales específicos para cada edificación, no cuentan con valores normalizados para diseñar o comprobar los refuerzos empleados en los elementos estructurales dado que este valor es inexistente en las normas, tampoco están definidas las consideraciones, restricciones o alcances para su aplicación, los mismos que son necesarios definir.

Las magnitudes de carga y todas las consideraciones propuestas para su aplicación, permitirán rediseñar los elementos portantes, sean de acero o concreto armado, bajo esta solicitud y que en casos de sismos, podrían significar el incumplimiento, de algún parámetro de diseño actual, en cuantía, refuerzo o sección de perfil según sea el caso.

1.4 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo principal

Obtener e integrar el valor de carga de la fachada flotante en el análisis estructural de una edificación estableciendo también los alcances de su aplicación.

1.4.2 Objetivos específicos

- f) Determinar el aporte de cargas de una fachada flotante, considerando tres sistemas determinados por la norma E 0.20 y estableciendo las condiciones para su aplicación basados en sistemas comerciales vigentes en el mercado nacional.
- g) Verificar el comportamiento del cristal de la fachada frente a las sollicitaciones de esfuerzos presentes en el sistema.
- h) Especificar los alcances y las limitaciones del análisis efectuado para considerar las cargas por fachada flotante.
- i) Aplicar los valores obtenidos a una edificación en uso y a una edificación en proceso de construcción con fachada flotante del tipo "frame".

CAPÍTULO II DEFINICIÓN Y ANALISIS DE LOS COMPONENTES DEL VALOR DE LA CARGA DE UNA FACHADA FLOTANTE, SISTEMAS STICK Y FRAME

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Definiciones

a) Fachadas flotantes o muros cortina

- Fachada Flotante:

Se define a una fachada flotante como una fachada integral liviana, generalmente de aluminio en la cual se insertan paneles de vidrio o placas opacas que, conjuntamente, logran cerrar exteriormente un edificio.

Estas fachadas no contribuyen a aumentar la resistencia de la estructura de la edificación sino que gravitan sobre ella.

La fachada flotante puede pasar por delante de las losas, vigas, columnas, placa o voladizos de concreto armado o de estructuras metálicas, o puede estar situada confinada entre ellas.

- Fachada Integral:

Las Fachadas Integrales son estructuras de aluminio y cristal de formas planas y curvas que permiten revestir integralmente los exteriores de una edificación.

b) Materiales empleados

- Cristal o vidrio:

El vidrio puede ser producido mediante un proceso de estirado vertical, método por el que no se puede obtener un producto que presente un acabado fino, y también puede producirse mediante un proceso de flotado horizontal que como resultado se obtiene un producto de mejor calidad, este vidrio llamado primario o crudo es la materia prima para la producción de los cristales secundarios, laminados, semi templados y templados, con el empleo de más de un cristal unido con láminas de polivinil butiral (PVB) y mediante el proceso de templado calentándolo en hornos a más de 650° C y enfriándose bruscamente respectivamente.

Ambos tipos de cristal son empleados en las fachadas flotantes y son considerados cristales de seguridad.

Para diferenciar el vidrio producido por el proceso de flotado del vidrio producido por el proceso de estirado, el primero se le llama cristal.

Los cristales insulados o doble vidriados son cristales dobles con una cámara de vacío entre los 2, pudiendo ser cristales templados o laminados, su empleo se da ante el requerimiento de mejores propiedades en cuanto a aislamiento térmico y acústico.

- Aluminio:

El aluminio es un metal no ferroso, y es el más abundante de los metales, constituyendo cerca del 8% de la corteza terrestre, sus propiedades han permitido que sea uno de los metales más utilizados en la actualidad.

Es de color blanco y es el más ligero de los metales producidos a gran escala, la alúmina, que es extraída de la bauxita y mezclada con la criolita es la fuente del aluminio. El aluminio puro es demasiado blando, debidamente aleado se obtienen resistencias comparables al acero, por lo cual es útil para toda industria, desde la construcción, decoración, minería, iluminación hasta la industria aeronáutica.

El aluminio es el único metal que proporciona dureza con bajo peso, es sumamente fácil de pulir, tenaz, dúctil y maleable, posee una gran resistencia a la corrosión y alta conductividad térmica y eléctrica, teniendo la mejor relación beneficios – costo que cualquier otro metal común.

c) Elementos componentes de la fachada flotante:

- Panel:

Elemento de cerramiento, en las fachadas de sistema STICK consiste en un marco de perfiles de aluminio al que va pegado el cristal, es una unidad en sí misma y su instalación solo depende de la retícula habilitada, en las fachadas FRAME se considera a la estructura de soporte (Mullión) conjuntamente con el cristal.

- Mullión:

Son los elementos horizontales y verticales de la estructura portante del sistema, estarán fijados a nivel de las losas mediante anclajes, existen diferentes tipos, en cuanto a forma y espesor.

La diferencia está dada por los momentos de inercia que ofrecen cada uno de ellos y la forma como se anclan a la estructura portante del edificio.

Estos elementos soportan además de su propio peso el de los elementos que se fijan a ellos y la carga de viento.

- **Cristal:**

Es el término usado para diferenciar el vidrio producido por el proceso de flotado del vidrio producido por el proceso de estirado.
 - **Silicona estructural:**

La silicona estructural es de alta resistencia, con capacidad de movimiento del orden del 12.5 %, la silicona es utilizada para retener los paneles de cristal a la estructura de la fachada integral, además debe ser lo suficientemente resistente como para transferir la carga de viento a la estructura, sin una deformación excesiva, y a la vez con suficiente flexibilidad a fin de adaptarse a la expansión térmica entre el cristal y el aluminio. Los selladores de silicona son virtualmente inalterables ante la luz UV, el frío o calor. Por lo tanto, solo las siliconas pueden garantizar una prolongada vida útil.
 - **Empaques:**

Cinta de doble contacto para uso estructural fabricada bajo las normas ASTM D-882 y ASTM D-2240.
 - **Anclajes:**

Los sistemas de anclajes están constituidos por elementos metálicos que reciben directamente la carga de del peso propio de la fachada flotantes, y los conectores que son los pernos que sirven para fijar los anclajes a la estructura de concreto armado. En el caso de tratarse de una estructura metálica, se obvian los pernos y se sueldan directamente los anclajes.
 - **Sistema cortafuego:**

Su finalidad es retrasar la propagación del calor y el humo en caso de incendio, no para evitarla. Está compuesto por lana cortafuego y sello corta humo.
- d) **Sistemas de Fachadas Flotantes**
- Las fachadas se clasifican de acuerdo a la norma N E.040 de acuerdo al tipo de sujeción de los paneles o cristales:
- **Fachada flotante con silicona estructural:**

En este tipo de acristalamiento estructural, no se requiere de ninguna fijación mecánica para sostener los cristales, el sellador estructural de silicona es colocado en los cuatro lados del cristal y de esta manera los adhiere a la estructura del marco de aluminio y esta a su vez anclada a la estructura del edificio. Dentro de esta definición definimos los 2 sistemas de fachada de acuerdo a la norma:

✓ Sistema de retícula (Stick):

En este sistema primero se fabrica en las plantas o talleres la estructura de aluminio y el módulo de cerramiento (cristal, aluminio, etc.), posteriormente se instala en obra la estructura de aluminio formando la retícula la cual recibirá el módulo de cerramiento. El sistema de instalación no es rígido pues sus módulos son independientes. El módulo de cerramiento consta de un marco de aluminio y un cristal pegado a este con silicona estructural, este panel se fija a la retícula por medio de unos clips de aluminio, la separación entre cristales se rellena con una junta de retención de 1/2" y con silicona intemperie.

✓ Sistema de módulos pre-fabricados (FRAME):

En este sistema los módulos se fabrican íntegramente en las plantas o talleres con todos sus elementos, (Mullión, ventanas estructurales, paneles y cristales), y cada módulo independiente se fija a la estructura del edificio. Este sistema permite un mejor acabado en obra, ya que es factible controlar en taller, las uniones y el sellado de las piezas, evitando de esta forma eventuales riesgos de que los paneles sean permeables al viento y al agua.

- Fachada flotante con sujeción mecánica:

Este tipo de Fachada contempla en su diseño una estructura metálica de soporte y cristales templados o laminados, fijos o móviles (ventanas estructurales) sujetos mediante la utilización de accesorios como pernos de ajuste, tuercas o tapas con sellos de vinil directamente a la perforación del vidrio.

Estos accesorios podrán ser de acero inoxidable o acero A-37 zincado y pintado con pintura anticorrosivo.

- Fachada flotante con cruces, rótulas y tensores:

Es un sistema de suspensión de vidrio templado a través de anclajes tipo «cruz» que van anclados sobre una estructura portante, a los cuales según sea el caso se les aplica una fuerza tensora para rigidizar la estructura.

Las fachadas integrales con cruces (spiders), rótulas y tensores, están diseñadas para aplicaciones de acristalamiento estructural sobre elementos metálicos de acero o tensores que permitan la estabilidad de ese tipo de instalaciones.

Este sistema estructural de fachada puede ser utilizado en forma vertical, horizontal, en planos inclinados y esféricos, utilizando por norma el cristal templado debido a las perforaciones necesarias para su instalación. Con este sistema se amplía la transparencia y proporciona mayor luminosidad natural al interior integrando la arquitectura moderna con el entorno natural.

Los conectores están fabricados en acero inoxidable de alta calidad, incorporando una rotula en línea con el eje de cristal. Esta rotula permite la flexión bajo cargas de viento, transmitiendo el stress al soporte y permitiendo el uso de paños de mayor dimensión, tanto para un solo vidrio como para doble acristalamiento.

e) Instalación de fachadas flotantes

- Instalación:

Tanto en uno como en otro sistema, la forma de montaje puede ser de avance horizontal, (cerrando plantas), o vertical, (cerrando niveles).

Sin embargo el empleo de andamios colgantes normados y la labor que representa el movilizarlos de la horizontal, es que la instalación tradicional se realiza colocando los paneles de manera vertical.

En las fachadas de sistema FRAME la instalación es secuencial, eso significa que la instalación de paneles se hace de manera ordenada, la estructura de aluminio está diseñada para engraparse con la anterior, tanto a los lados como en la vertical y en un solo sentido, de izquierda a derecha o viceversa y de abajo hacia arriba.

En el sistema STICK la instalación solamente está restringida por la habilitación de la retícula (Mullión).

En el caso de las fachadas flotantes con sujeción mecánica y las fachadas flotantes con cruces (spiders), rotulas y tensores la instalación también depende de la habilitación de la estructura de soporte, solamente restringido por condicionantes en el proceso de instalación.

- Procedimientos de gabinete:

El procedimiento para generar un proyecto de fachada flotante, así como en todos los trabajos de carpintería de aluminio y cristales, consiste en los pasos de metrado de obra y remetrado.

✓ **Metrado:**

El trabajo de gabinete se inicia con la generación de la modulación de una fachada, así como la resolución de cualquier problema geométrico derivado a partir de los planos de arquitectura del proyecto, estos valores se consideran válidos para la elaboración de presupuestos y programación de recursos.

✓ **Remetrado:**

El remetrado es la toma milimétrica de las medidas en obra, con la finalidad de considerar las imperfecciones que presentan las estructuras que se encuentran en el nivel de solaqueo, tarrajeo, revoque, enlucido o acabado, de acuerdo al tipo de proyecto y al nivel de acabado considerado por el propietario, las imperfecciones a este nivel son tales como desplomes, desalineamientos, pandeos de frisos, revirado de columnas y otros. El trabajo en aluminio y cristales permite una tolerancia en la fabricación de $\pm 3\text{mm}$, lo que influirá en el acabado final o incluso impedirá la continuidad en la instalación de las estructuras de aluminio.

2.1.2 Definición de carga de acuerdo a la norma E.040

a) **Carga :**

Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos.

b) **Carga Muerta :**

Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.

c) **Carga Viva :**

Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros equipos móviles soportados por la edificación.

Las cargas más importantes que actúan sobre una estructura son las estáticas y están definidas sobre todo de acuerdo a la finalidad de la estructura y están especificadas en las normas y reglamentaciones para reemplazarlas por cargas equivalentes, esta carga tendrá un factor de seguridad para ser aplicada a la estructura.

Las cargas especificadas en las normas son cargas convencionales que ayudan a simplificar los procedimientos en el proyecto, tomando las variaciones de las cargas de manera segura. Si algún tipo de carga no está especificado en las normas es necesario hacer los cálculos en forma exacta por medios experimentales o matemáticos para no poner en peligro la seguridad de las estructura.

2.1.3 Definición de cargas no incluidas en la norma E.040

a) Carga dinámica:

Las cargas que varían con rapidez o se aplican en forma brusca como las fuerzas de los sismos y que pueden ser muy peligrosas si no se toman en cuenta.

b) Carga térmica:

Todas las estructuras están expuestas a cambios de temperatura y varían de forma y dimensiones durante el ciclo de temperaturas diurnas y nocturnas, como en los ciclos de invierno y verano. Si no se permite que la estructura se dilate o contraiga sin problema se introducirán esfuerzos adicionales que perjudican la estructura.

c) Carga de asentamiento:

Los asentamientos irregulares de las fundaciones de un edificio pueden ceder más de una parte específica que en otras, reduciendo el apoyo de las fundaciones en ciertas áreas, perjudicando fuertemente la estructura.

2.1.4 Consideraciones de la carga generada por fachada flotante

a) Es una carga muerta, porque se trata de una carga permanente en la edificación.

b) Es una carga puntual aplicada en los elementos estructurales del perímetro de la estructura, no es una carga distribuida en la losa por m^2 y no puede ser considerada así, con excepción de los cálculos para el análisis antisísmico por el método estático para el cálculo de las cargas, al no ser una carga uniformemente distribuida. En el caso de los análisis modales espectrales se deberá considerar el verdadero comportamiento de la carga. En este informe requerimos solamente del esfuerzo de corte generado por el peso de las estructuras de aluminio y cristal.

- c) La carga generará excentricidad geométrica en la mayoría de los casos, esto se debe porque de acuerdo a la arquitectura del proyecto, en edificaciones simétricas o regulares puede haber también regularidad en la ubicación considerada por el proyecto para el caso de las fachadas flotantes, pero en proyectos irregulares en geometría por defecto se va a generar una irregularidad en las cargas producidas por la instalación de la fachada flotante.
- d) Las cargas se aplican sobre la cara lateral exterior de la viga, losa, columna, placa o voladizo de concreto armado o acero, generando un esfuerzo torsional, no se aplican sobre los elementos estructurales indicados.
- e) Las cargas se aplican sobre los anclajes y estos los transfieren a la estructura portante, en este caso para objeto de este informe, que es el del cálculo de la carga transmitida, pero no se consideraran como cargas puntuales en el modelo a usar para calcular la carga, al no haber uniformidad en el espaciamiento entre anclajes entre cada proyecto e incluso dentro de un mismo proyecto.
- f) La aplicación de las cargas en las caras laterales exteriores de los elementos estructurales de la edificación, generan esfuerzos de corte y torsión en el plano de la sección de la viga.
- g) El siguiente cuadro se indica el peso estimado de un cristal:

Cuadro 2.1 Dimensiones máximas recomendables de fabricación

Espesor (mm)	Dimensiones Máximas (mm)	Peso kg/m ²
4	1300 x 2800	10.0
5	1500 x 3000	12.5
6	2250 x 3400	15.0
8	2250 x 3400	20.0
10	2250 x 3400	25.0
12	2250 x 3400	30.0
16	2250 x 3400	40.0
19	2250 x 3400	47.5

* Fabricación bajo normas ANSI Z97.1.1984 y E CE / 324 / 43

Fuente: Folleto Templex cristales de seguridad

2.2 DETERMINACIÓN DE CARGA

Uno de los mayores problemas en cuanto a modelar un sistema de fachada, es que la geometría del mismo es muy variada, incluso en el mismo proyecto y en el mismo volumen de fachada.

La fachada debe acomodarse a la geometría de la arquitectura de la obra, y los problemas que pueden presentarse deben resolverse en gabinete.

La modulación diseñada implica la cantidad de anclajes que deben emplearse, y son estos elementos quienes transmiten las cargas hacia la estructura, y esto se hace de manera lateral.

Se determinara un valor referencial inicial de carga, en base al cálculo de los metrados de carga de las fachadas empleadas en dos proyectos realizados en Lima, la ampliación de la Cámara de Comercio de Lima en Jesús María y la fachada del edificio Elías Aguirre en Miraflores.

Las consideraciones se establecerán de acuerdo a los casos que se han presentado en los dos proyectos referenciales.

2.2.1 Cámara de Comercio de Lima:

El cristal empleado es el cristal insulado, conformado por un cristal de 8mm templado reflejante y un cristal templado incoloro de 6mm, para determinar la distancia entre anclajes a tomar para el estudio, en este caso se han tomado los ejes más críticos del proyecto, sin embargo se deberá indicar que en comparación con otros proyectos en ejecución esta medida es más representativa.

