



UNIVERSIDAD DE CHILE

Rehabilitación sísmica de Fundaciones; Basílica del Salvador

Memoria de Título

Estudiante -Vicente González Abarca
Prof. guía - Gabriela García de Cortázar



Rehabilitación sísmica de Fundaciones; Basílica del Salvador

Memoria de Título

Estudiante -Vicente González Abarca
Prof. guía - Gabriela García de Cortázar

Espacios de proyecto

En este documento se intenta observar un tipo de arquitectura especial que juega entre las constricciones ingenieriles y las arquitecturas que a modo de consecuencia, son posibles de imaginar.

Pareciera de Perogrullo pensar que la constitución estructural de edificios significativos -y por tanto no reemplazables- es un esfuerzo económico técnico e ingenieril significativo. Dada la condición sísmica del territorio chileno nos vemos expuestos a la perpetua reconstrucción de nuestra arquitectura y así a través del tiempo hemos desarrollado estándares particulares que postulan tanto operaciones de proyecto como cultura estética propia.

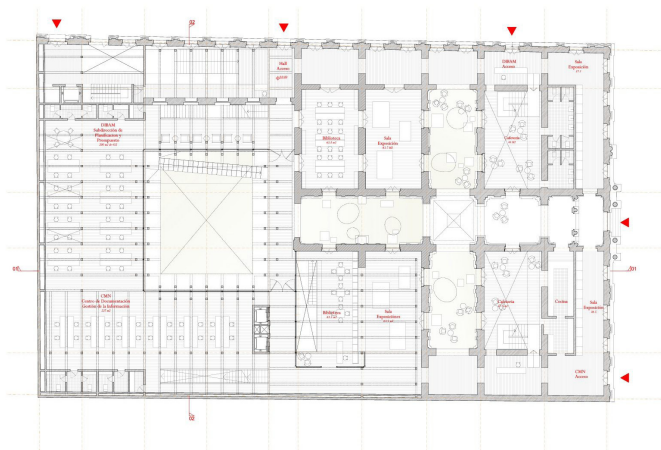
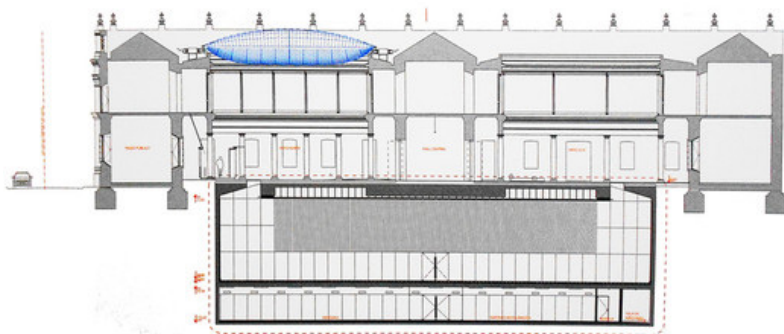
El proyecto de constitución estructural (o bien: rehabilitación, actualización) negocia factores siempre conflicto ya sea el presupuesto, la cultura profesional, la cultura política en forma de vecinos y gobierno, la tecnología disponible etc. Estas condiciones propias de la arquitectura podrían hacer parecer que el “diseño” -como aquel ejercicio nigromante- es siempre dependiente de aquello “otro” sin espacio y sin dudas, sin aire.

Sin embargo, en la arquitectura nos encontramos con una panoplia de proyectos que de algún modo han encontrado espacio en estos u otros combativos proyectos para lo no obvio.

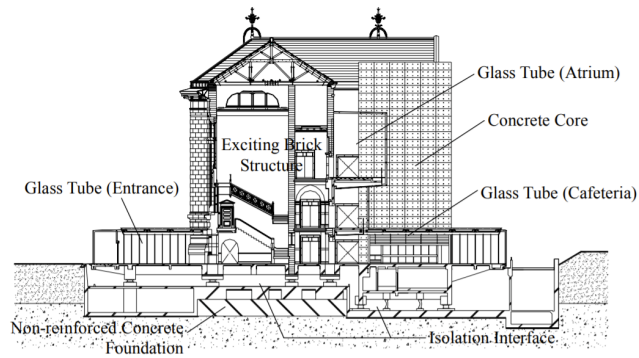
Si espacio es aquello que nos permite habitar un edificio, su vacío y vanos que convierten en arquitectura lo que de otra forma sería una pila de material arrumbado. También es aquel grado de libertad que puede aún ser usado, una

capacidad inexplorada. En arquitectura, es por definición una oportunidad. Encontrar espacio en la arquitectura suena redundante, pero cobra sentido cuando se piensa en la costosa restauración de edificios significativos, o bien de proyectos que hacen de nuevo lo que allí estuvo. Observamos aquí, una pequeña selección de arquitecturas donde ambas nociones van de la mano, donde en el delicado, maniatado y atorado proyecto patrimonial se encuentra espacio para lo otro.

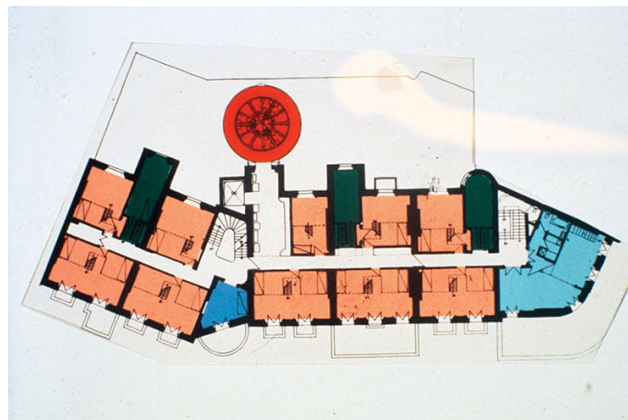
El 2014 el museo de arte precolombino MAPI crece 70%, su edificio, La Real casa de Aduanas es remodelada por Smiljan Radic con capital de BHP y Minera Escondida. El proyecto suspende la nave transversal del edificio sobre una nueva losa efectivamente liberando el subterráneo de las cargas del edificio, trasladándolas hacia nuevos muros de contención y fundación. Haciéndose cargo del despliegue de cargas encuentra en su subterráneo nuevos 5850 m³ que habilitados por un par de tomas de luz en cada extremo serían ocupados con la nueva exposición Chile antes de Chile, y en un segundo nivel subterráneo nuevos laboratorios de investigación. El proyecto además entrega otros 300 m² una plaza/café cubierta y devuelve generosamente a la ciudad 90 metros lineales de galerías que se convertirían en un exitoso e intenso espacio público. A través del proyecto que utiliza oportunamente la técnica ingenieril Radic libera volúmenes de espacio subterráneo y al mismo tiempo entrega espacio a lo público redistribuyendo el programa.



Cecilia Puga y su equipo remodelaría sin saber el edificio que será la sede la convención constitucional y de la nueva carta fundamental de Chile. El palacio Pereira la nueva sede de la Dibam, El Consejo de monumentos Nacionales, es sin duda un proyecto que logra navegar con maestría las dificultades del encargo en todo sentido, sin embargo, destacan sus decisiones estructurales y programáticas no solo desde un punto de vista técnico sino como argumentos en sí mismo sobre el oportunismo del diseño. Primero los muros de albañilería del edificio viejo son nuevamente amarrados entre sí y sus vanos reforzados con detalles constructivos que agregan ductilidad a la estructura a través de la perforación e inserción de espárragos de agarre, permitiendo que el conjunto trabaje sísmicamente sin la necesidad de agregar una estructura exterior, o muros de corte secundarios. Luego un nuevo edificio ocupa los lugares vaciados por el derrumbe, independiente en estructura, pero central en su espacio. Este edificio ofrece 60% del espacio total de la planta, 4 nuevos niveles disponibles para oficinas y también cubierta. El nuevo edificio permite completar el anillo perimetral de circulaciones privadas, liberando los pasillos interiores articulando la calle con los nuevos espacios públicos interiores. Este proyecto logra estabilizar programática y culturalmente un edificio a través de otro, primero reconociendo y usando la capacidad estructural de aquello que ya está ahí, pero también reconociendo sus faltas, encontrando en ello espacio suficiente para hacerlo crecer tanto su capacidad de uso en espacio de oficina como en su espacio público para la ciudad.



El 1999 para el proyecto de reacondicionamiento sísmico de la capilla de la Universidad de Rikkyo por Nikken Sekkei Ltd propone aislar las fundaciones y por consecuencia el edificio, de toda carga sísmica. Debido a la necesidad de mantener la porción oriente de la capilla intacta por su condición patrimonial cualquier sistema que agregase ductilidad a la estructura mediante estructuras metálicas secundarias no era viable puesto que arruinaría la imagen. El proyecto estructural de nuevas fundaciones se instalaría en su subsuelo, ampliando y reacondicionando los 2.7m de profundidad a las fundaciones e instalando ahí no solo la interfaz técnica, sino que también una serie de nuevos recintos que se convertirían en el espacio de las nuevas instalaciones y de servicio del edificio.



Para el concurso Service tower for a student Housing, Nicholas Grimshaw proyecta una torre de servicios sanitarios modulares, envueltos por una rampa de baja pendiente para actualizar una antigua residencia de estudiantes. El encargo era convertir seis (6) departamentos-terraza en una residencia estudiantil. El proyecto al responder con una perspectiva de "kit" de servicios, permite concentrar eficientemente la intervención y al mismo tiempo liberar metros cuadrados de la estructura original para ser ocupados como terrazas que de otra forma se hubieran convertido en baños y lavanderías al fondo de un húmedo pasillo.

Espacio del proyecto



1905 se termina la construcción de la iglesia

1906 terremoto que daña por primera vez la basílica. remoción de tejado, corte de pináculos y destrucción de arbotantes de galerías laterales

1936 primer proyecto de restauración y constitución estructural. se remodela la fachada norte, pero el proceso de consolidación estructural queda inconcluso.

1938 se eleva a la categoría de basílica menor

1977 se declara monumento histórico

1985 terremoto destruye el transepto, varios pilares interiores y gran parte de la cubierta decorada

1985 se reconstruye el transepto, se reemplazan los pilares por unos de hormigón y se plantea un plan de refuerzo estructural que no fué llevado a cabo.


En el Tiempo

En estilo Gótico alemán diseña Teodoro Burchard la Iglesia del Salvador. Terminada en 1905, una iglesia menor, pero con una arquitectura y espacialidad propia del estilo que podría elevar los cielos y aumentar la crujía de sus pares de europeos. Con esta imagen la iglesia rápidamente se convertiría en un ícono del poder y de la presencia de Dios en un Chile conservador.

El terremoto de 1906 daña la basílica no de manera fatal, pero sin embargo lo suficiente para demostrar la existencia de graves problemas de diseño, la Basílica no tendría una estructura adecuada para la naturaleza sísmica de Chile. El terremoto de 1906 remueve su tejado, cortando los pináculos y destruyendo los arbotantes de las galerías laterales.

En 1936 la basílica sería objeto de su primer proyecto de restauración y constitución estructural, Josué Smith Solar junto a su hijo José Smith Miller remodelan la fachada Norte de la Basílica convirtiéndola de su estilo gótico alemán original a un gótico americano propio de la escuela politécnica de Filadelfia donde Smith Solar estudio arquitectura. El proyecto además contemplaba obras de consolidación estructural permanente sin embargo este proyecto queda coartado a la Muerte de Smith Solar en 1938 y la mudanza a EE.UU de su hijo.