La estructura portante, de acuerdo a los ejes de los anclajes del proyecto, se encuentran indistintamente en vigas, losas, placas e incluso en estructuras metálicas en doble altura.

a) Anclaje central:

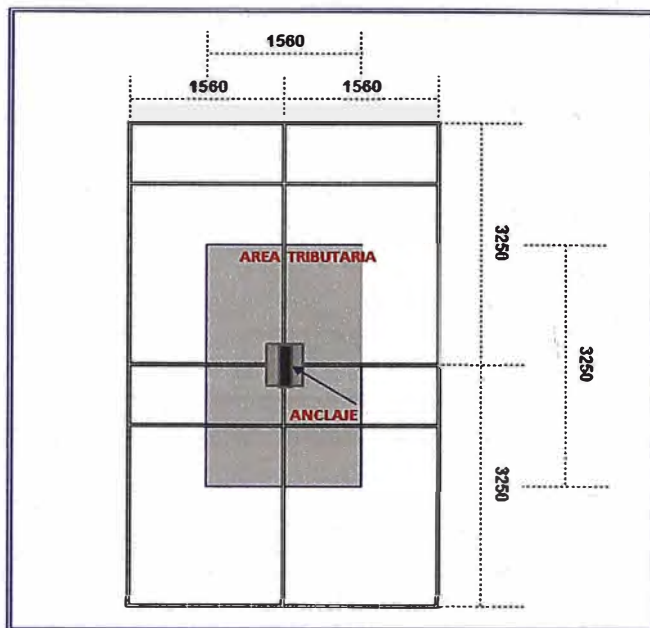


Figura 2.1 Área tributaria de anclaje central

De acuerdo al área considerada en la Fig. 2.1 obtenemos los datos para calcular el aporte de la carga debido al tipo de cristal empleado.

La densidad del cristal considerado es de 2,500 kg/m³, o 2.5 kg por cada milímetro de espesor, en un metro cuadrado.

Cuadro 2.2 Metrado de cristal insulado 26mm

TIPO	D/A(MM)	BASE	ALTURA	PESO
CRISTAL TEMPLEX REFLEJANTE 8MM	2.5	1560	3250	101.40
CRISTAL TEMPLEX INCOLORO 6MM	2.5	1560	3250	76.05
PARCIAL (KG)				177.45

Los perfiles de aluminio empleados en este sistema de fachadas son los mostrados en las figuras siguientes:



- Perfiles de marco vertical (Mullión vertical):

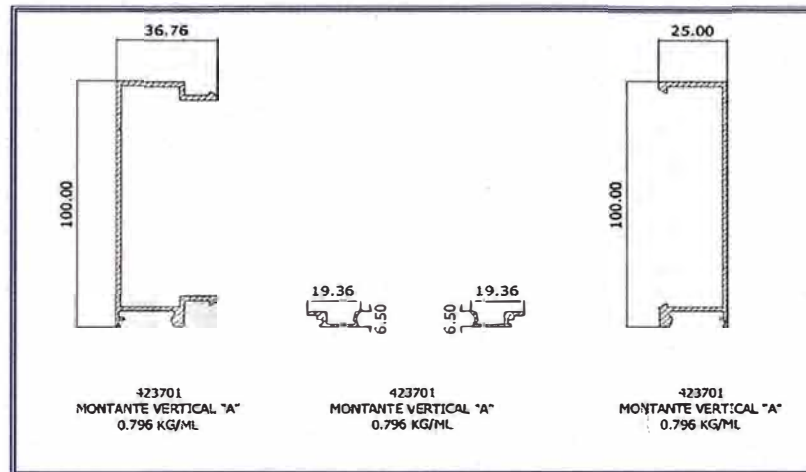


Figura 2.2 Perfiles de marco vertical (Mullión vertical)

- Perfiles de marco horizontal (Mullión horizontal):

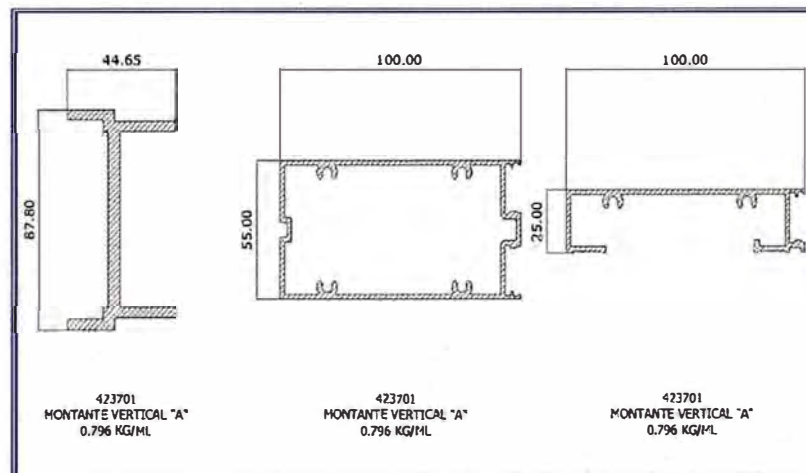


Figura 2.3 Perfiles de marco horizontal (Mullión vertical)

Estos valores los calculamos en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.3 Metrado de perfiles de aluminio

PERFIL	SERIE	D/L	LONG.	PESO
M.VERTICAL A	423701	0.796	3250	2.59
M.VERTICAL B	423702	0.949	3250	3.08
UNION ESTR.	423703	2.037	300	0.61
UNION ESTR.	423703	2.037	300	0.61
M.HORIZ.	423706	1.065	1560	1.66
M.HORIZ.	423706	1.065	1560	1.66
M.HORIZ.CENTRAL	423705	1.845	1560	2.88
INSUMOS (20% ALUMINIO)				2.62
PARCIAL (KG)				15.71

Luego se hizo el resumen del valor de carga calculado:

Cuadro 2.4 Peso por anclaje

ESTRUCTURA	15.71
CRISTAL	177.45
TOTAL (KG)	193.16
TOTAL (KG/M)	123.82

El valor de 193.16 kg es el valor de carga obtenido en el anclaje central considerado, el valor de 123.82 kg/m es el valor que se puede considerar como carga linealmente distribuida (para usarlo con el perímetro de la fachada).

Se puede considerar un valor de carga por área, para uniformizar los valores de la norma, en ese caso de deberá distribuir el valor de la carga en la sección de la viga (b).

b) Anclaje lateral:

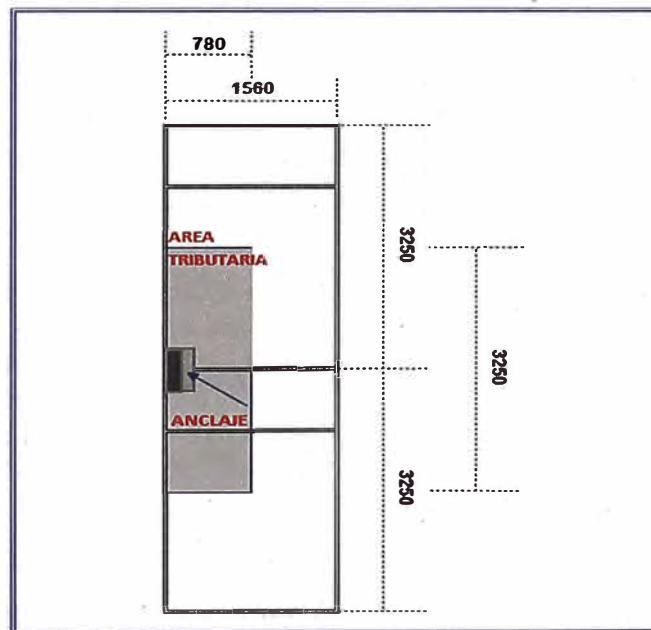


Figura 2.4 Área tributaria de anclaje lateral

De acuerdo al área considerada en la Fig. 2.4 obtenemos los datos para calcular el aporte de la carga debido al tipo de cristal empleado.

La densidad del cristal considerado es de 2,500 kg/m³, o 2.5 kg por cada milímetro de espesor, en un metro cuadrado.

Cuadro 2.6 Metrado de cristal insulado 26mm

TIPO	D/A(MM)	BASE	ALTURA	PESO
CRISTAL TEMPLEX REFLEJANTE 8MM	2.5	780	3250	50.70
CRISTAL TEMPLEX INCOLORO 6MM	2.5	780	3250	38.03
PARCIAL (KG)				88.73

Como se trata de la misma fachada, los perfiles de aluminio empleados en este sistema de fachadas son también los mismos:

Cuadro 2.5 Metrado de perfiles de aluminio

PERFIL	SERIE	D/L	LONG.	PESO
M.VERTICAL A	423701	0.796	3250	2.59
M.VERTICAL B	423702	0.949	3250	3.08
UNION ESTR.	423703	2.037	300	0.61
M.HORIZ.	423706	1.065	780	0.83
M.HORIZ.	423706	1.065	780	0.83
M.HORIZ.CENTRAL	423705	1.845	780	1.44
INSUMOS (20% ALUMINIO)				1.88
PARCIAL (KG)				11.26

Luego se hizo el resumen del valor de carga calculado:

Cuadro 2.7 Peso por anclaje

ESTRUCTURA	11.26
CRISTAL	88.73
TOTAL (KG)	99.98
TOTAL (KG/M)	128.19

El valor de 99.98 kg es el valor de carga obtenido en el anclaje central considerado, el valor de 123.19 kg/m es el valor que se puede considerar como carga linealmente distribuida (para usarlo con el perímetro de la fachada).

Se puede considerar un valor de carga por área, para uniformizar los valores de la norma, en ese caso de deberá distribuir el valor de la carga en la sección de la viga (b).

2.2.2 Edificio Elías Aguirre:

El cristal empleado es un cristal templado de 8mm templex reflejante, la estructura portante es una losa en voladizo.

a) Anclaje central:

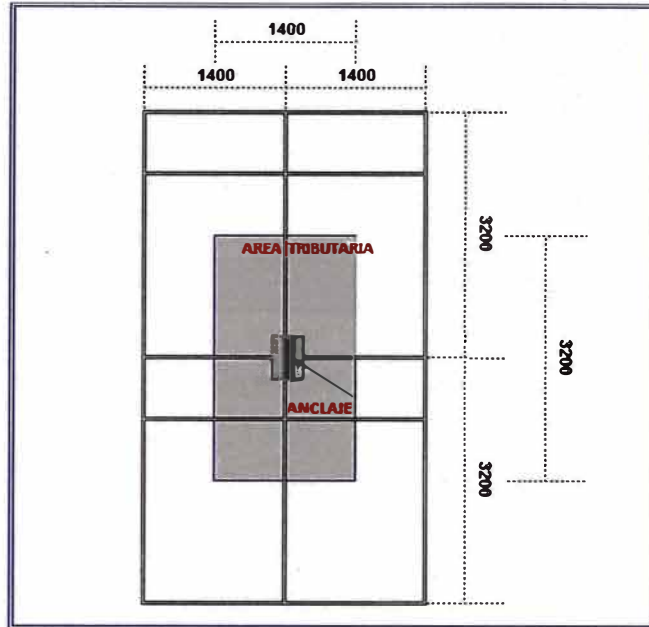


Figura 2.5 Área tributaria de anclaje central

De acuerdo al área considerada en la Fig. 2.5 obtenemos los datos para calcular el aporte de la carga debido al tipo de cristal empleado.

La densidad del cristal considerado es de $2,500 \text{ kg/m}^3$, o 2.5 kg por cada milímetro de espesor, en un metro cuadrado.

Cuadro 2.8 Metrado de cristal templado 8mm

TIPO	D/A(MM)	BASE	ALTURA	PESO
CRISTAL TEMPLEX REFLEJANTE 8MM	2.5	1400	3200	89.60
PARCIAL (KG)				89.60

Los perfiles de aluminio empleados en este sistema de fachadas son los mostrados en las figuras Fig. 2.2 y Fig. 2.3:

- Perfiles de marco vertical (Montantes verticales o Mullión vertical):

Cuadro 2.9 Metrado de perfiles de aluminio

PERFIL	SERIE	D/L	LONG.	PESO
M.VERTICAL A	423701	0.796	3200	2.55
M.VERTICAL B	423702	0.949	3200	3.04
UNION ESTR.	423703	2.037	300	0.61
UNION ESTR.	423703	2.037	300	0.61
M.HORIZ.	423706	1.065	1400	1.49
M.HORIZ.	423706	1.065	1400	1.49
M.HORIZ.CENTRAL	423705	1.845	1400	2.58
INSUMOS (20% ALUMINIO)				2.47
PARCIAL (KG)				14.85

Luego se hizo el resumen del valor de carga calculado:

Cuadro 2.10 Peso por anclaje

ESTRUCTURA	14.85
CRISTAL	89.60
TOTAL (KG)	104.45
TOTAL (KG/M)	74.60

El valor de 104.45 kg es el valor de carga obtenido en el anclaje central considerado, el valor de 74.60 kg/m es el valor que se puede considerar como carga linealmente distribuida (para usarlo con el perímetro de la fachada).

Se puede considerar un valor de carga por área, para uniformizar los valores de la norma, en ese caso de deberá distribuir el valor de la carga en la sección de la viga (b).

b) Anclaje lateral:

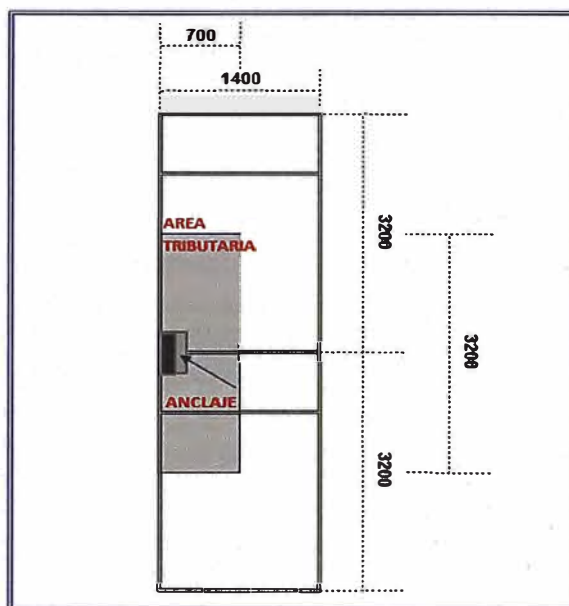


Figura 2.6 Área tributaria de anclaje lateral

De acuerdo al área considerada en la Fig. 2.6 obtenemos los datos para calcular el aporte de la carga debido al tipo de cristal empleado.

La densidad del cristal considerado es de 2,500 kg/m³, o 2.5 kg por cada milímetro de espesor, en un metro cuadrado.

Cuadro 2.11 Metrado de cristal templado 8mm

TIPO	D/A(MM)	BASE	ALTURA	PESO
CRISTAL TEMPLEX REFLEJANTE 8MM	2.5	700	3200	44.80
PARCIAL (KG)				44.80

Como se trata de la misma fachada, los perfiles de aluminio empleados en este sistema de fachadas son también los mismos:

Cuadro 2.12 Metrado de perfiles de aluminio

PERFIL	SERIE	D/L	LONG.	PESO
M.VERTICAL A	423701	0.796	3200	2.55
M.VERTICAL B	423702	0.949	3200	3.04
UNION ESTR.	423703	2.037	300	0.61
M.HORIZ.	423706	1.065	700	0.75
M.HORIZ.	423706	1.065	700	0.75
M.HORIZ.CENTRAL	423705	1.845	700	1.29
INSUMOS (20% ALUMINIO)				1.80
PARCIAL (KG)				10.77

Luego se hizo el resumen del valor de carga calculado:

Cuadro 2.13 Peso por anclaje

ESTRUCTURA	10.77
CRISTAL	44.80
TOTAL (KG)	55.57
TOTAL (KG/M)	79.39

El valor de 55.57 kg es el valor de carga obtenido en el anclaje central considerado, el valor de 79.39 kg/m es el valor que se puede considerar como carga linealmente distribuida (para usarlo con el perímetro de la fachada).

Se puede considerar un valor de carga por área, para uniformizar los valores de la norma, en ese caso de deberá distribuir el valor de la carga en la sección de la viga (b).

2.2.3 Comprobación e integración de valor de carga obtenido:

Los valores obtenidos se han resumido en los dos cuadros siguientes, considerando un factor de seguridad de 0.9.