1938 es elevada al rango de basílica menor, y en 1977 declarado monumento histórico.



1997 la municipalidad de santiago contruye una pirámide de seguridad en la nave central y apea los muros dañados

2004 se cierra a los feligreses por peligro estructural

2010 terremoto deja la basílica en ruinas. derriba muros laterales de las galerías, columnas, vitrales y cielo decorado

2014 se desprende parte del cielo por lluvia y causa daños en el espacio público

2014 obras de proyecto de arquitectura e ingeniería parten por presión de los vecinos

2015 se pausan las obras por falta de presupuesto

2016 comienzan las obras de reparación parcial con financiamiento del gobierno

2021 estimación del proyecto terminado de aislación estructural

El terremoto de 1985 destruye la parte superior del transepto de la basílica, junto con destruir un par de pilares interiores y gran parte de la cubierta decorada. La basílica se convierte en símbolo del terremoto.

Comenzaron nuevamente los proyectos, restauración y consolidación estructural. Se reconstruye el transepto, se reemplazan los pilares caídos por otros de hormigón en sección de cruz y se plantea un plan de refuerzos en hormigón armado para la estructura. Por insolvencia de los fondos, mayormente donaciones de entidades públicas, el proyecto estructural nunca fue finalizado.

El 1997 la municipalidad de Santiago construye una pirámide de seguridad en la nave central y apea los muros laterales en sus zonas más débiles.

El 2004 fue cerrado a los feligreses por peligro estructural.

El terremoto del 2010 deja la basílica en ruinas, derriba parte de los muros laterales, de las galerías exteriores, columnas, vitrales y gran parte del cielo decorado.

En 2014 parte del cielo se desprende por lluvia y cae sobre la vía pública dañando vehículos y alumbrado público, catalizando un movimiento de vecinos que piden la demolición del edificio, y por consecuencia un nuevo conjunto de proyectos de arquitectura e ingeniería. Las obras parten en 2014, y son pausadas el 2015 por su escuálido financiamiento.

El 2016 se comprometen fondos por parte del gobierno, permitiendo iniciar las obras de 'reparación parcial', esta vez a cargo de TANDEM arquitectura. El proyecto, que se completaría este 2021, comprende una estructura de acero sobre micro fundaciones que reviste y amarra los muros de albañilería en su parte superior, limitando la deformación lateral de los elementos estructurales frente a un esfuerzo lateral. Este proyecto por su ligereza y naturaleza reversible no habilita la basílica para su uso.

El Arzobispado de Santiago junto a la agrupación Salvemos la basílica ha delineado el plan de ruta de lo que hoy es el proyecto de restauración del edificio y que está a la espera de recursos para su ejecución. El proyecto opera liberando la basílica de los esfuerzos sísmicos a través de una nueva cripta que recibe el edificio sobre aisladores sísmicos en vigas y pilares de hormigón armado. De esta manera permitiendo que la restauración de los niveles sobre piso de la basílica se haga con la menor intervención posible.



En Lugar

La basílica se sitúa en el predio 1 de la manzana 22, sector 7 Barrio Brasil. En las calles Huérfanos esquina S.O. Almirante Barroso.

En relación con el predio, calle Huérfanos se encuentra hacia el Norte, Agustinas hacia el sur y Almirante Barroso hacia el poniente. Hacia el oriente la situación es especial, una subdivisión del predio de la iglesia generó el predio número 15 de la manzana y también el pasaje pintor Aristodemo Latanzi B. que se encuentra hacia el oriente de la basílica, entre ambos predios. El pasaje hoy se encuentra cerrado tanto por Huérfanos como por Agustinas.

El predio contiguo hoy es ocupado por una edificación de la escuela de Gobierno de la Universidad de Chile.



**CATÁLOGO DE MONUMENTOS HISTÓRICOS
COMUNA DE SANTIAGO
DIRECCIÓN DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE URBANISMO - 2009**

FICHA Nº
31

ANTECEDENTES GENERALES

Nombre : BASILICA DEL SALVADOR
Ubicación : Huérfanos esquina S.O. Almirante Barroso
Arquitecto : Teodoro Burchard / Josue Smith Solar
Año de Construcción : 1870 - 1872
Fecha Declaratoria :
Monumento Histórico : D.S. Nº 933 de 24/11/1977 Mm. Educ.
Estado de conservación : Malo
Uso actual : Servicio Religioso

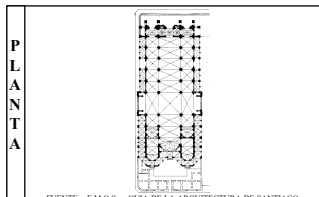
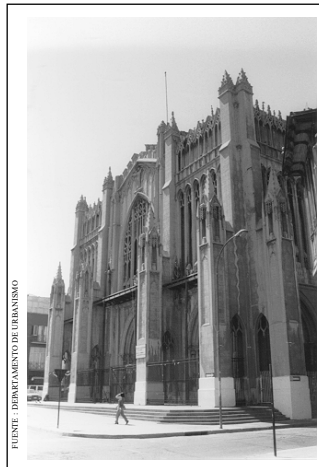
ANTECEDENTES HISTORICOS

1870 : Se inicia la construcción, según el proyecto del arquitecto alemán Teodoro Burchard, que llega a Chile en 1855. La Iglesia mide 98 m. de largo, 37 m. de ancho y una altura interior de 30 m. con capacidad para 5.000 personas.
 1886 : Se termina la colocación de la techumbre.
 1892 : Se inaugura el Templo en obra gruesa.
 1906 : Se refuerza la estructura con armazones de perfiles metálicos anclados en coronamiento de los muros.
 1920 : Se finaliza la decoración interior de la Iglesia tarea en la que el Arzobispo tuvo que sortear numerosas dificultades económicas.
 1932 : La fachada principal, en albuñalería de ladrillo a la vista, fue estucada, según proyecto del arquitecto Josue Smith Solar.
 1938 : El Papa Pio XI, elevó la Iglesia al rango de Basílica.
 1977 : Fue declarada Monumento Histórico.
 1985 : El terremoto de este año, produce serios daños estructurales y ornamentales, aún no ha sido del todo restaurada, encontrándose en muy mal estado.

ANTECEDENTES ARQUITECTONICOS

De estilo Neogótico, es una Iglesia que tiene tres naves paralelas de la misma altura, rasgo que no se repite en Chile, identificándose con una variante del gótico que se desarrolló en Alemania. Las naves laterales rematan en sendas pequeñas capillas a los costados del altar principal. En el transepto se ubica el coro a la altura del triforio. Las naves están bellamente iluminadas a través de vidrieras de gran calidad, precedentes de Bélgica. Las columnas lobuladas, muros y bóvedas por pechinas del cielo, se han decorado profusamente, con predominio de los dorados.

FUENTES - REGISTRO FICHAS M.O.P. - GUIA DE LA ARQUITECTURA DE SANTIAGO



**B
A
S
I
L
I
C
A

D
E
L

S
A
L
V
A
D
O
R**

En Derecho

Según la OGUC

El predio se encuentra dentro la Zona típica Barrio Brasil, Zona de conservación histórica B3. Y bajo la observación del consejo de monumentos nacionales bajo la figura de monumento histórico MH32. Donde se pueden observar algunas consideraciones.

- Toda intervención requiere VB del CMN, así como también SRMM del Minvu
- En caso de demolición solo se admitirá su reconstrucción
- En caso de demolición total o parcial, la nueva edificación que se proyecte debe conservar la misma altura y volumetría del inmueble original.
- No se permite la demolición ni alteración de sus cierros originales, en el caso de reparación de estos, deberá conservarse el estilo arquitectónico imperante en el inmueble.
- Se permite la restauración, rehabilitación, remodelación y ampliación, según definiciones del decreto 75 de la OGUC.

o Restauración: trabajo destinado a restituir o devolver una edificación, generalmente de carácter patrimonial cultural, a su estado original o a la conformación que tenía en una época determinada.

o Rehabilitación: recuperación o puesta en valor de una construcción, mediante obras y modificaciones que, sin desvirtuar sus condiciones originales, mejoran

sus cualidades funcionales, estéticas, estructurales, de habitabilidad o de confort.

o Remodelación: modificación interior o exterior de una construcción para adecuarla a nuevas condiciones de uso mediante transformación, sustracción o adición de elementos constructivos o estructurales, conservando los aspectos sustanciales o las fachadas del inmueble original.

o Ampliación aumentos de superficie edificada que se construyen con posterioridad a la recepción definitiva de las obras. conforme a la ordenanza

Según el Derecho canónico

Es importante destacar que tanto el predio como el edificio son propiedad del arzobispado de Santiago y por lo tanto están bajo la observación de la Santa Sede lo que establece condiciones especiales sobre su jurisdicción.

Las condiciones particulares que podrían afectar cualquier proyecto de edificación que tomen lugar en un recinto bajo la jurisdicción de un ordinario, obispo o encargado papal dependerán de los siguientes puntos.

(1) Los programas posibles dentro de un espacio consagrado

- Can. 1214, por el término consagración se entiende una edificación sagrada designada para la alabanza de dios en la cual los fieles tienen el derecho de ejercerla.
- Can. 1215 los espacios consagrados son lugares donde la gente de dios “Pueblo Dei” ejerce su fé y recibe sacramentos.

La consagración de un edificio podría suponer la idea de “poner a dios en una caja”, y por lo tanto la existencia de un exterior de esa caja donde el espacio estaría no consagrado. Sin embargo el canon deja en claro que la envolvente del edificio no es el límite de dios, ni tampoco un límite de la importancia litúrgica del edificio. Por lo tanto, no existe dentro del mismo

consagrado un lugar “fuera” de la consagración.

Las condiciones mediante las cuales se puede atribuir un uso diferente (aún por accidente) a los espacios alrededor y por sobre las iglesias católicas consagradas ha siempre en debate. Volar helicópteros, drones y otros por sobre iglesias es una falta conocida y repetida en las basílicas romanas. Can 1211 establece el término de escándalo y lo deja a juicio del ordinario local Can. 1210 permite usos que no sean contrarios a lo sagrado del lugar bajo juicio del ordinario local.

- Can 1211, Los espacios consagrados son violados por aquellos actos graves e injuriosos que se hacen en el, escandalizando a los creyentes. Estas acciones, bajo el juicio del ordinario local, son tan graves y contrarias a la fé que no está permitido llevar a cabo ningún rito de fe hasta que los daños son reparados de acuerdo con el código de ritos penitentes de la norma litúrgica.

- Can 1210. Solo aquellas actividades que sirven para el ejercicio o promoción de la fe, la piedad o la religión están permitidos en el espacio sagrado; cualquier actividad no consonante con la santidad del lugar esta prohibido. Sin embargo, a todo caso, el ordinario puede permitir otro uso siempre y cuando no sea contrario a la santidad del lugar.

De acuerdo a derecho, la no existencia del límite del espacio consagrado significa que tanto el edificio como el predio su aire y subsuelo son considerados espacio sagrado, perdiendo de manera efectiva su condición solo cuando se cruza con los límites legales que establece el código civil, y por lo tanto son

ejercidas de facto actividades profanas fuera de sus límites. En este caso el predio completo de la basílica es entonces espacio sagrado y en él, no estaría permitido que tome lugar ninguna actividad que no esté en línea con el ejercicio de la fé y/o con el juicio del ordinario local.