Tenemos lo siguiente:

Cuadro 2.14 Carga para fachadas con cristal insulado

POR UBICACIÓN DE ANCLAJE	CALCULADO		F.S.	VALOR MAYORADO	
	P (KG)	P (KG/M)		P (KG-F)	P (KG-F/M)
ANCLAJE CENTRAL	193.16	123.82	0.9	214.63	137.58
ANCLAJE LATERAL	99.98	128.19	0.9	111.09	142.43

Cuadro 2.15 Carga para fachadas con cristal templado

POR UBICACIÓN DE ANCLAJE	CALCULADO		F.S.	VALOR MAYORADO	
	P (KG)	P (KG/M)		P (KG-F)	P (KG-F/M)
ANCLAJE CENTRAL	104.45	74.60	0.9	116.05	82.89
ANCLAJE LATERAL	55.57	79.39	0.9	61.75	88.21

2.3 MODELAMIENTO DE APLICACION DE CARGA Y OBTENCION DE VALORES PROPUESTOS

2.3.1 Momento flector resultante:

a) Detalle de anclaje de fachada flotante:

- Anclaje central:

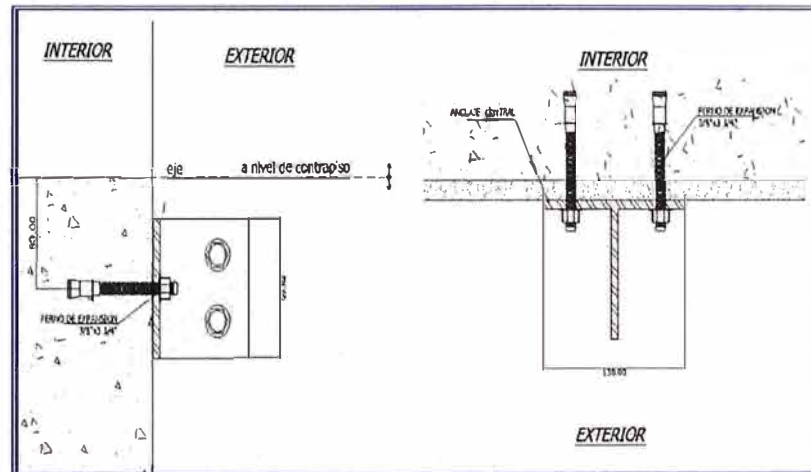


Figura 2.7 Detalle de anclaje central

- Anclaje lateral:

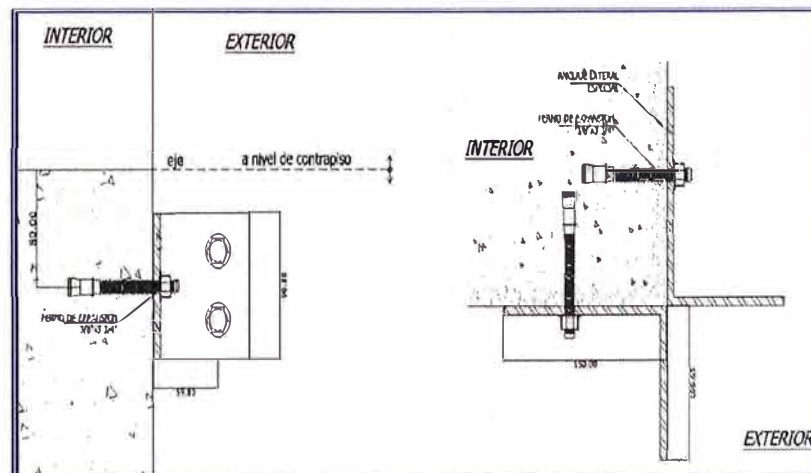


Figura 2.8 Detalle de anclaje lateral

b) Modelo considerado:

Se considerara el sistema como un elemento empotrado en uno de sus extremos, de manera similar a una viga en voladizo, pero considerando que el EI del anclaje es un valor a determinar aun, y que no está en los alcances de este informe.

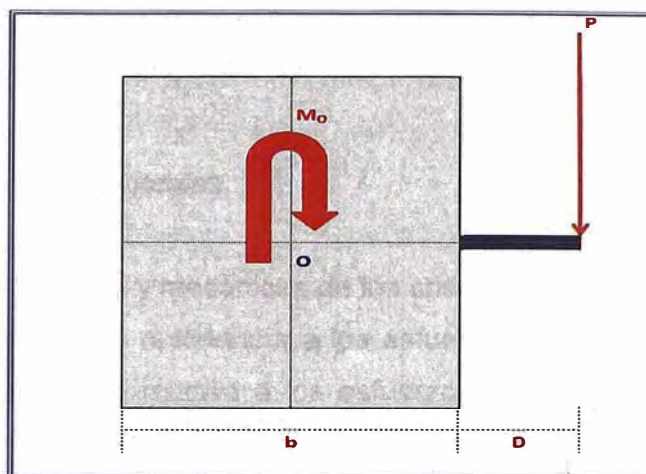


Figura 2.9 Modelo de apoyo empotrado

c) Aplicación de valores propuestos:

De acuerdo a los cuadros siguientes:

Cuadro 2.16 Carga propuesta para fachadas con cristal insulado 26mm

CAMARA DE COMERCIO DE LIMA				
UBICACIÓN	D (M)	b(M)	P(KG-F)	M _o (M-KGF)
ANCLAJE CENTRAL	0.060	0.30	193.16	40.53
ANCLAJE LATERAL	0.060	0.30	99.98	20.98

Cuadro 2.17 Carga propuesta para fachadas con cristal templado 8mm

EDIFICIO ELIAS AGUIRRE				
UBICACIÓN	D (M)	b	P(KG-F)	M _o (M-KGF)
ANCLAJE CENTRAL	0.060	0.30	104.45	21.92
ANCLAJE LATERAL	0.060	0.30	55.57	11.66

Donde M_o es el valor del momento con respecto al eje del elemento portante, y P es el valor de la carga propuesta, para cada uno de los cuatro casos considerados, expresado en unidades de fuerza (Kg-f), de acuerdo también a la norma E.020.

d) Consideraciones prácticas de resultados:

Se puede considerar adecuados los valores de carga de 200 kg-f y 100 kg-f en el caso de fachadas integrales con cristal insulado de 26mm en los casos de tratarse de anclajes centrales y laterales respectivamente.

Se puede considerar adecuados los valores de carga de 110 kg-f y 60 kg-f en el caso de fachadas integrales con cristal templado de 8mm en los casos de tratarse de anclajes centrales y laterales respectivamente.

2.4 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL ELEMENTO CRISTAL EN UNA FACHADA FLOTANTE

2.4.1 Consideraciones generales:

a) Características físicas y mecánicas de los cristales:

El cristal tiene mucha resistencia a los esfuerzos de compresión y corte pero poca resistencia relativa a los esfuerzos de tracción. Un cristal se rompe principalmente debido a los esfuerzos de tracción.

✓ Módulo de Rotura para:

Vidrios recocidos (crudos): de 350 a 550 kg/cm².

Vidrios Templados: de 1850 a 2100 kg/cm².

✓ Resistencia a la Compresión :

Aproximadamente 10.000 kg/cm² es el peso necesario para romper un cubo de vidrio de 1 cm de lado.

✓ Flecha máxima en vidrios:

1/100 para vidrios monolíticos y laminares

1/150 para vidrios aislantes

✓ Módulo de Elasticidad (módulo de Young):

$$E = 720.000 \text{ kg/cm}^2$$

Otros materiales:

Acero 2.100.000

Aluminio 700.000

Concreto 200.000

Policarbonato 21.000 - 25.000

✓ Coeficiente de Poisson:

Varía entre 0.22 a 0.23.

b) Consideraciones generales para las verificaciones de esfuerzo y deformaciones

✓ El análisis se realizara con datos obtenidos del edificio de la Cámara de Comercio de Lima, esto porque esta edificación tiene la mayor altura y los cristales con mayores dimensiones, por lo tanto recibirá mayores sollicitaciones de esfuerzos por la acción del viento y de los sismos que el edificio Elías Aguirre, ambos objeto de este estudio.

✓ Para el análisis consideramos el cristal con mayores dimensiones, en este caso los cristales del tipo #29 y #30 (fig. 2.10) de 1.95mx1.56m ubicados en el nivel 10.

- ✓ Este cristal es el que tiene mayores dimensiones, de esta manera será el que tendrá las mayores solicitaciones de presión y el mayor aporte de peso para los análisis de esfuerzos por viento y por sismo respectivamente.
- ✓ Para efecto de todo calculo, se considerara la dirección en Barlovento como la perpendicular a la fachada, asimismo la dirección del sismo se considerara en la dirección perpendicular al plano del cristal de la fachada, se omitirá el efecto en el mismo plano de la fachada, ya que el cristal tendrá una sección despreciable y una rigidez muy elevada.

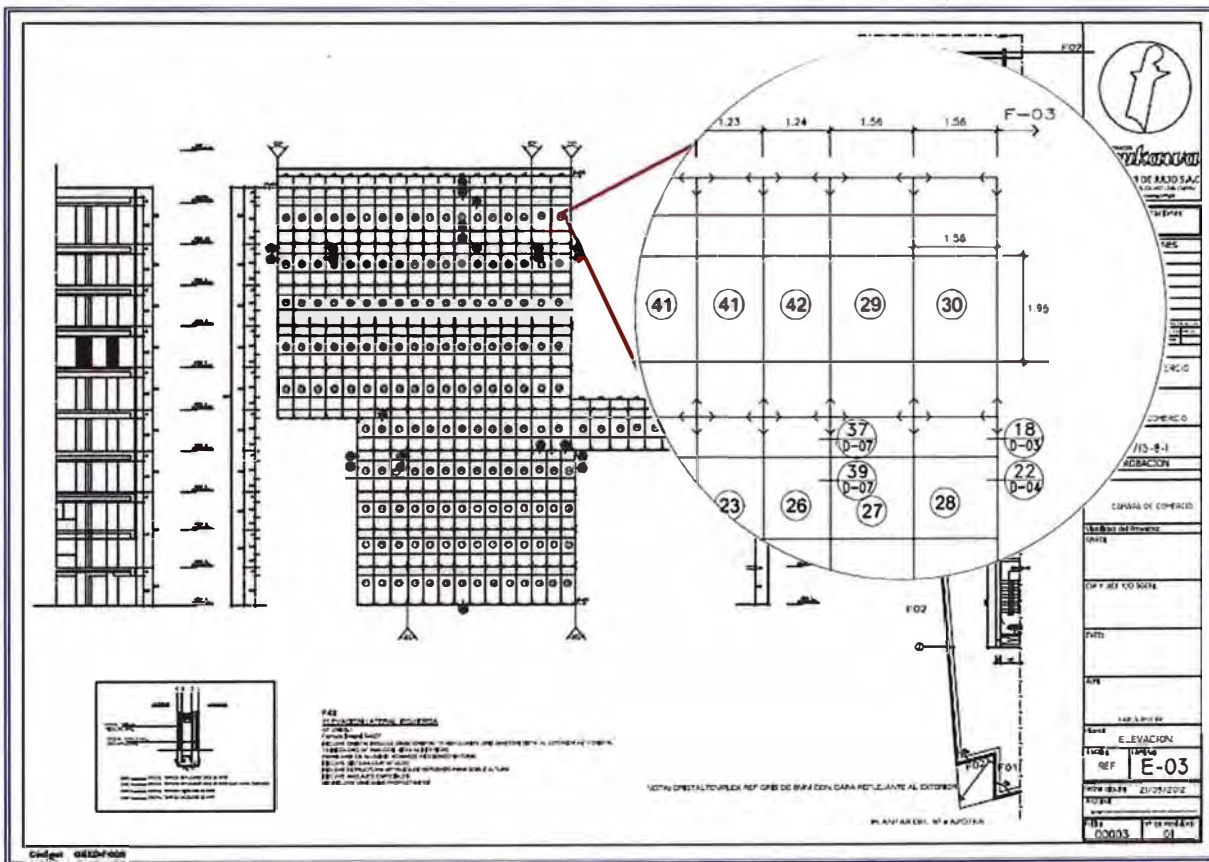


Figura 2.10 Detalle de dimensión de cristal

2.4.2 Verificación de esfuerzos y deformaciones por acción del viento

a) Consideraciones

- La estructura, los elementos de cierre y los componentes exteriores de todas las edificaciones expuestas a la acción del viento, serán diseñadas para soportar las cargas (presiones y/o succiones) exteriores e interiores ocasionados por el viento, suponiendo que este actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí.

- En la estructura la ocurrencia de presiones y/o succiones exteriores serán consideradas simultáneamente.
- b) Procedimiento de cálculo de presiones sobre el cristal
- Clasificación de la edificación:
De acuerdo con el artículo 12.2 de la norma E0.20 (Norma de cargas) del RNE se define la estructura del edificio como una estructura del tipo 2, por lo tanto se usara el factor de amplificación 1.4.
- Velocidad de diseño por cada nivel (V_h):
De acuerdo al mapa eólico de Lima (anexo 01): para una altura de 10 metros se considera:

$$V = 65 \text{ km/h.}$$

De acuerdo con la Norma de Cargas E.020-2006, la velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente ecuación:

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22}$$

V_h = velocidad de diseño en la altura h en Km/h.

V = velocidad de diseño hasta 10 metros de altura en Km/h.

h = altura sobre el terreno en metros.

Las velocidades de diseño obtenidas aparecen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.18 Velocidad de viento (km/h) por cada nivel

CAMARA DE COMERCIO DE LIMA		
NIVEL	ALTURA (M)	V_h (KM/H)
NIVEL 01	3.00	49.87
NIVEL 02	5.90	57.88
NIVEL 03	8.85	63.28
NIVEL 04	12.10	67.78
NIVEL 05	15.35	71.43
NIVEL 06	18.60	74.51
NIVEL 07	21.85	77.20
NIVEL 08	25.10	79.59
NIVEL 09	28.35	81.75
NIVEL 10	32.05	83.98

- Carga exterior de viento (C) *

En general las fachadas de las edificaciones son superficies verticales y por tratarse de edificios cerrados (con presión interior regulada de manera artificial debido a los equipos de aire acondicionado y calefacción), podemos considerar la fachada posicionada en la dirección de Barlovento.

Tabla 4 Factores de forma (C)*

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	±0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 -0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.7 -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	-0.7	-0.7

* el signo positivo indica presión y el negativo succión

Fuente: Norma E.020 RNE 2006

Sin embargo, conservadoramente asumimos que la superficie de fachada puede estar inclinada hasta 60°.

Así mismo, aceptamos que por falla de los equipos de aire acondicionado y calefacción, los elementos pueden estar solicitados simultáneamente por presión y succión.

- Carga interior de viento (C)

Para el diseño de los elementos de cierre, incluyendo sus fijaciones y anclajes, que limitan en cualquier dirección el nivel que se analiza, tales como paneles de vidrio, coberturas, alfeizares y elementos de cerramiento, se adicionara a las cargas exteriores calculadas según la tabla 4, las cargas interiores (presiones y succiones) calculadas con los factores de forma para presión interior de la tabla 5.

Tabla 5 Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre (C)

ABERTURAS		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a Barlovento	Principales en lado a sotavento o costados
±0.3	+0.8	-0.6

Fuente: Norma E.020 RNE 2006

Calculamos el factor C de acuerdo a las tablas 4 y 5:

$$C = 0.8 - (-0.6) + 0.8$$

$$C = 2.2$$

- Presiones por niveles (Ph)

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa. Se calculara mediante la expresión:

$$P_h = 0.005CV_h^2$$

P_h = presión o succión de viento a una altura h en kgf/m².

C = factor de forma adimensional indicado en la tabla 4.

V_h = velocidad de diseño a la altura h, en km/h.

De este modo obtenemos las siguientes presiones de viento (P_h) de todos los niveles de la edificación.

Cuadro 2.19 Carga exterior (presión exterior) por nivel

CAMARA DE COMERCIO DE LIMA			
NIVEL	V_h (KM/H)	P_h (KGF/M ²)	P_h (KGF/cm ²)
NIVEL 01	49.87	27.36	0.0027
NIVEL 02	57.88	36.85	0.0037
NIVEL 03	63.28	44.04	0.0044
NIVEL 04	67.78	50.54	0.0051
NIVEL 05	71.43	56.12	0.0056
NIVEL 06	74.51	61.07	0.0061
NIVEL 07	77.20	65.55	0.0066
NIVEL 08	79.59	69.67	0.0070
NIVEL 09	81.75	73.51	0.0074
NIVEL 10	83.98	77.59	0.0078

Para la verificación del cristal por viento, consideramos la presión más crítica y que ocurre en el nivel 10.

c) Verificación de esfuerzos y deformaciones admisibles

- Diagrama de deformaciones, esfuerzos cortantes y momentos flectores
- Se modelara el sistema de cargas como una viga simplemente apoyada, orientada en el sentido del eje y, se consideraran los esfuerzos y deformaciones producidos en el eje x para un ancho de $a = 1.0$ metro. La carga aplicada es uniformemente distribuida, con un valor de 77.59 kgf/m^2 .

No se tomara en cuenta el efecto de las cargas en el sentido de la gravedad (peso propio).