(2) La desagracion u deconsagracion del edificio

Se establece en Can 1212, las condiciones mediante las cuales un espacio consagrado puede ser destinado al uso profano.

- Can 1212. Los espacios sagrados pierden su dedicación si han sido destruidos en gran parte, o si han sido entregados de manera permanente al uso profano por decreto del ordinario competente o bien si ha ocurrido de facto.

Por otro lado, Can 1222, establece una distinción entre entregar un espacio consagrado al uso profano por efecto del daño se estructura y por “causas graves”.

- Can 1222. Si una iglesia no puede ser usada para el ejercicio de la fe, y no hay posibilidad de su reparación, el arzobispo puede entregarla al uso profano, pero no al uso sórdido.

- Can 1222. Cuando otras causas graves existentes hagan que una iglesia no pueda ser usada para el ejercicio de la fe, el arzobispo, luego de un concilio presbiterano, puede entregarla al uso profano, pero no al uso sórdido, con el

consentimiento de aquellos a los que se entregan los derechos de que el bienestar de las almas no sufrirá daño.

Entre otras cosas que no son consideradas causas graves se encuentran: Un plan de reducción de iglesias; La iglesia ya no es necesaria; La parroquia (comunidad) ya no existe; La pérdida de fieles; Que el cierre no afectaría el bienestar de las almas; El deseo de promover la unidad de la parroquia; Alguna causa futura potencial que aún no sucede.

La basílica del salvador aun enfrentando graves daños estructurales por más de la mitad de su existencia, y habiendo visto la disminución de sus fieles, y quizás la desaparición de su parroquia, no ha sido jamás deconsagrada ni llamada a consejo presbiterano para ser discutida.

Es entonces posible asumir que, existiendo la posibilidad de la restauración de la basílica y dada las ganas de mantener contra viento y marea la basílica como hito de fe a través de la historia, la deconsagración de la basílica está fuera de la mesa.

Que no es posible hacer una división entre aquello que está y aquello que no está consagrado. Que la legislación chilena no permite separar roles del subsuelo ni del espacio de un predio. Que dentro de un espacio consagrado no se permite la presencia de actividades profanas a menos del expreso consentimiento del arzobispo. Por un lado, la regulación del edificio como objeto de interés patrimonial,

dentro de la categoría de monumento nacional, establece la necesidad de un proyecto de rehabilitación estructural, desde el nivel de piso hacia abajo, que suponga dentro del un proyecto de ampliación para generar subsuelo habitable. Y otro proyecto parcial, de restauración de todo aquello desde el nivel de piso hacia arriba, que devuelva a la edificación su carácter patrimonial.

Por último, como una cuestión de hecho, el programa del proyecto de arquitectura solo podría ser aquel que estuviera en relación con el ejercicio u promoción de la fé. De esta forma es posible repensar el subsuelo del edificio como un kit de espacios accesorios relacionados con la fé sin necesariamente encontrarse en ellos el rito ni los sacramentos. En este proyecto se explorará una mixtura de programas de reunion civil y deportiva que apelarán a la promoción de la fé desde programas no profanos.