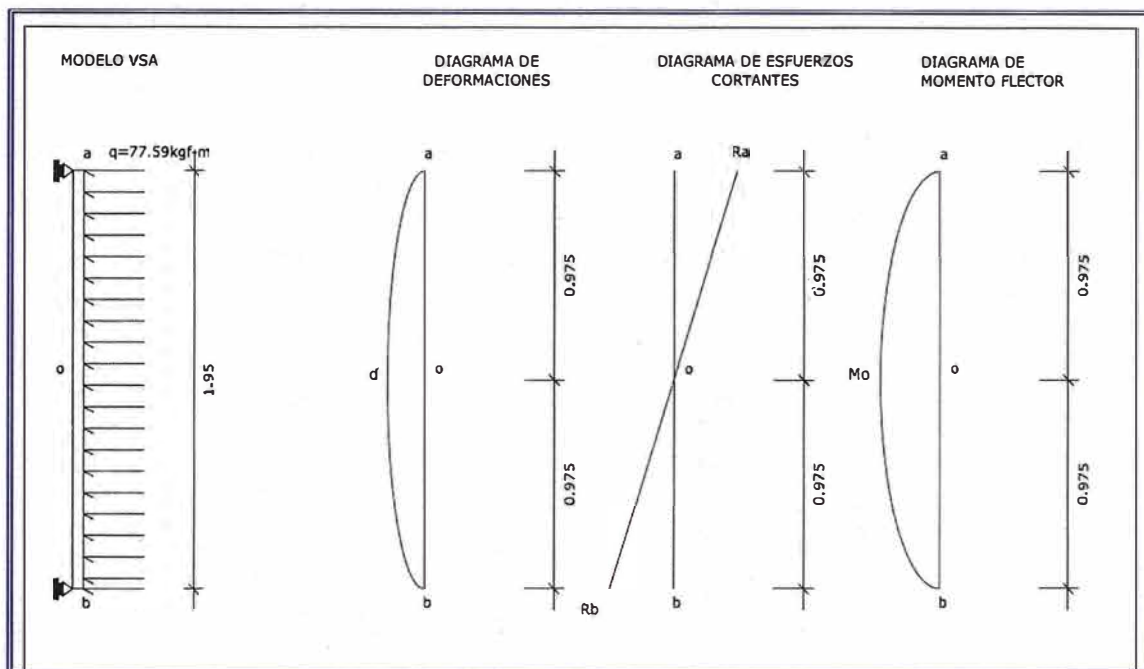


Figura 2.11 Modelo de Cristal como viga simplemente apoyada

- Calculo de deformaciones máximas en el cristal

El sistema idealizado como viga simplemente apoyada, donde los cristales están fijos a la estructura de aluminio por medio de silicona estructural que es un material flexible y que no restringe el giro ni el desplazamiento dentro del rango de 1 cm (ancho de junta de silicona entre cristal y cristal) se considerara como un apoyo simple.

Los giros están dados por la expresión:

$$\Phi_a = -\frac{qL^3}{24EI}$$

Donde:

$$E = 720,000 \text{ kg/cm}^2$$

Se considera el cristal templado de 8mm,

$$I = bh^3/12, \quad I = (156)*(0.8)^3/12$$

$$I = 6.656 \text{ cm}^4$$

Con los datos obtenidos tenemos:

$$\Phi_a = -(0.0078)*(195)^3/(24*720,000*6.656)$$

$$\Phi_a = -0.0005002 \text{ rad. En ángulos sexagesimales } \Phi_a = -0^\circ 1' 43''$$

Por simetría se cumple: $\Phi_a = \Phi_b$

La deformación máxima se cumple en el centro de luz y está dado por la expresión:

$$\delta_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI}$$

Con los datos obtenidos tenemos:

$$\delta_{\max} = 5*(0.0078)*(156)^4/(384*720,000*6.656)$$

$$\delta_{\max} = 0.01248461 \text{ cm} \quad \text{en milímetros } \delta_{\max} = 0.1248461 \text{ mm}$$

De acuerdo a la condición de deformación:

$$L / 150 = 1950/150, \quad L / 150 = 13 \text{ mm}$$

$$0.1248461 \text{ mm} < 13 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{cumple}$$

- Cálculo de esfuerzos máximos en el cristal:

El esfuerzo normal según las cargas calculadas, se determina mediante la expresión:

$$\sigma = \frac{My}{I}$$

El momento flector máximo se obtiene de la expresión:

$$M_{\max} = \frac{qL^2}{8}$$

Con los datos obtenidos tenemos:

$$M_{\max} = (0.0078) \cdot (156)^2 / 8, \quad M_{\max} = 23.7276 \text{ kgf-cm}$$

El esfuerzo máximo se obtendrá de la expresión:

$$\sigma = (23.7276) \cdot (0.4) / 6.656, \quad \sigma = 1.426 \text{ kgf/cm}^2$$

Comparamos con el valor del módulo de rotura por flexión del vidrio:

$$1.426 \text{ kgf/cm}^2 < 350 \text{ a } 550 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{cumple}$$

Se confirma que el esfuerzo es inferior al módulo de rotura por flexión.

2.4.3 Verificación de esfuerzos y deformaciones por acción de sismo

a) Verificación mediante análisis estático:

- Filosofía y principios del diseño sismo resistente

La filosofía del diseño sismo resistente consiste en:

- ✓ Evitar pérdida de vidas.
- ✓ Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- ✓ Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras.

En concordancia con tal filosofía se establecen en la norma peruana Norma E.030 diseño sismo resistente los siguientes principios para el diseño:

- ✓ La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.
- ✓ La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

- Consideraciones:

Podemos interpretar el efecto de un terremoto en las construcciones, como un movimiento brusco de sus fundaciones. Los parámetros que permiten estudiar las características de dicho movimiento y su efecto en las estructuras, son: el desplazamiento, la velocidad, la aceleración, la energía liberada, etc., todos en función del tiempo (pues es un efecto dinámico). Estos datos se obtienen del procesamiento de la información registrada por instrumental adecuado (sismógrafos, acelerógrafos, etc.).

De esta manera, en forma muy simplificada podemos interpretar el efecto del sismo en las construcciones como "una fuerza horizontal" cuyo valor se determina en función de la aceleración del terreno (intensidad sísmica), y de la masa del edificio (o sea de su peso).

Lo indicado también es válido para cualquier elemento expuesto a la acción de un sismo. Es decir que un objeto cualquiera experimentará durante un sismo, fuerzas horizontales y verticales adicionales a su propio peso, las que serán proporcionales a la masa del mismo.

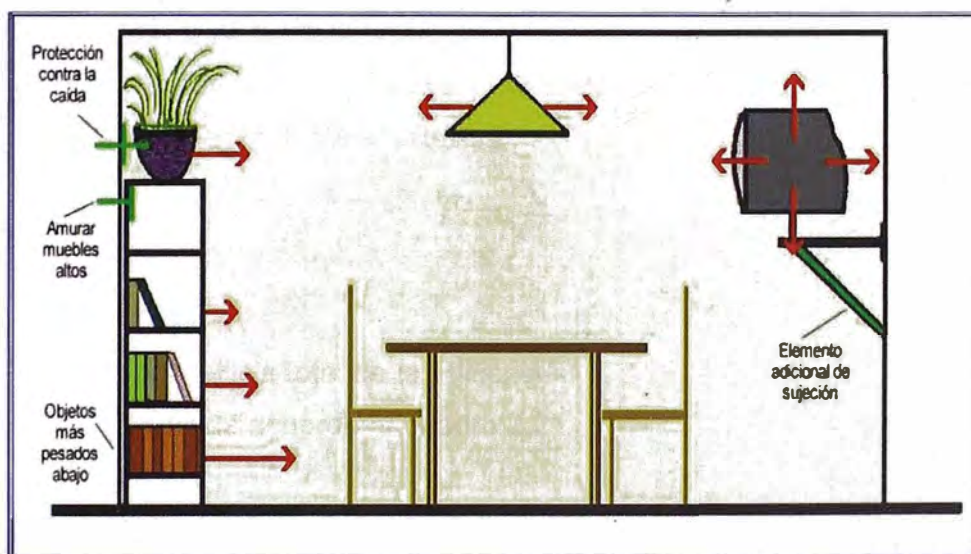


Figura 2.12 Efecto de las fuerzas sísmicas sobre objetos

- Procedimiento de cálculo:

Se empleara el método estático de análisis, se calculara el cortante en el piso 10 de la estructura para determinar la aceleración horizontal, la que se aplicara al cristal y se determinara su comportamiento unido a su fijación de aluminio.

Se determinaran los parámetros de sitio, a fin de poder conocer la amplificación de las fuerzas generadas por un sismo, usando el modelo de viga simplemente apoyada para el cristal fijo, que se usó anteriormente.

- ✓ Parámetros de sitio: se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.20 Parámetros de sitio

Ubicación	Lima	Zona 3	Z = 0.4
Uso	Oficinas	Categoría C	U = 1.0
Suelo	Intermedio	Perfil S2	S = 1.2, T _p = 0.6
R = 6	Pórticos y muros estructurales		

En el caso de la Cámara de Comercio de Lima, se trata de una edificación irregular, según se indican en los planos correspondientes (anexo 2), por lo que el valor de R será afectado por 0.75.

$$R = 6 \cdot 0.75, \quad R = 4.5$$

- ✓ Periodo fundamental:

El periodo fundamental para cada dirección, se estimara de acuerdo con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

h_n = altura total de la edificación

C_T = de acuerdo al cuadro 2.21

Cuadro 2.21 Sistema resistente al corte (C_T)

Solo pórticos	35
Pórticos, cajas de ascensores, escaleras	45
Muros de corte	60

Fuente: Norma E.030 RNE 2006

Se considerara el periodo fundamental como si estuviera en la perpendicular al plano del vidrio en la cara de la fachada, despreciando el efecto producido en los demás ejes (solo para el caso de la verificación del vidrio).

En el caso de la Cámara de Comercio de Lima, se considerara:

$$C_T = 45$$

De los valores obtenidos:

$$T = (3+2.9+2.95+3.25*6+3.7)/45, \quad T = 0.712$$

Como: $T > 0.7$ segundos

Se debe cumplir: $F_a \neq 0$

$$F_a = 0.007TV \text{ p } 0.15V$$

Se verifica: $T/T_p = 1.187$

$$\frac{T}{T_p} \leq 1$$

Se cumple:

$$C = 2.5*(T/T_p), \quad C = 2.5*(0.712/0.6), \quad C = 2.106$$

✓ **Metrado de cargas:**

Según el cuadro adjunto, se indican los metrados de carga realizados para el edificio de acuerdo con los planos en planta correspondientes (anexo 2).

Cuadro 2.22 Metrado de cargas por nivel

Nivel	h_{piso} (m)	losa (t)	vigas (t)	columnas (t)	s/c (t)	P_i (t)
10	3.70	108.03	114.24	13.08	84.40	319.74
9	3.25	108.03	114.24	24.56	84.40	331.23
8	3.25	108.03	114.24	22.97	84.40	329.64
7	3.25	108.03	114.24	22.97	84.40	329.64
6	3.25	108.03	114.24	22.97	84.40	329.64
5	3.25	108.03	114.24	22.97	84.40	329.64
4	3.25	72.21	57.97	22.97	56.42	209.57
3	2.95	72.21	57.97	21.91	56.42	208.51
2	2.90	72.21	57.97	20.68	56.42	207.27
1	3.00	72.21	57.97	31.46	56.42	218.05
Total						2812.93

Con las siguientes consideraciones:

Peso de losa aligerada: 0.32 ton/m²
 Peso de concreto armado: 2.4 ton/m³
 s/c para oficinas: 0.25 ton/m²

✓ Calculo del cortante basal:

Calculamos el cortante de acuerdo a la expresión:

$$V = \frac{ZUSC}{R} P$$

Donde:

$$V = (0.4) \cdot (1.0) \cdot (1.2) \cdot (2.106) \cdot P / 4.5$$

$$V = 0.22464 P$$

$$V = 631.897 \text{ t}$$

$$\text{Determinamos } Fa \neq 0, \quad Fa = 0.007 \cdot 0.712 \cdot 631.897, \quad Fa = 3.150 \text{ t}$$

$$V - Fa = 628.747 \text{ t}$$

Cuadro 2.23 Cortantes por nivel

Nivel	P _i (t)	h _i (m)	P _i xh _i	α	α (V-Fa)	V _i (t)
10	319.74	32.05	10247.76	0.19	125.73	125.729
9	331.23	28.35	9390.36	0.18	112.32	238.052
8	329.64	25.1	8273.94	0.16	98.97	337.021
7	329.64	21.85	7202.62	0.14	86.15	423.176
6	329.64	18.6	6131.29	0.12	73.34	496.515
5	329.64	15.35	5059.96	0.10	60.52	557.040
4	209.57	12.1	2535.79	0.05	30.33	587.372
3	208.51	8.85	1845.31	0.04	22.07	609.445
2	207.27	5.9	1222.91	0.02	14.63	624.072
1	218.05	3	654.16	0.01	7.82	631.897

$$V = 631.897 \text{ t}$$

Del cuadro 2.23 obtenemos el cortante en el piso 10, de este dato calculamos la aceleración inducida por el sismo.

De la expresión: $F = ma$

$$a = 125.55 / 319.74,$$

$$a = 0.39 \text{ m/s}^2$$

- ✓ Calculo de las solicitaciones de esfuerzo sobre el cristal

La masa del cristal está dada por la siguiente expresión:

$$m = 1.95 \cdot 1.56 \cdot 2.5 \cdot 8, \quad m = 60.84 \text{ kg},$$

$$F = 60.84 \cdot 0.46, \quad F = 27.9864 \text{ kgf/m}^2$$

b) Verificación del cristal como elemento no estructural

- Generalidades:

Se consideran como elementos no estructurales, aquellos que estando o no conectados al sistema resistente a fuerzas horizontales, su aporte a la rigidez del sistema es despreciable.

En caso que los elementos no estructurales estén aislados del sistema estructura principal, estos deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica (V) asociada a su peso (P).

- Procedimiento de cálculo:

Se empleara el método indicado en el RNE para elementos no estructurales.

- ✓ Parámetros de zona:

Consideramos los valores del parámetro de sitio los calculados anteriormente (cuadro 2.16).

$$Z = 0.4$$

$$U = 1.0$$

- ✓ Carga por elemento no estructural:

Los valores de C_1 se tomaran de la tabla siguiente:

Tabla 9 Valores de C_1

- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación en la cual la dirección de la fuerza es perpendicular a su plano. - Elementos cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	1.3
- Muros dentro de una edificación (dirección de la fuerza perpendicular a su plano)	0.9
- Cercos.	0.6
- Tanques, torres, letreros y chimeneas conectados a una parte del edificio considerando la fuerza en cualquier dirección.	0.9
- Pisos y techos que actúan como diafragmas con la dirección de las fuerza en su plano.	0.6

Fuente: Norma E.030 RNE 2006

De acuerdo a lo indicado, se tomara como valor de $C_1 = 1.3$ al considerarse que el cristal al fallar puede representar un peligro para personas u otras estructuras.

✓ **Calculo de fuerza sísmica:**

De acuerdo al capítulo VI artículo 23 de la norma E.030 del RNE calculamos el cortante de acuerdo a la expresión indicada:

$$V = ZUC_1P$$

De este modo tenemos:

$$V = 0.4 \cdot 1.0 \cdot 1.3 \cdot P, \quad V = 0.52 \cdot P$$

El valor de P calculado anteriormente:

$$m = 1.95 \cdot 1.56 \cdot 2.5 \cdot 8, \quad P = 60.84 \text{ kgf}$$

De este modo:

$$V = 0.52 \cdot 60.84, \quad V = 31.64 \text{ kgf/m}^2$$

2.4.4 Comparación de resultados

- El esfuerzo sobre el cristal generado por la acción del viento está en el orden de 77.59 kgf/m^2 .
- El esfuerzo sobre el cristal generado por la acción del sismo, calculado de acuerdo al modelo estático es de 27.99 kgf/m^2 .
- El esfuerzo sobre el cristal generado por la acción del sismo, calculado considerando al cristal como un elemento no estructural es de 31.64 kgf/m^2 .
- Los resultados obtenidos indican que las solicitaciones de esfuerzos por efecto del viento es mayor a las obtenidas de calcular los efectos de sismo.
- Se puede concluir que los efectos del sismo estarían en el orden del 10% o menos, respecto al efecto del viento.

CAPITULO III : APLICACIÓN A PROYECTOS EN FUNCIONAMIENTO

3.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS FACHADAS FLOTANTES

3.1.1 Fachadas flotantes con silicona estructural:

a) Sistema de retícula (STICK)

- Diseño

✓ Metrado:

Previo al diseño se ejecuta un metrado, el cual consiste en la toma de medidas en obra de los ejes más importantes y significativos de las edificaciones existentes. En caso no exista aún la edificación, se tomarán las medidas referenciales de las cotas y niveles a lo largo de las fachadas de los planos de arquitectura del proyecto.

✓ Del diseño:

Con los datos obtenidos en campo se efectuará en gabinete el diseño de la estructura de aluminio y los cristales con marco de aluminio a ensamblar para poder generar el expediente técnico de obra (ETO).

- Procura

✓ De la definición del cristal:

Se debe buscar la aprobación del propietario, tanto para los detalles y especificaciones del proyecto como para la aprobación propiamente dicha del expediente técnico de obra (ETO). Esto determinará en caso de ser necesario, el periodo de importación del material que no existe en el mercado peruano para su programación respectiva, llámese tipo de cristal y/o accesorio especial.

- Producción

✓ Del remetrado y/o pacto de medidas:

Antes de iniciar el remetrado se verificará en obra el estado de los vanos y sobre todo la entrega de sectores de parte del propietario, para dar inicio a la toma de medidas. Asimismo se verificará la accesibilidad a los frentes de trabajos.

Durante el remetrado se definirá las medidas horizontales, así como los plomos verticales más desfavorables, dando también las medidas referenciales de las cotas y niveles a lo largo de las fachadas.

Esto se elabora mediante el uso de flexómetros, telescopios y/o niveles ópticos para determinar los niveles y plomos a lo largo de todas las estructuras. Si las medidas son pactadas, el propietario enviará un cuadro de vano describiendo la cantidad, ubicación y tipo de vano en planos así como las medidas de los mismos en un cuadro informativo (planos de corte y elevaciones con las cotas necesarias). Esta información se plasmará en el gráfico de montaje realizado por el remetrador para iniciar la fabricación de los cristales y/o material de revestimiento.

✓ Del diseño y fabricación:

Con los datos obtenidos en campo se efectuará en gabinete el trabajo de despiece de la estructura de aluminio y de los cristales con marco de aluminios e insumos a utilizar en la fabricación de la fachada. Teniendo en consideración que las medidas del edificio sean pactadas cualquier diferencia a lo indicado en los planos y que genere un cambio o modificación será responsabilidad del propietario tanto en costo como en tiempo.

- Actividades preliminares

✓ De las instalaciones necesarias:

Se solicitará al propietario despejar las zonas que servirán de almacén y oficina de campo, proporcionando los puntos eléctricos necesarios para las instalaciones mencionadas, facilitando el correcto desempeño de sus funciones al personal durante todo el proceso de ejecución de la obra.

✓ Acopio:

En esta zona de acopio (establecida previamente por el propietario) se almacenarán los materiales procedentes de la planta para su posterior transporte horizontal y/o vertical dentro de la obra.

✓ Traslado:

Se efectuará el transporte horizontal de los materiales dentro de la obra hasta su punto de instalación correspondiente, esta acción se realizará por la ruta indicada por el propietario y respetando las áreas que no integran el área de trabajo propiamente dicha. De ser necesario se hará uso de caballetes rodantes.

Instalación

- ✓ Dimensiones y características de los elementos involucrados:
 - Brazos telescópicos metálicos 6'x4'x3/16 de 4 m. de largo.
 - Pernos de seguridad de 3/4x5 1/2' en grado 8.
 - Grilletes de 3/8 y 5/8.
 - Contrapesas de concreto de 35 kg aproximadamente por unidad.
 - Cables de acero de 8 mm de diámetro.

- ✓ Proceso de instalación:

En paralelo al acopio y traslado se realizara el armado de los andamios colgantes necesarios para la instalación propiamente dicha, los sistemas de sujeción serán trasladados hasta el último nivel o techo por la ruta indicada por el propietario.

Una vez realizadas las instalaciones respectivas de los equipos antes mencionados se procederá a la suspensión del andamio colgante el mismo que permitirá realizar la verificación de medidas, ejes y demás detalles que son proporcionados en los gráficos de montaje correspondientes a la fachada involucrada.

Después se procederá a la instalación de anclajes en las losas de la fachada mediante dos pernos de expansión de 3/8"x 3 3/4" o uno según sea un anclaje lateral o central según el detalle especificado en los planos de montaje previamente revisados.

Luego se procederá con la identificación de las estructuras de aluminio involucrados (estructura principal) respondiendo al orden de instalación establecido previamente y coordinado en el remetrado de obra y respetando el cronograma de ejecución establecido.

Luego de colocar las estructuras de aluminio en la posición requerida, se procederá a ajustarlo a los anclajes mediante pernos hexagonales de 3/8x3" 3/4".

Una vez instaladas las estructuras de aluminio, y dadas las condiciones de obra, se procederá a la instalación de las hojas de cristales con marco de aluminio mediante clips de sujeción, los que irán fijadas a la estructura principal mediante autoroscantes de 8x1" y desde el exterior.

Una vez cuadrados las hojas de cristal con marco de aluminio, se procederá finalmente al sello perimetral de los mismos.

El proceso se repite para todos los cristal con marco de aluminio en general.

- ✓ Aspectos técnicos de la instalación
 - Los anclajes que soportan la estructura de aluminio (Mullión), generalmente son instalados con pernos de expansión, para la colocación de estos pernos primero se taladra el concreto, se colocan los pernos dentro de las perforaciones y se martillean, luego se coloca el anclaje en su posición y se ajusta mediante las tuercas que tienen los pernos.
 - En el caso de que los elementos estructurales sean metálicos, el propietario deberá proporcionar las especificaciones técnicas de la estructura (espesor de plancha, tipo de material, luces, tipo de anclaje de la estructura, etc.) para poder definir las especificaciones de los trabajos (tipo de soldadura, tipo de pernos, etc.).
 - Los anclajes del sistema soportan desplomes máximos de alrededor de +/- 10mm esto previendo alguna irregularidad en el plano vertical de la instalación. Cualquier desviación a lo antes mencionado y que genere una modificación será responsabilidad y asumido por el propietario.
 - Finalmente se buscará rematar piso por piso, colocando el remate de aluminio superior e inferior, actividad que de manera ineludible se tiene que realizar de manera interior.

b) Sistema de módulos pre-fabricados (FRAME):

Diseño

- ✓ **Metrado:**

Previo al diseño se ejecuta un metrado, el cual consiste en la toma de medidas en obra de los ejes más importantes y significativos de las edificaciones existentes. En caso no exista aún la edificación, se tomarán las medidas referenciales de las cotas y niveles a lo largo de las fachadas de los planos de arquitectura del proyecto.
- ✓ **Del diseño:**

Con los datos obtenidos en campo se efectuará en gabinete el diseño de los paneles a ensamblar para poder generar el expediente técnico de obra (ETO).

Procura

- ✓ De la definición del cristal:

Se debe buscar la aprobación del propietario, tanto para los detalles y especificaciones del proyecto como para la aprobación propiamente dicha del expediente técnico de obra (ETO). Esto determinará en caso de ser necesario, el periodo de importación del material que no existe en el mercado peruano para su programación respectiva, llámese tipo de cristal y/o accesorio especial.

Producción

- ✓ Del remetrado y/o pacto de medidas:

Antes de iniciar el remetrado se verificará en obra el estado de los vanos y sobre todo la entrega de sectores de parte del propietario, para dar inicio a la toma de medidas. Asimismo se verificará la accesibilidad a los frentes de trabajos. Durante el remetrado se definirá las medidas horizontales, así como los plomos verticales más desfavorables, dando también las medidas referenciales de las cotas y niveles a lo largo de las fachadas, esto se elabora mediante el uso de flexómetros, telescopios y/o niveles ópticos para determinar los niveles y plomos a lo largo de todas las estructuras. Si las medidas son pactadas, el propietario enviará un cuadro de vano describiendo la cantidad, ubicación y tipo de vano en planos así como las medidas de los mismos en un cuadro informativo (planos de corte y elevaciones con las cotas necesarias).

Esta información se plasmará en el gráfico de montaje realizado por el remetrador para iniciar la fabricación de los cristales y/o material de revestimiento.

- ✓ Del diseño y fabricación:

Con los datos obtenidos en campo se efectuará en gabinete el trabajo de despiece de paneles e insumos a utilizar en la fabricación de los paneles de fachada y/o cualquier otro sistema de revestimiento utilizado en la obra en mención.

Teniendo en consideración que las medidas del edificio sean pactadas cualquier diferencia a lo indicado en los planos y que genere un cambio o modificación será responsabilidad del propietario tanto en costo como en tiempo.

Actividades preliminares

- ✓ De las instalaciones necesarias:
Se solicitará al propietario despejar las zonas que servirán de almacén y oficina de campo, proporcionando los puntos eléctricos necesarios para las instalaciones mencionadas, facilitando el correcto desempeño de sus funciones al personal durante todo el proceso de ejecución de la obra.
- ✓ Acopio:
En esta zona de acopio (establecida previamente por el propietario) se almacenarán los materiales procedentes de la planta para su posterior transporte horizontal y/o vertical dentro de la obra.
- ✓ Traslado:
Se efectuará el transporte horizontal de los materiales dentro de la obra hasta su punto de instalación correspondiente, esta acción se realizará por la ruta indicada por el propietario y respetando las áreas que no integran el área de trabajo propiamente dicha. De ser necesario se hará uso de caballetes rodantes.

Instalación

- ✓ Dimensiones y características de los elementos involucrados:
 - Brazos telescópicos metálicos 6'x4'x3/16 de 4 m. de largo.
 - Pernos de seguridad de 3/4x5 1/2' en grado 8.
 - Grilletes de 3/8 y 5/8.
 - Contrapesas de concreto de 35 kg aproximadamente por unidad.
 - Cables de acero de 8 mm de diámetro.
- ✓ Proceso de instalación:
En paralelo al acopio y traslado se realizará el armado de los equipos de izaje de paneles (winches), andamios colgantes y andamios modulares necesarios para la instalación propiamente dicha, los sistemas de sujeción serán trasladados hasta el último nivel existente o techo por la ruta indicada por el propietario.
Una vez realizadas las instalaciones respectivas antes mencionadas se procederá a la suspensión del andamio colgante el mismo que permitirá realizar la verificación de medidas, ejes y demás detalles que son proporcionados en los gráficos de montaje correspondiente a la fachada involucrada.

Después se procederá a la instalación de anclajes en las losas mediante el uso de pernos de expansión según sea el detalle especificado en los planos de montaje.

De encontrarse elementos metálicos como soporte, el diseño y habilitación están bajo responsabilidad del propietario, habilitados estos elementos se procederá al trazo de los anclajes para que sean instalados (definiendo si será soldado o empernado, de acuerdo a las especificaciones del proyecto).

Luego se procederá con la identificación de los paneles involucrados respondiendo al orden de instalación establecido previamente coordinado en el remetrado de obra y respetando el cronograma de ejecución establecido.

Para izar los paneles hasta su posición final en cada fachada involucrada, se hará uso de un winche eléctrico, y se tendrán las siguientes consideraciones:

- El winche será instalado en uno de los pisos superiores, quedando el motor cercano a la proyección vertical de la fachada que se esté trabajando.
- Luego de habilitar los paneles en el área asignada (esmerilado de autoroscantes) y dejarlo listo para el izamiento típico, se procederá a enganchar los grilletes en las platinas de izaje previamente instaladas en el Panel de aluminio esto nos permitirá trabajar los vientos del panel hasta su posición final.
- Para izar los paneles se contará con un operario encargado del winche (Operación de ascenso y descenso del material), dos operarios encargados de guiar el panel en la subida desde la parte inferior, utilizando sogas de 5/8". Para realizar la acción de acercar el panel a la fachada en cuestión, se contará con dos operarios quienes jalarán el panel desde el exterior del piso hasta la posición requerida.
- Dos operarios se encargaran de hacer los vientos de los paneles con dos sogas de nylon de 5/8" uno a cada extremo, esto evitara que los paneles golpeen con la fachada y puedan ser dañados.

- Luego de tener el panel en la posición requerida, se procederá a fijarlo al anclaje previamente instalado luego de esta actividad se procederá al izaje de los siguientes paneles los que serán engrampados con el panel existente o perfil de arranque según lo detallado en los planos de montaje, para lo cual se utilizará al personal que se encuentra en el andamio colgante. Una vez enganchado el panel, se irá bajando el mismo (con la ayuda de winche) hasta que el perfil vertical encaje en su posición exacta.

La secuencia de instalación será de la siguiente manera: se instalan paneles de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba (cada vez que se instale un tramo de paneles, se tendrá que mover el brazo del winche y el andamio colgante al siguiente eje a instalar).

Los pisos superiores deberán estar libres de equipos y/o instalaciones de modo tal que permita el movimiento de equipos de izaje y andamios en todo el frente de la fachada en proceso de instalación.

El proceso de armado de equipos se dará cada vez que se alcance un nivel inferior a donde se encuentran instalados con los paneles de fachada.

El desplazamiento de los equipos asume que las condiciones de obra como la malla de seguridad perimetral existente sea removida y colocada en su nueva posición, del mismo modo se indica que la malla deberá contar con protección adicional de plástico a fin de evitar caída de líquidos sobre el personal ubicado en los andamios colgantes como para los materiales propiamente dichos.

Una vez montados los paneles a los anclajes se procederá finalmente al sello perimetral de los mismos.

El proceso se repite para todos los paneles en general.

- ✓ Aspectos técnicos de la instalación:
 - Los paneles que se instalen en el edificio existente, deberán de ir anclados a elementos estructurales de concreto. Se asume que la proyección de las losas que forman los pisos y techos del edificio son portantes y de concreto. En caso se encuentren tramos en los que los parapetos y losas de concreto hayan sido reemplazados por elementos no portantes, se comunicará al propietario de modo tal que proporcione la solución del caso, se considera que el tiempo empleado para esta solución será sumado al cronograma en el frente correspondiente.

- En el caso de que los elementos estructurales sean metálicos, el propietario deberá proporcionar las especificaciones técnicas de la estructura (espesor de plancha, tipo de material, luces, tipo de anclaje de la estructura, etc.) para poder definir las especificaciones de los trabajos (tipo de soldadura, tipo de pernos, etc.).
- Los anclajes del sistema soportan desplomes máximos de alrededor de +/- 10mm esto previendo alguna irregularidad en el plano vertical de la instalación. Cualquier desviación a lo antes mencionado y que genere una modificación será responsabilidad y asumido por el propietario.
- Los anclajes que soportan a los paneles, son instalados con pernos de expansión según lo indicado en el ETO, para la colocación de estos pernos primero se taladra el concreto, se colocan los pernos dentro de las perforaciones y se martillean; luego se coloca el anclaje en su posición y se ajusta mediante las tuercas que tienen los pernos.
- Los paneles se izarán a su posición final mediante un winche donde luego son empernados a los anclajes mediante el uso de pernos hexagonales en concordancia con el Expediente Técnico de Obra.
- Finalmente se realizará la instalación de los remates de aluminio y demás en concordancia con lo detallado en el ETO, actividad que se realizará desde el interior y exterior según sea el caso.

3.1.2 Fachadas flotantes con sujeción mecánica:

En esta serie, el cristal se encuentra enmarcado en un marco de aluminio, formando un panel el cual es insertado en una estructura de aluminio previamente instalado en obra, es un sistema del modo Stick.

a) Fachadas flotantes con sujeción mecánica:

Diseño

✓ Metrado:

Previo al diseño se ejecuta un metrado, el cual consiste en la toma de medidas en obra de las estructuras portantes de concreto armado o estructura metálicos en la edificación existente.

En caso no exista aún la estructura de soporte en la edificación, se tomarán las medidas referenciales de las cotas y niveles a lo largo de las fachadas de los planos de arquitectura del proyecto.

✓ Del diseño:

Con los datos obtenidos en campo se efectuará en gabinete el diseño de los cristales a fijar para poder generar el expediente técnico de obra (ETO).

Procura

✓ De la definición del cristal:

Se debe buscar la aprobación del propietario, tanto para los detalles y especificaciones del proyecto como para la aprobación propiamente dicha del expediente técnico de obra (ETO). Esto determinará en caso de ser necesario, el periodo de importación del material que no existe en el mercado peruano para su programación respectiva, llámese tipo de cristal y/o accesorio especial.

Producción

✓ Del remetrado y/o pacto de medidas:

Antes de iniciar el remetrado se verificará en obra el estado de la estructura portante y sobre todo la entrega de sectores de parte del propietario, para dar inicio a la toma de medidas.

Asimismo se verificará la accesibilidad a los frentes de trabajos. Durante el remetrado se definirá las dimensiones de los cristales de manera exacta, y se observaran si los plomos y horizontales están correctamente, esto se elabora mediante el uso de flexómetros, telescopios y/o niveles ópticos para determinar los niveles y plomos a lo largo de todas las estructuras.

✓ Del diseño y fabricación:

Con los datos obtenidos en campo se efectuará en gabinete el trabajo de realizar los gráficos de cristales y relación de accesorios, con las medidas reales. No es recomendable el pacto de medidas, por cuanto el trabajo en las estructuras de soporte (normalmente metálicas) tiene mayores tolerancias que las de cristales.

Actividades preliminares

✓ De las instalaciones necesarias:

Se solicitará al propietario despejar las zonas que servirán de almacén y oficina de campo, proporcionando los puntos eléctricos necesarios para las instalaciones mencionadas, facilitando el correcto desempeño de sus funciones al personal durante todo el proceso de ejecución de la obra.

✓ Acopio:

En esta zona de acopio (establecida previamente por el propietario) se almacenarán los materiales procedentes de la planta para su posterior transporte horizontal y/o vertical dentro de la obra.

✓ Traslado:

Se efectuará el transporte horizontal de los materiales dentro de la obra hasta su punto de instalación correspondiente, esta acción se realizará por la ruta indicada por el propietario y respetando las áreas que no integran el área de trabajo propiamente dicha. De ser necesario se hará uso de caballetes rodantes.

Instalación

✓ Dimensiones y características de los elementos involucrados

- Brazos telescópicos metálicos 6'x4'x3/16 de 4 m. de largo.
- Pernos de seguridad de 3/4x5 1/2' en grado 8.
- Grilletes de 3/8 y 5/8.
- Contrapesas de concreto de 35 kg aproximadamente por unidad.
- Cables de acero de 8 mm de diámetro.

✓ Proceso de instalación:

En paralelo al acopio y traslado se realizará el armado de los equipos de izaje de paneles (winches), andamios colgantes y andamios modulares necesarios para la instalación propiamente dicha, los sistemas de sujeción serán trasladados hasta el último nivel existente o techo por la ruta indicada por el propietario.

Una vez realizadas las instalaciones respectivas antes mencionadas se procederá a la suspensión del andamio colgante el mismo que permitirá realizar la verificación de medidas, ejes y demás detalles que son proporcionados en los gráficos de montaje correspondiente a la fachada involucrada.

Después se procederá a la instalación de anclajes en las losas mediante el uso de pernos de expansión según sea el detalle especificado en los planos de montaje.