En Materia

Estructura

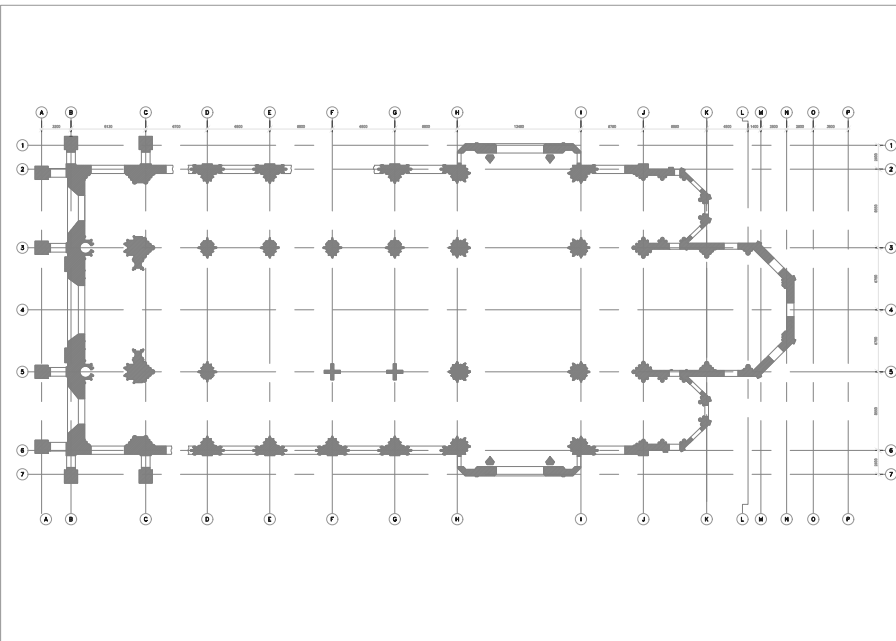
Dimensiones

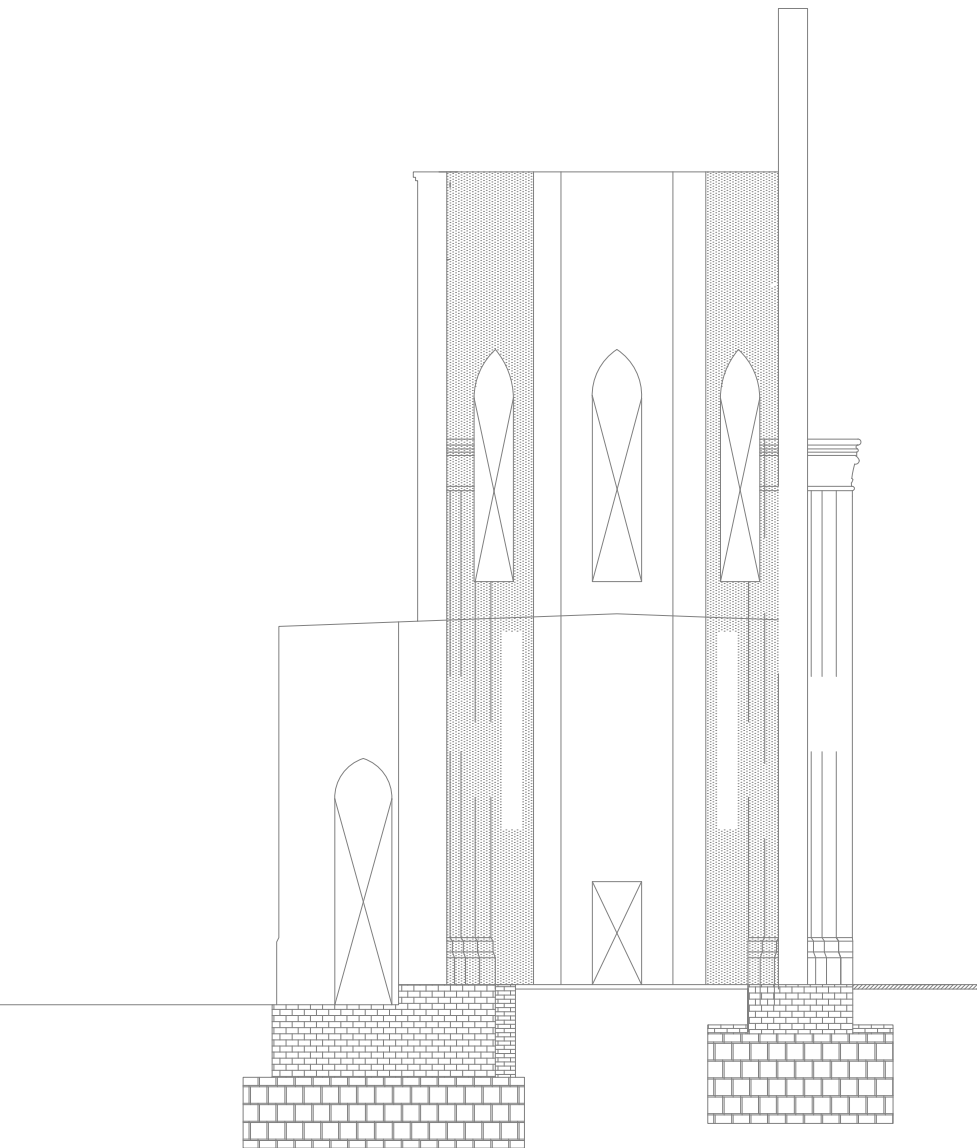
La basílica del Salvador hoy en días es un edificio de albañilería maciza de ladrillos sin refuerzos. En estilo gótico, con tres naves de idéntica altura su estructura está compuesta por muros, columnas arcos y arbotantes. Una cubierta de cerchas de madera proveía originalmente amarre para esfuerzos laterales conjunto a un pesado tejado de teja de arcilla, una desición común del diseño del estilo gótico para redigir las cargas oblicuas hacia los elementos verticales.

A considerar, el area de responsabilidad de cubierta de cada uno de los 4 elemento estructurales verticales (columnas), es identico para cada uno de esto. Esto permite que las cuatro columnas transversales de la basílica reciban la misma carga de cubierta y la misma carga de fachadas aproximadamente. En el caso de la fachada, el arco mayor del centro, compensa la altura que se entrega a la seccion del medio, equilibrando las cargas en su estructura. Notable.

La basílica, cuenta con un área interior de 2700 m², tiene una altura de piso a la cumbre de su transepto de 26,5 m, de piso a cielo de sus naves de 16,0 m. Su nave central cuenta con un espacio entre columnas de 11,0 m y sus naves lateras uno de 5,75 m, sumado a lo anterior la galería exterior tiene un ancho de 2,80 promedio en toda su extensión.

Hacia su lado norte cuenta con un zócalo que se extiende 7,0 metros hacia el borde del predio, hacia su lado sur un espacio de 15,0 metros hasta el borde del predio.

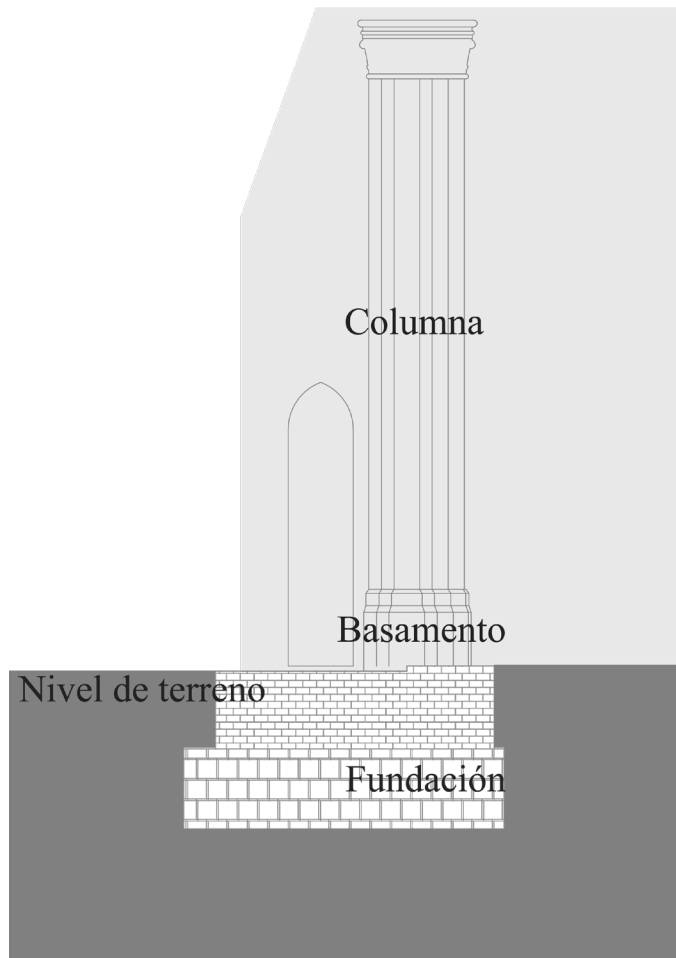




Fundaciones

Al igual que sus muros y columnas, las fundaciones de la basílica están hechas en albañilería maciza sin refuerzo.