De encontrarse elementos metálicos como soporte, el diseño y habilitación están bajo responsabilidad del propietario, habilitados estos elementos se procederá al trazo de los anclajes para que sean instalados (definiendo si será soldado o empernado, de acuerdo a las especificaciones del proyecto).

Luego se procederá con la identificación de los cristales con marco de aluminio involucrados respondiendo al orden de instalación establecido previamente coordinado en el remetrado de obra y respetando el cronograma de ejecución establecido .colocándolos en el marco de la estructura metálica principal.

El proceso se repite para todos los cristales con marco de aluminio en general.

- ✓ Aspectos técnicos de la instalación
 - Se buscará rematar piso por piso, colocando el remate de aluminio superior e inferior, actividad que de manera ineludible se tiene que realizar de manera interior.
 - La secuencia de instalación solo está restringida por la disponibilidad de cristales, equipos de izaje (andamios) y habilitación de estructura metálica.

4.1.1. Fachadas flotantes con cruces, rotulas y tensores

Las fachadas con cruces (spider), rotulas y tensores están diseñadas para aplicaciones de acristalamiento estructural sobre elementos metálicos de acero o tensores que permiten la estabilidad de ese tipo de instalaciones.

a) Fachadas flotantes con cruces, rotulas y tensores

Diseño

- ✓ **Metrado:**

Previo al diseño se ejecuta un metrado, el cual consiste en la toma de medidas en obra de las estructuras portantes de concreto armado o estructura metálicos en la edificación existente.

En caso no exista aún la estructura de soporte en la edificación, se tomarán las medidas referenciales de las cotas y niveles a lo largo de las fachadas de los planos de arquitectura del proyecto.

✓ Del diseño:

Con los datos obtenidos en campo se efectuará en gabinete el diseño de los cristales a fijar para poder generar el expediente técnico de obra (ETO).

Procura

✓ De la definición del cristal:

Se debe buscar la aprobación del propietario, tanto para los detalles y especificaciones del proyecto como para la aprobación propiamente dicha del expediente técnico de obra (ETO).

Esto determinará en caso de ser necesario, el periodo de importación del material que no existe en el mercado peruano para su programación respectiva, llámese tipo de cristal y/o accesorio especial.

Producción

✓ Del remetrado y/o pacto de medidas:

Antes de iniciar el remetrado se verificará en obra el estado de la estructura portante y sobre todo la entrega de sectores de parte del propietario, para dar inicio a la toma de medidas. Asimismo se verificará la accesibilidad a los frentes de trabajos.

Durante el remetrado se definirá las dimensiones de los cristales de manera exacta, y se observaran si los plomos y horizontales están correctamente, esto se elabora mediante el uso de flexómetros, telescopios y/o niveles ópticos para determinar los niveles y plomos a lo largo de todas las estructuras.

✓ Del diseño y fabricación:

Con los datos obtenidos en campo se efectuará en gabinete el trabajo de realizar los gráficos de cristales y relación de accesorios, con las medidas reales. No es recomendable el pacto de medidas, por cuanto el trabajo en las estructuras de soporte (normalmente metálicas) tiene mayores tolerancias que las de cristales.

Actividades preliminares

- ✓ De las instalaciones necesarias:
Se solicitará al propietario despejar las zonas que servirán de almacén y oficina de campo, proporcionando los puntos eléctricos necesarios para las instalaciones mencionadas, facilitando el correcto desempeño de sus funciones al personal durante todo el proceso de ejecución de la obra.
- ✓ Acopio:
En esta zona de acopio (establecida previamente por el propietario) se almacenarán los materiales procedentes de la planta para su posterior transporte horizontal y/o vertical dentro de la obra.
- ✓ Traslado:
Se efectuará el transporte horizontal de los materiales dentro de la obra hasta su punto de instalación correspondiente, esta acción se realizará por la ruta indicada por el propietario y respetando las áreas que no integran el área de trabajo propiamente dicha. De ser necesario se hará uso de caballetes rodantes.

Instalación

- ✓ Dimensiones y características de los elementos involucrados:
 - Brazos telescópicos metálicos 6'x4'x3/16 de 4 m. de largo.
 - Pernos de seguridad de 3/4x5 1/2' en grado 8.
 - Grilletes de 3/8 y 5/8.
 - Contrapesas de concreto de 35 kg aproximadamente por unidad.
 - Cables de acero de 8 mm de diámetro.
- ✓ Proceso de instalación:
Se identificará la zona a trabajar según lo indicado en el ETO de obra, en simultáneo se hará el armado de los andamios acrow tubulares necesarios para lograr la altura existente del vano.
Una vez realizadas las instalaciones respectivas antes mencionadas se procederá a la verificación de medidas, ejes y demás detalles que se muestran en el ETO.
Luego se procederá a la instalación de las placas de fijación de acuerdo a lo indicado en el ETO en paralelo se irán identificando las columnas metálicas que corresponden según diseño para la posterior fijación mediante uso de soldadura.

Con las columnas ya fijadas en su posición se procederá a la instalación de los spiders correspondientes según lo especificado en los detalles del ETO.

La secuencia de instalación de cristales seguirá a la instalación de estructura metálica de modo tal que se pueda optimizar el trabajo y no se ponga en riesgo el cristal, para el manipuleo de los cristales grandes se hará uso de ventosas especiales a fin de evitar deslizamientos.

Una vez colocados los cristales en su ubicación y asegurados a los spiders ya instalados, se procederá al sellado de las juntas existentes entre los mismos.

Finalmente se realizará la limpieza y el retiro de todo el material generado como desperdicio de la actividad antes mencionada.

3.2 APLICACION A OBRAS EN ESTUDIO

3.2.1 Cámara de Comercio de Lima

a) Datos generales de la Cámara de Comercio de Lima:

De acuerdo a su propia definición, la Cámara de Comercio de Lima, fundada en 1888, es una asociación civil sin fines de lucro con representatividad nacional e internacional. Agrupa a personas naturales y jurídicas dedicadas al comercio, la producción y los servicios.

Para este fin promueve la libre empresa y el mercado, coopera con el estado para que las normas dictadas por el favorezcan la economía nacional, además promueve las buenas relaciones entre todas las organizaciones representativas de la actividad empresarial, también concilia intereses y promueve actividades académicas referentes a la actividad empresarial.

b) Proyecto de ampliación de sede institucional Cámara de Comercio de Lima:

La sede principal de la Cámara de Comercio de Lima (CCL) se encuentra ubicada en la av. Giuseppe Garibaldi (antes Gregorio Escobedo) N° 396, Jesús María.

Se adquirió por parte de la CCL el inmueble ubicado en el cruce de las av. Giuseppe Garibaldi con la av. Huiracocha a fin de proceder con la ampliación de su sede institucional, a partir de julio del 2012 se inició la demolición de la vivienda existente para la construcción de un edificio de 10 niveles con 2 niveles de sótano para estacionamientos. Se contrató los servicios de la empresa JE Contratistas Generales para la ejecución y gerencia de las partidas de estructuras y acabados y a la empresa Furukawa para el montaje del muro cortina (Fachada Integral, serie S-4237 sistema frame con cristal insulado reflejante exterior).

Los trabajos de montaje se inician en octubre del 2012.

c) Especificaciones técnicas del proyecto: Ampliación de sede institucional Cámara de Comercio de Lima

Ampliación de Cámara de Comercio de Lima:

El proyecto considero el siguiente cuadro de áreas, aprobado por la municipalidad de Jesús María:

Cuadro 3.1 Cuadro de áreas

Área	Peso kg/m ²
A.C. TOTAL	9624.85 m ²
AREA DEL TERRENO	1982.83 m ²
AREA LIBRE	325.00 m ²
AREA OCUPADA	1657.83 m ²

- Especificaciones técnicas de la fachada flotante:

La fachada integral a instalarse es de las siguientes características:

Cuadro 3.2 Especificaciones técnicas

Serie comercial	S-4237
Cristal insulado de 26mm	Cristal templado reflejante gris de 8mm con vista al exterior + media pulgada de cámara de vacío + cristal templado incoloro de 6mm con vista al exterior.
Cristal templado de 8mm	Cristal templado reflejante gris de 8mm con vista al exterior.
Estructura	Perfilaría de aluminio con acabado anodizado en color natural.
Sistema de fijación	Anclajes de 6mm, con ojo chino de 1", con 2 tipos, anclaje centra en forma de "T" y anclaje lateral en forma de "L".
Sistemas adicionales	sistema cortafuego en áreas de no visión, consistente en una plancha de yeso o aluminio, relleno con lana mineral y sello cortafuego

- Organización del expediente técnico de obra y de los frentes de trabajo del proyecto de fachada flotante:

El proyecto se subdivide en 4 fachadas con el prefijo F para identificarlas como fachada y un número para identificarla por la ubicación de la misma y de los materiales empleados en el sistema (ver anexo 01).

Cuadro 3.3 Áreas vidriadas del proyecto

F-01	S-4237 con cristal insulado en la fachada que da a la av. Giuseppe Garibaldi, consistente en 224 paneles con 876.94 m ² .
F-02	S-4237 con cristal insulado en la fachada que da a la av. Huiracocha, consistente en 168 paneles con 710.71 m ² .
F-03	S-4237 con cristal templado en la fachada que da al ingreso principal de la antigua sede de la Cámara de Comercio de Lima, consistente en 46 paneles con 183.38m ² .
F-04	S-4237 con cristal templado en la fachada que da al ingreso del estacionamiento de la antigua sede de la Cámara de Comercio de Lima, consistente en 24 paneles con 87.12 m ² .

Para reducir los plazos de instalación, el procedimiento se inició con el sistema “fast track” iniciando la instalación al reapuntalamiento de la losa del piso 6, y habilitándose la instalación de fachada hasta el piso 4.

El sistema “fast track” consiste en la instalación de las fachadas por etapas, se emplea en edificaciones de gran altura (por lo menos 10 pisos) se inicia la instalación con el reapuntalamiento de las losas y vigas aproximadamente a la mitad del total de pisos que indica el proyecto, o una cantidad adecuada de acuerdo al tipo de obra, se debe considerar la protección de los pisos donde se realizaran los trabajos por medio de mallas o rejillas de seguridad, además la protección de los elementos de cristal y aluminio, lo cuales se pueden dañar cuando están en contacto con el concreto fresco (se “quema” el cristal y el aluminio).

En una segunda etapa se procedió con la instalación desde el piso 5 al piso 10.

- Cronograma de obra:

Se adjunta un resumen de cronograma con las partidas más importantes de obra.

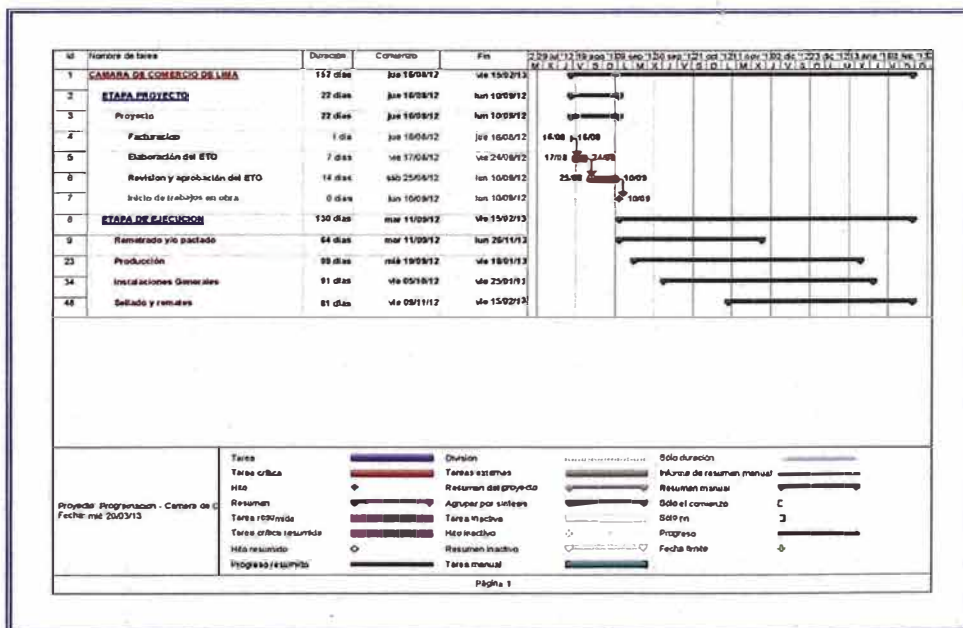


Figura 3.1 Cámara de Comercio de Lima - cronograma

3.2.2 Edificio Elías Aguirre

a) Datos generales del Edificio Elías Aguirre

El edificio Elías Aguirre es una edificación actualmente en servicio, la instalación se hizo mediante el sistema convencional, ya que el edificio estaba terminado a nivel de casco cuando se inició el montaje de la fachada.

- Especificaciones técnicas de la fachada flotante:

La fachada integral a instalarse es de las siguientes características:

Cuadro 3.4 Especificaciones técnicas

Serie comercial	S-4237
Cristal templado de 8mm	Cristal templado reflejante gris de 8mm con vista al exterior.
Estructura	Perfilaría de aluminio con acabado anodizado en color natural.
Sistema de fijación	Anclajes de 6mm, con ojo chino de 1", con 2 tipos, anclaje centra en forma de "T" y anclaje lateral en forma de "L".
Sistemas adicionales	sistema cortafuego en áreas de no visión, consistente en una plancha de yeso o aluminio, relleno con lana mineral y sello cortafuego

- Organización del expediente técnico de obra y de los frentes de trabajo del proyecto de fachada flotante:

El proyecto consiste en una fachada principal, con recubrimiento de PAC (panel de aluminio compuesto), el mismo que no será parte de este análisis debido a que es un recubrimiento muy ligero por lo que no tiene incidencia en el análisis estructural (ver anexo 03).

Cuadro 3.5 Áreas vidriadas del proyecto

F-01	S-4237 con cristal templado en la fachada que da a la av. Elías Aguirre, consistente en 56 paneles con 168.07 m ² .
------	--

- Cronograma de obra:
Se adjunta un resumen de cronograma con las partidas más importantes de obra.

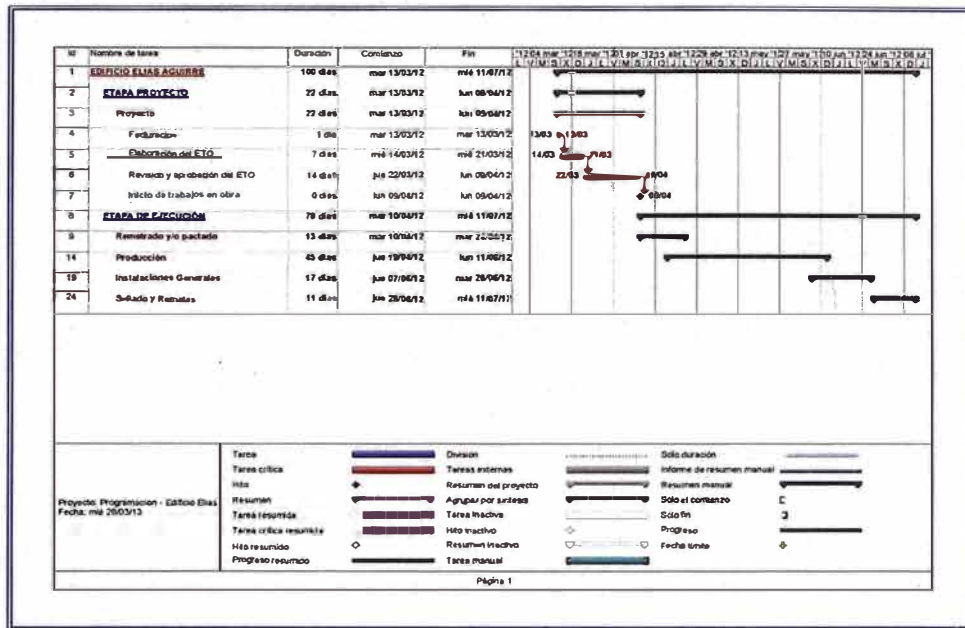


Figura 3.2 Edificio Elías Aguirre - cronograma

CAPÍTULO IV : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Los valores de carga propuestos de acuerdo a los cálculos del presente informe se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.1 Valores de carga por tipo de cristal en fachadas flotantes

TIPO DE CRISTAL	ANCLAJE	
	CENTRAL	LATERAL
CON CRISTAL INSULADO 26MM	200.0 kg-f	100.0 kg-f
CON CRISTAL TEMPLADO 8MM	110.0 kg-f	60.0 kg-f

2. El factor más importante en el aporte de carga, en los sistemas de fachadas flotantes es el cristal empleado, desde ese conocimiento se puede concluir que los valores obtenidos son muy pequeños y por lo tanto no influye en el diseño de las vigas.
3. Los valores de carga de las fachadas flotantes son mayores cuando se usan cristales insulados, los valores para las fachadas que emplean cristales templados (un cristal) son más bien menores, del mismo modo los momentos obtenidos son mayores cuando se emplean cristales insulados que cuando se emplean cristales templados.
4. Los perfiles de aluminio, empleados para los marcos y montantes, aportan solo una pequeña parte de la carga total obtenida en el uso de las fachadas flotantes.
5. Concluimos que los esfuerzos y deformaciones generadas por vientos y sismo en el Perú sobre los cristales, son significativamente menores que los esfuerzos máximos de tracción, compresión y flecha de deformación de los cristales considerados.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Se debe hacer los análisis antisísmicos considerando estas cargas, donde pueden generarse importantes momentos adicionales en vigas y columnas sobre la estructura.
2. Se debe evaluar la influencia del momento generado en la sección del elemento portante, ocasionado por la fachada flotante.
3. Los sistemas de fachadas vienen comúnmente acompañadas por recubrimientos con paneles de aluminio compuesto (PAC) mucho más livianos, se debe hacer la verificación de su aporte marginal, para complementar el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Corporación Furukawa, Fachada Integral PFK – Serie 4230 Línea Módica.
Corporación Furukawa, Fachada Integral PFK – Serie 4231 Línea Módica.
Corporación Furukawa, Templex Cristales de seguridad.
Gere-Timoshenko, Mecánica de Materiales, 2° edición.
Megabyte SAC grupo editorial, Reglamento Nacional de Edificaciones 2012, 4° edición 2012.
Jack C. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero, 2° edición.
Walter Rodríguez Castillejo, Gerencia de Construcción y del Tiempo, 1° edición julio 2006.
Manual del vidrio plano Ing. Carlos Pearson CAVIPLAN – Cámara del vidrio plano y sus manufacturas de la República Argentina. Edición/diseño TOD Producciones S.A.

ANEXOS

ANEXO 01

**EXPEDIENTE TECNICO DE OBRA:
CÁMARA DE COMERCIO DE LIMA**



CORPORACION
furukawa

VIDRIERIA 28 DE JULIO S.A.C.
AV. PASEO DE LA REPUBLICA 1427 LIMA 13-PERU
Pág. web: www.furukawa.com.pe

Ventas de Edificaciones
Integrales

OBSERVACIONES

PROGRAMACION

REMETRADO	PRODUCCION	INSTALACION
INICIO	INICIO	CAMARA DE COMERCIO
FINAL	FINAL	FINAL

DATOS

Cliente:
CAMARA DE COMERCIO
DE LIMA

Obra:
CAMARA DE COMERCIO

Nº Presupuesto:
2120715-8-1

APROBACION

Cliente:
CAMARA DE COMERCIO

Viabilidad del Proyecto:
GNED:

CIP Y JICE Y/O SGCE:

EVEI:

AIP:

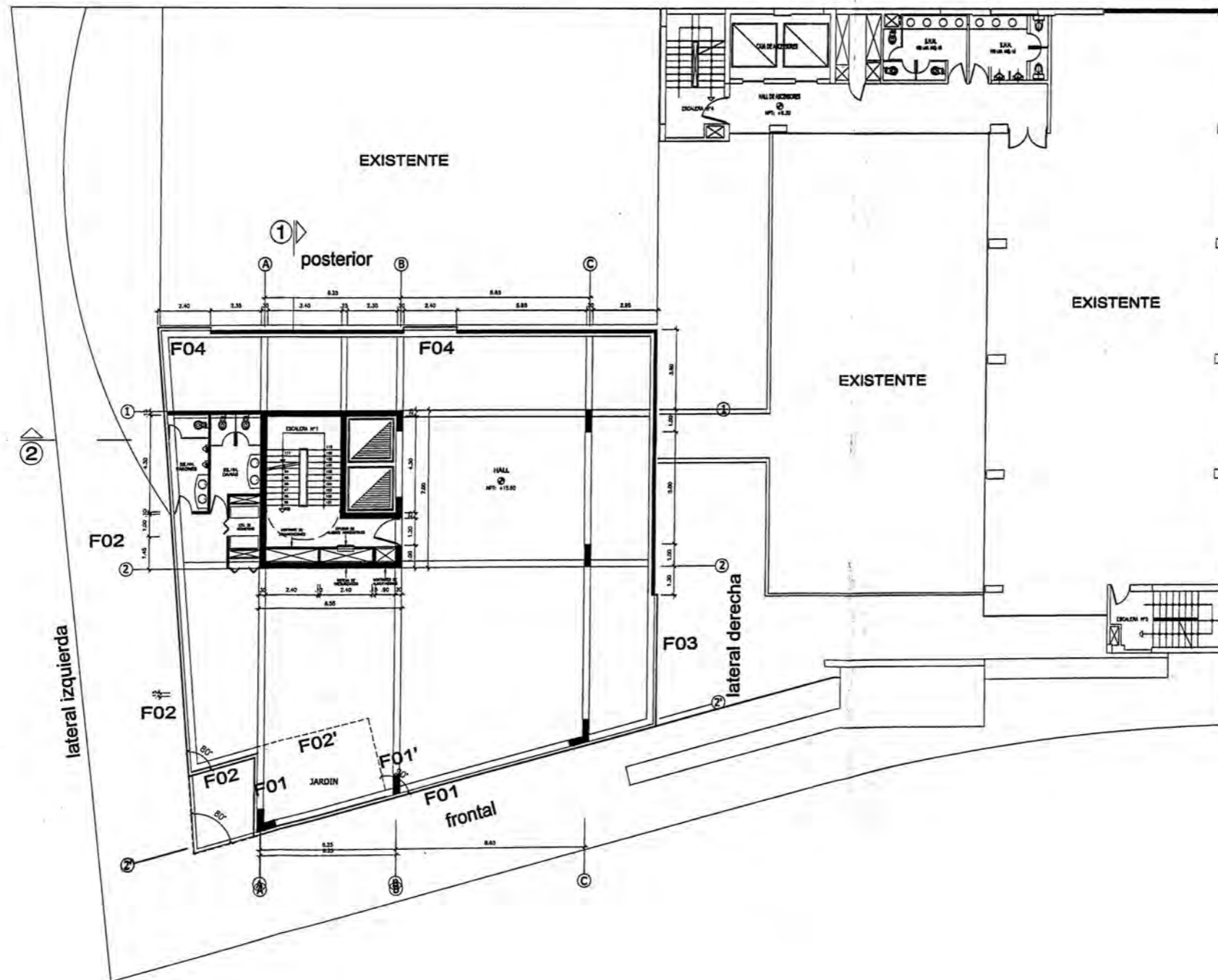
KARLA RIVERA
Plano:
ELEVACION

Escala: REF Lámina: E-01

Fecha dibujo: 21/08/2012

Archivo:

Folio: 00001 Nº de Revisión: 01





CORPORACION
furukawa

VIDRIERIA 28 DE JULIO S.A.C.
AV. PASO DE LA REPUBLICA 1427 LIMA 13-PERU
Pág. web: www.furukawa.com.pe

Ventas de Edificaciones
Integrales

OBSERVACIONES

PROGRAMACION

REMETRADO	PRODUCCION	INSTALACION
INICIO	INICIO	CAMARA DE COMERCIO
FINAL	FINAL	FINAL

DATOS

Cliente:
CAMARA DE COMERCIO DE LIMA

Obra:
CAMARA DE COMERCIO

Nº Presupuesto:
2120715-8-1

APROBACION

Cliente:
CAMARA DE COMERCIO

Viabilidad del Proyecto:

GNEP:

CIP Y JICE Y/O SGCE:

EVEI:

AIP:

KARLA RIVERA

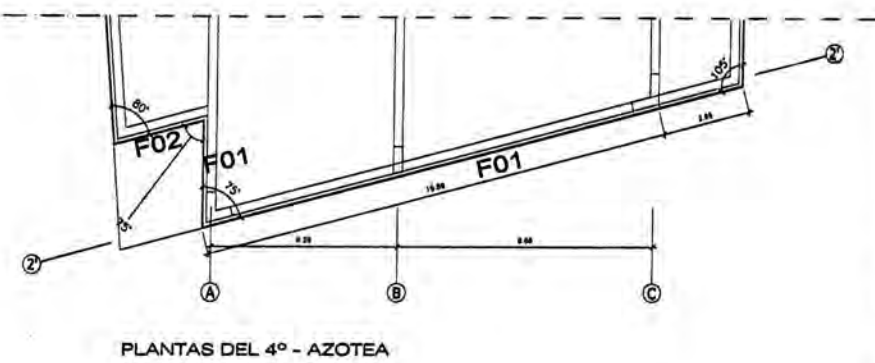
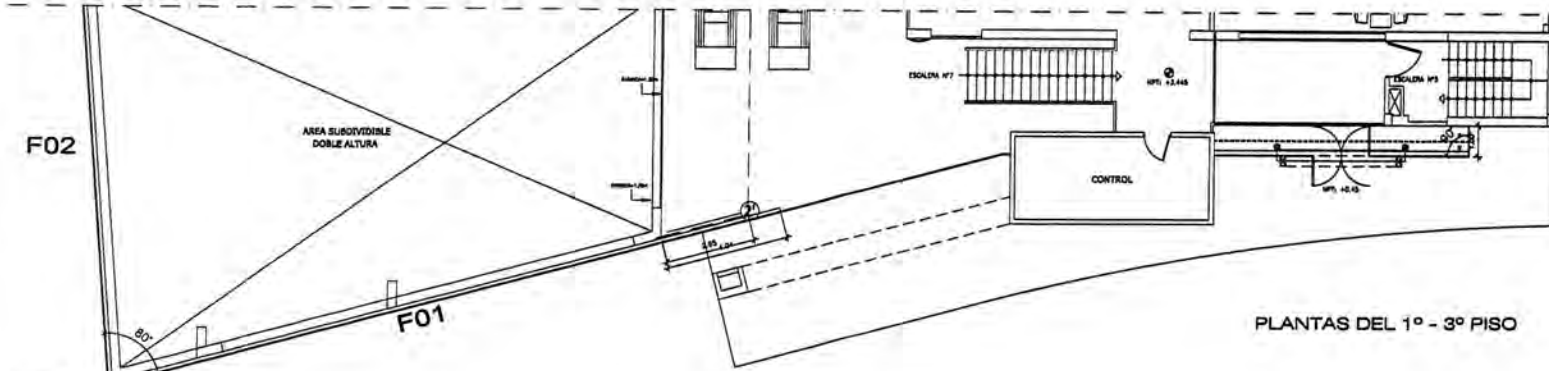
Plano:
ELEVACION

Escala: REF Lámina:
E-02

Fecha dibujo: 21/08/2012

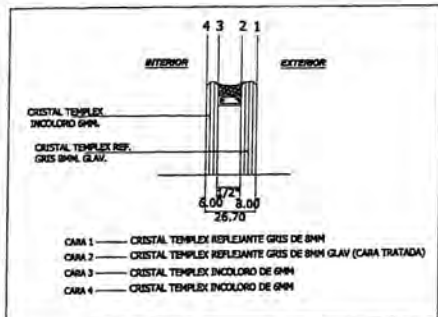
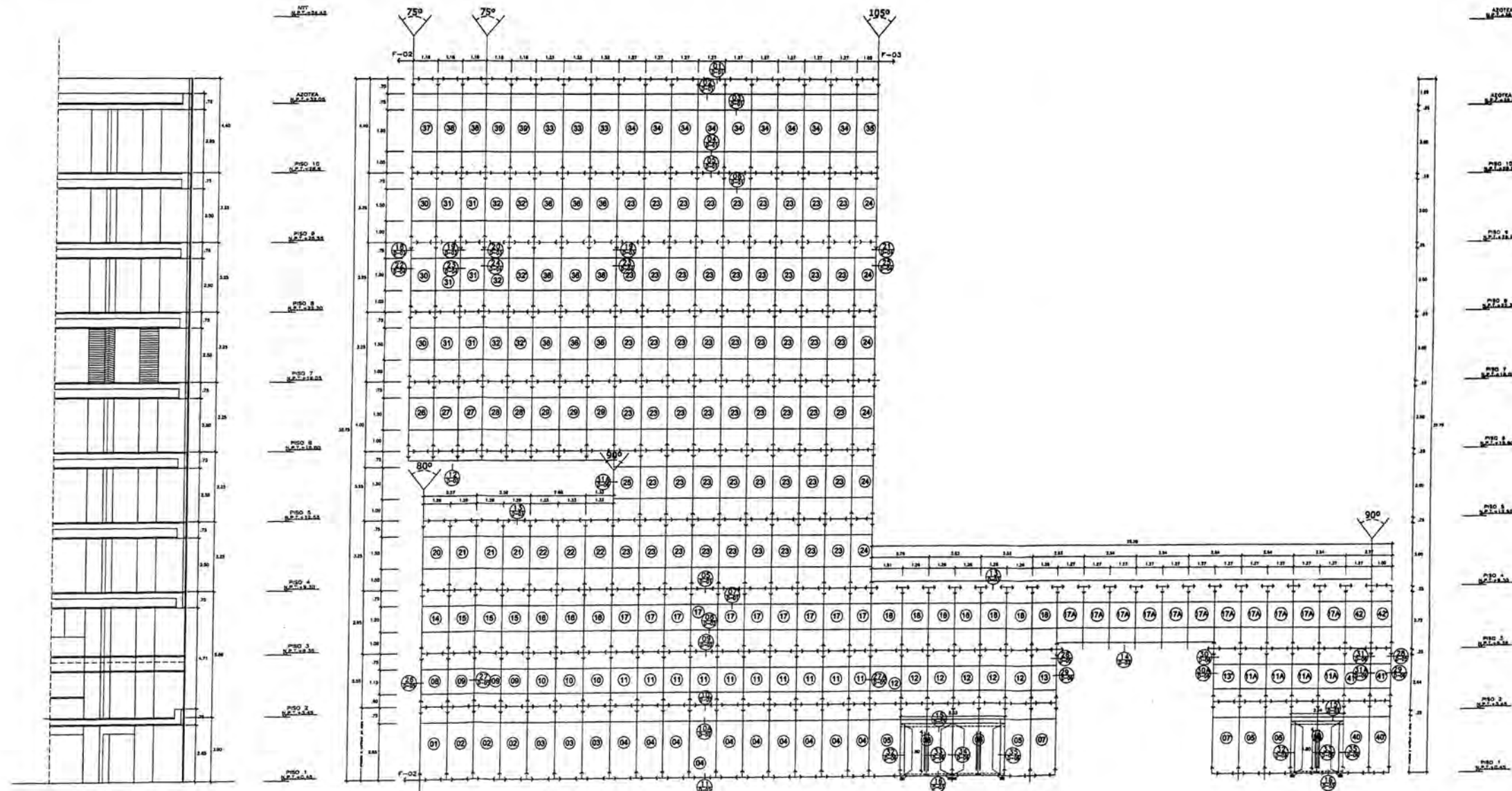
Archivo:

Folio: 00002 Nº de Revisión: 01



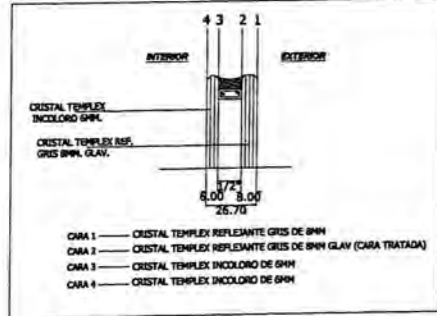
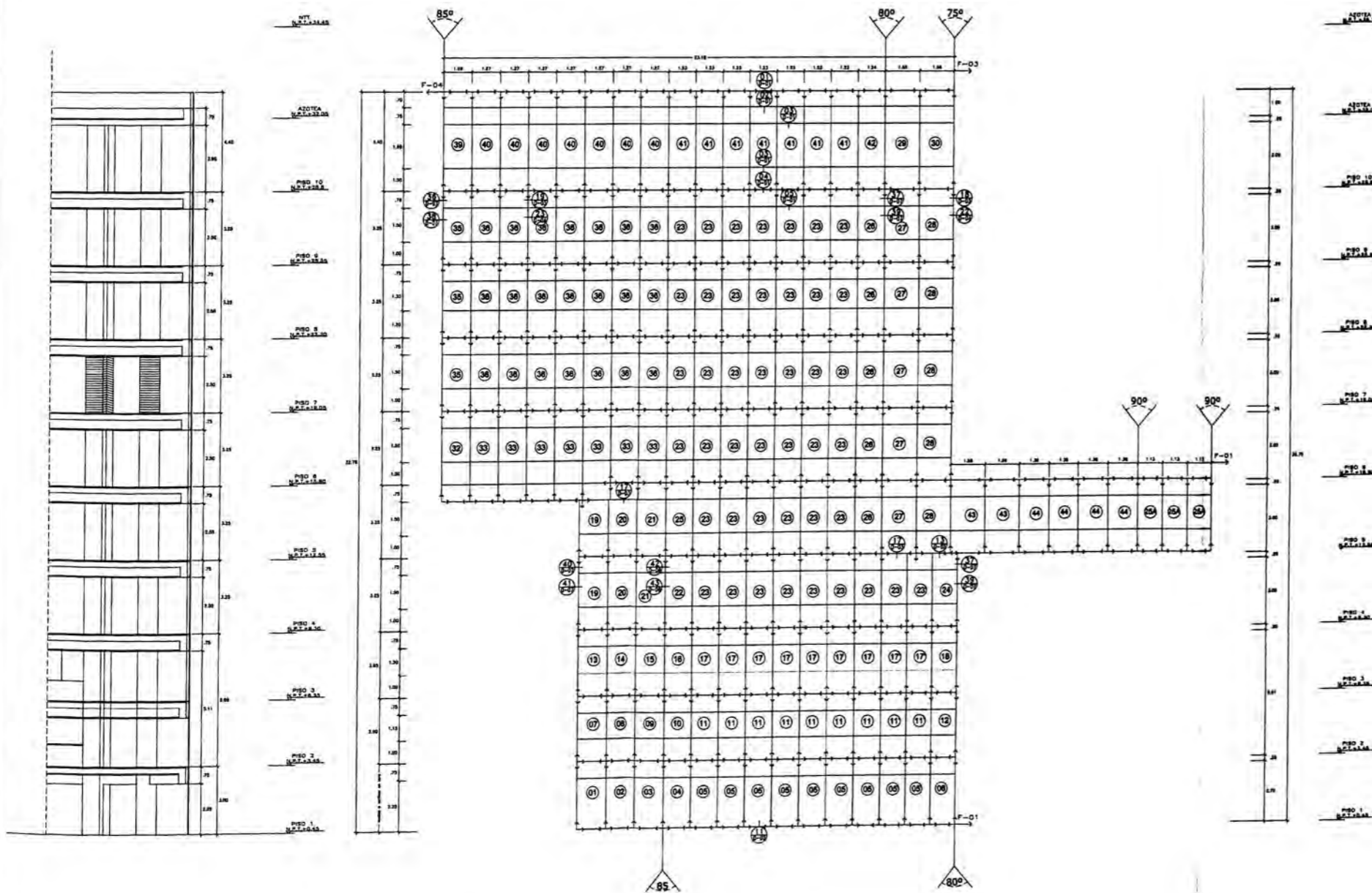
PLANTAS DEL 1º - 3º PISO