Las fundaciones de la basílica son: en sus bordes una fundación corrida con un perfil de zapata de 3,2 m de profundidad por 6,3 metros de ancho, observando que el ancho de esta fundación incorpora la galería exterior de 2,80 m de ancho; En su interior columnas fundadas a 2,0 m de profundidad con una zapata de 4,0 m de ancho.



En Tecnología

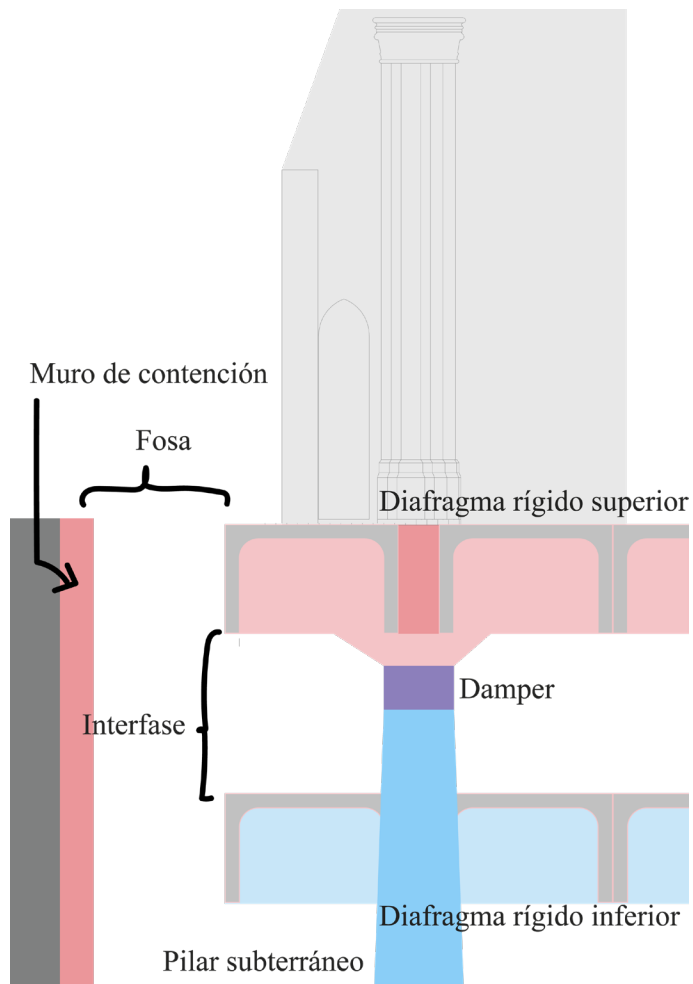
Nociones elementales de la aislación sísmica de fundaciones.

El proyecto de aislación sísmica busca en estricto rigor solo dos (2) cosas. La constitución de un diafragma rígido capaz de desplazarse libremente sobre los aisladores. Y la propicia transmisión de las cargas estáticas y esfuerzos de giro.

Esta corta lista de objetivos, sin embargo, viene acompañada de una un poco más extensa lista de observaciones constructivas y de diseño.

El resultado, como cuestión de hecho, es la necesidad proveída de una serie de proyectos de arquitectura accidentales y todos en sí mismo complejos y simultáneos.

(1) Proyecto de excavación de fosas (2) De ampliación de fundaciones (3) De estructuras subterráneas (4) De habitabilidad subterránea (5) De accesos y circulaciones (6) De instalaciones sanitarias y eléctricas no rígidas (7) De reposición o diseño del piso removido para excavar.



Consideraciones del proyecto

i. La excavación de una fosa lateral que permita el desplazamiento sincronizado de la estructura sobre los aisladores sísmicos. Estructuras aisladas de gran tamaño como el LA city Hall puede llegar a desplazarse 0,6 m en el caso de un fuerte movimiento sísmico. Para la fosa es necesaria o bien la reducción del nivel de terreno en los alrededores de la edificación o bien la construcción de un muro de contención acorde a la carga del talud del terreno.

ii. Remoción de pisos, excavación, exposición de fundaciones. El retiro de material de la excavación del subterráneo supone a lo menos durante el proyecto de construcción, la instalación de un sistema de circulación vertical a través de la fosa, incluso abriendo vanos en el muro de contención.

iii. Socalado de elementos estructurales de manera simétrica y no contigua.

iv. Constitución del diafragma rígido superior. Este nuevo elemento estructural debe ser capaz al mismo tiempo de (1) recibir y coordinar los esfuerzos horizontales de la estructura original (2) unirse íntimamente con los elementos verticales de la estructura ya sea mediante perforaciones detalladas para el esfuerzo safoado o bien mediante muros de corte. Si los elementos estructurales son solo de fundación aislada, o bien, si en el caso de las fundaciones corridas estas

tuviesen algún tipo de refuerzo dúctil, podría preferirse el uso de vigas cadenas laterales a ambos lados de los muros estructurales, o de los pilares, a modo de sándwich. Si este no fuera el caso, por ejemplo, en el caso de la albañilería maciza de la basílica, se precisa soportar los muros y pilares sobre el diafragma rígido.