PLANTAS DEL 4º - AZOTEA



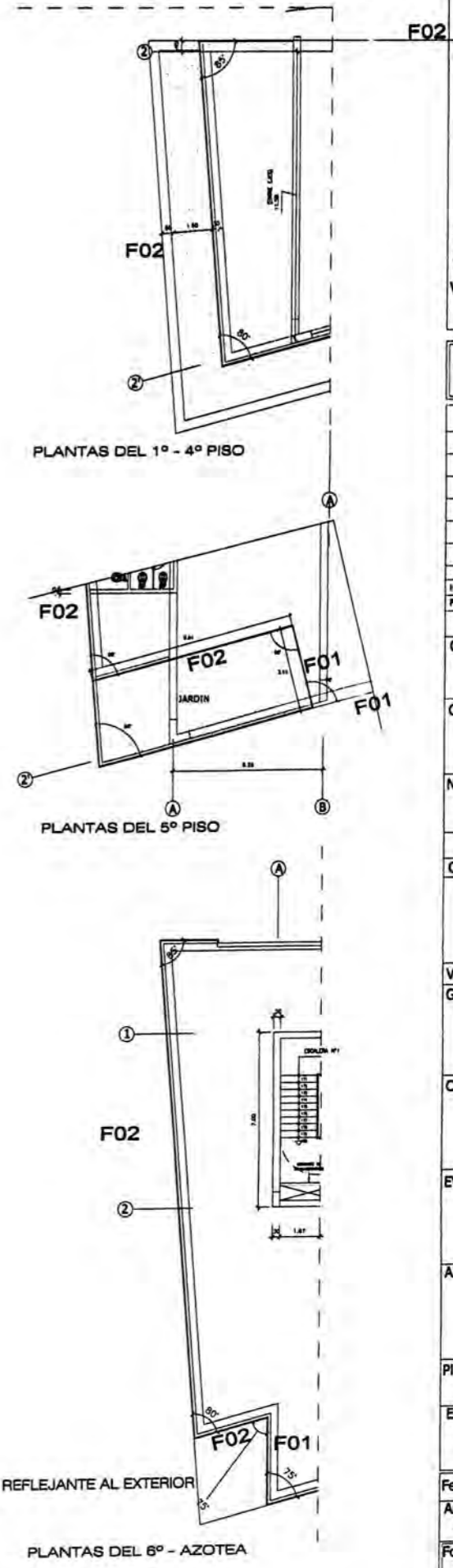
F-01 ELEVACION FRONTAL
(01 UNIDS.)
Fachada Integral S-4237
INCLUYE CRISTAL INSULEX 28MM (CRISTAL TX REFLEJANTE GRIS 8MM CON VISTA AL EXTERIOR + J + CRISTAL TX INCOLORO DE 8MM CON VISTA AL INTERIOR)
INCLUYE CRISTAL TEMPLEX REFLEJANTE GRIS 8MM
PERFILERIA DE ALUMINIO ACABADO ANODIZADO NATURAL
INCLUYE SISTEMA CORTAFUEGO
NO INCLUYE ESTRUCTURA METALICA DE REFUERZO PARA DOBLE ALTURA EN ESQUINAS
INCLUYE ANCLAJES ESPECIALES
NO INCLUYE PORTICO DE MAMPARA INGRESO PRINCIPAL
NO INCLUYE FACHADA TIPO SPIDERS DELANTE DE MURO CORTINA
NO INCLUYE VENTANAS PROYECTANTES

NOTA: CRISTALTEMPLEX REF GRIS DE 8MM CON CARA REFLEJANTE AL EXTERIOR



F-02
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA
 (01 UNIDS.)
 Fachada Integral S-4237
 INCLUYE CRISTAL INSULEX 26MM (CRISTAL TX REFLEJANTE GRIS 8MM CON VISTA AL EXTERIOR + 1/2" + CRISTAL TX INCOLORO DE 8MM CON VISTA AL INTERIOR)
 PERFILERIA DE ALUMINIO ACABADO ANODIZADO NATURAL
 INCLUYE SISTEMA CORTAFUEGO
 INCLUYE ESTRUCTURA METALICA DE REFUERZO PARA DOBLE ALTURA
 INCLUYE ANCLAJES ESPECIALES
 NO INCLUYE VENTANAS PROYECTANTES

NOTA: CRISTALTEMPLEX REF GRIS DE 8MM CON CARA REFLEJANTE AL EXTERIOR



CORPORACION
furukawa
VIDRIERIA 28 DE JULIO S.A.C
 AV. PARO DE LA REPUBLICA 1427 LIMA 13-PERU
 Pág. web: www.furukawa.com.pe

Ventas de Edificaciones Integrales

OBSERVACIONES

PROGRAMACION		
RETRAZADO	PRODUCCION	INSTALACION
INICIO	INICIO	CAMARA DE COMERCIO
FINAL	FINAL	FINAL

DATOS

Cliente: **CAMARA DE COMERCIO DE LIMA**

Obra: **CAMARA DE COMERCIO**

Nº Presupuesto: **2120715-8-1**

APROBACION

Cliente: **CAMARA DE COMERCIO**

Viabilidad del Proyecto: **GNED:**

CIP Y JICE Y/O SGCE:

EVEI:

AIP:

KARLA RIVERA

Plano: **ELEVACION**

Escala: **REF** Lámina: **E-03**

Fecha dibujo: **21/08/2012**

Archivo:

Folio: **00003** Nº de Revisión: **01**



CORPORACION
furukawa

VIDRIERIA 28 DE JULIO S.A.C.
AV. PASEO DE LA REPUBLICA 1427 LIMA 13-PERU
Pág. web: www.furukawa.com.pe

Ventas de Edificaciones
Integrales

OBSERVACIONES

PROGRAMACION			
REMETRADO	PRODUCCION	INSTALACION	
INICIO	INICIO	CAMARA DE COMERCIO	
FINAL	FINAL	FINAL	FINAL

DATOS

Cliente:
CAMARA DE COMERCIO
DE LIMA

Obra:

CAMARA DE COMERCIO

Nº Presupuesto:

2120715-8-1

APROBACION

Cliente:

CAMARA DE COMERCIO

Viabilidad del Proyecto:

GNED:

CIP Y JICE Y/O SGCE:

EVEI:

AIP:

KARLA RIVERA

Plano:

ELEVACION

Escala:

REF

Lámina:

E-04

Fecha dibujo: 21/08/2012

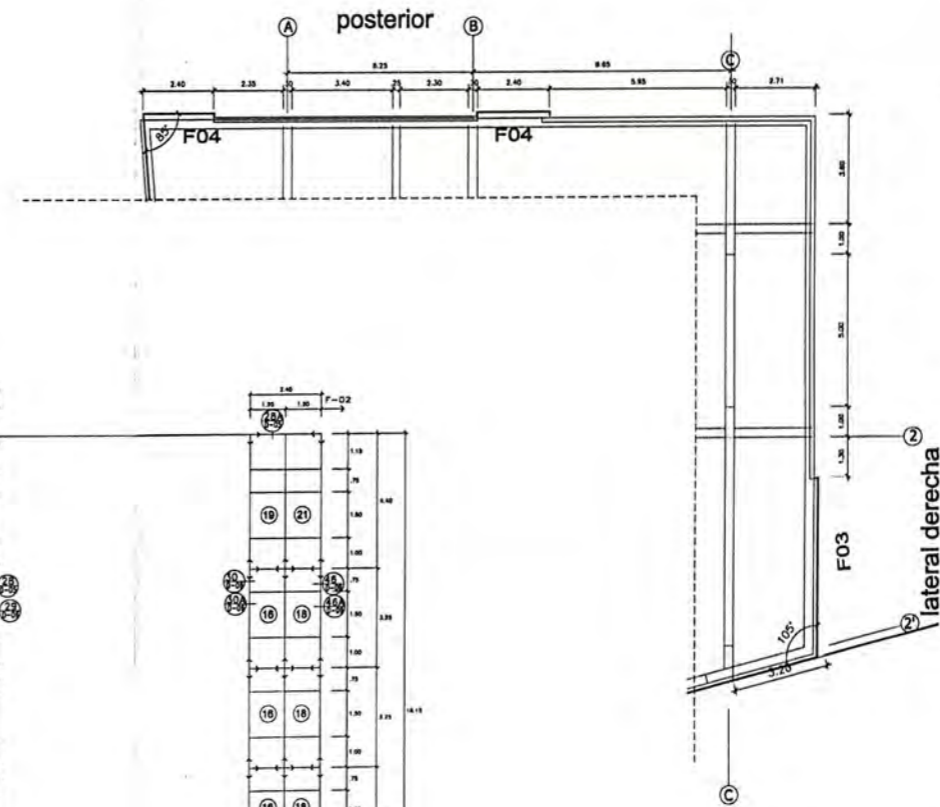
Archivo:

Folio:

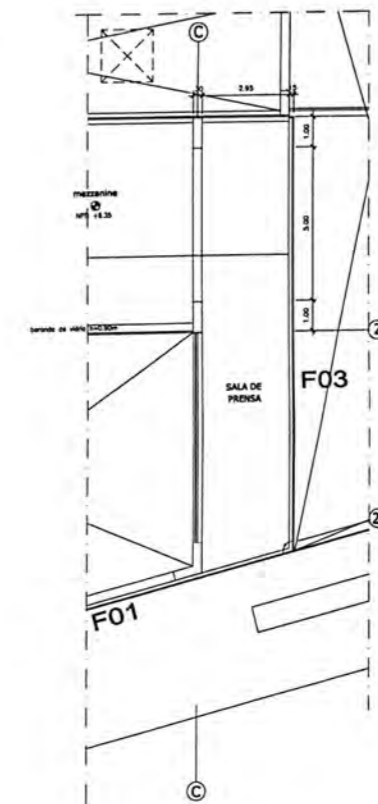
00004

Nº de Revisión:

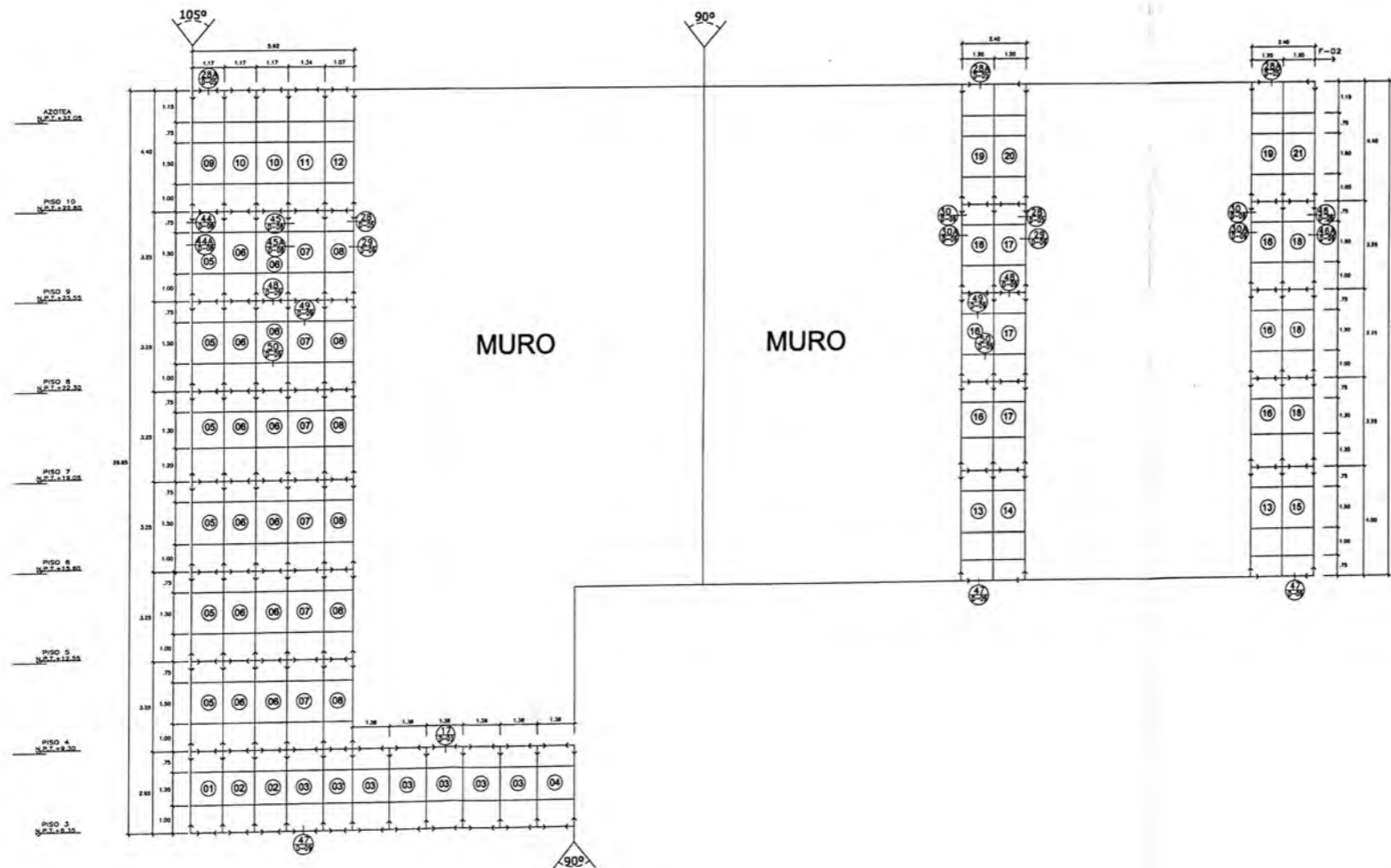
01



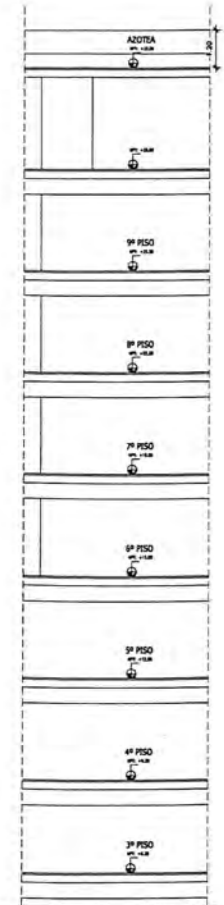
PLANTAS DEL 4º PISO - AZOTEA



PLANTAS DEL 3º PISO



F-03/F-04
ELEVACION LATERAL DERECHA Y ELEVACION POSTERIOR
(01 UNIDS.)
Fachada Integral S-4237
INCLUYE CRISTAL TEMPLEX REFLEJANTE GRIS 8MM CON VISTA AL EXTERIOR
PERFILERIA DE ALUMINIO ACABADO ANODIZADO NATURAL
INCLUYE SISTEMA CORTAFUEGO
INCLUYE ANCLAJES ESPECIALES
NO INCLUYE VENTANAS PROYECTANTES



ANEXO 02

**PLANOS DE ARQUITECTURA:
CAMARA DE COMERCIO DE LIMA**

ANEXO 03

EXPEDIENTE TECNICO DE OBRA:

EDIFICIO ELÍAS AGUIRRÉ

ANEXO 04
MAPA EOLICO DEL PERU

ANEXO 05 – Cámara de Comercio de Lima

FOTO 01

INSTALACIÓN DE FACHADA EN PROCESO (31/10/2012)



FOTO 02

FACHADA CONCLUIDA (10/10/2013)



ANEXO 06 – Edificio Elías Aguirre

FOTO 01

INSTALACIÓ DE FACHADA EN PROCESO (02/07/2012)



FOTO 02

FACHADA CONCLUIDA (08/08/2012)