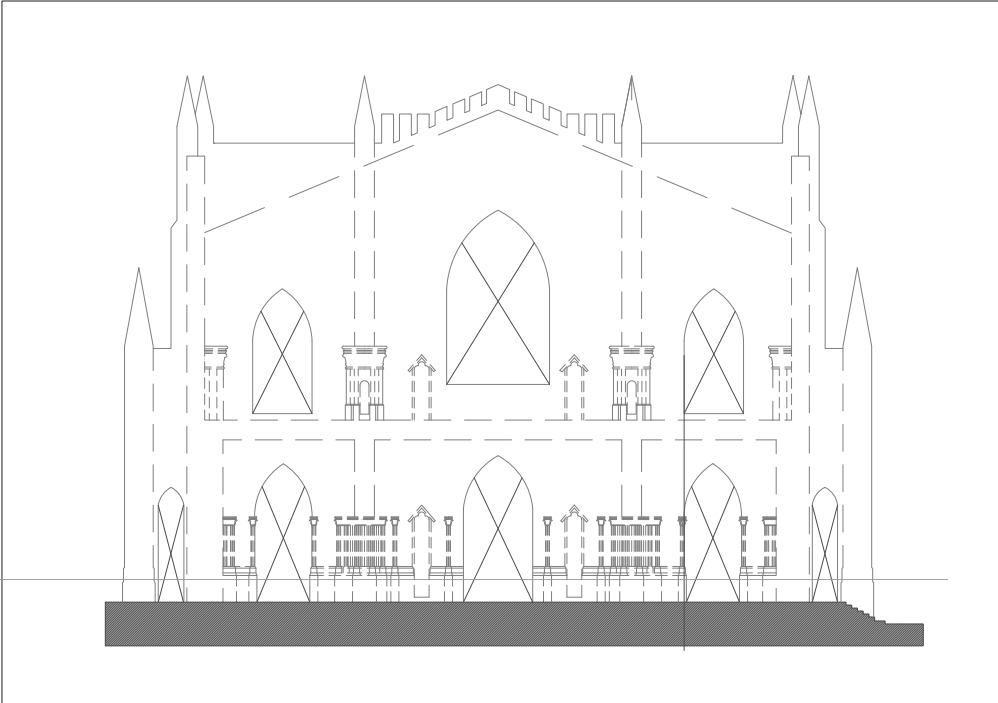
v. La posición y cantidad de artefactos aislantes está dictada principalmente por el proyecto de arquitectura y en menor medida, por la resistencia mecánica del tipo de mecanismo a utilizar según fabricante. Hoy en día la industria permite la construcción a medida de estos aparatos permitiendo flexibilidad en cuanto a su cantidad y disposición en planta. A modo de referencia la capilla universitaria de Rykkiu, un edificio de 450 m² ocupa 13 aisladores viscosos, (pero también podrían haber sido 3).

vi. Se precisa a todo caso un diafragma rígido por debajo de la interfaz sísmica, dado que las cargas laterales (ahora sincronizadas) de la estructura sobre los artefactos aislantes transmiten de todas formas parte del esfuerzo sísmico a la nueva estructura de fundaciones subterránea. Este una estructura a altura intermedia de las nuevas columnas de fundación, o bien estar en la base de las nuevas columnas de fundación.

vii. Con la obra estructural en orden, debe existir un nuevo proyecto de piso terminado, debido a su retiro en la primera fase de la obra.

viii. El proyecto de instalaciones (todas) y de cerramientos, tanto para aquellos elementos que sean diseñados para la fosa o el espacio de interfaz deben considerar un diseño no rígido, o pues de otra forma sería destruido por el movimiento de la estructura.

Nociones de Proyecto



¿Cuanta estructura?

Seccion de Viga

Debido a la gran sollicitacion de las vigas de grilla del diafragma rígido superior por consecuencia de la carga estática de la estructura original esta aproximacion despreciará el giro producido por las losas de borde.

Propondremos entonces evaluar la viga del eje mas sollicitado, deacuerdo a las cargas producidas por la basílica.

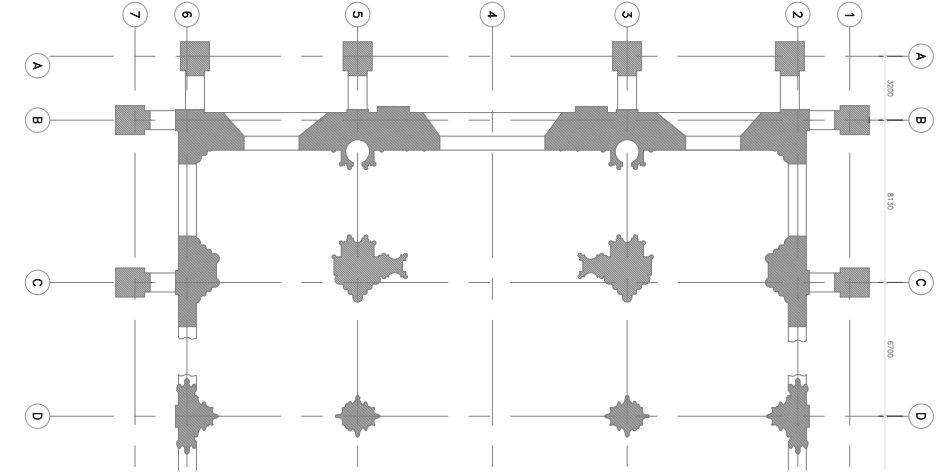
Considerando la carga y una transmicion de momento 0 debido a la aislacion sísmica, la seccion de la viga va a depender entonces de la cantidad de elementos estructurales sobre los que este soportada. Pudiendo existir dos extremos:

- (1) A cada elemento vertical original, un elemento vertical nuevo.
- (2) Desplazar todas las cargas hacia los bordes del subterráneo, liberando el centro.

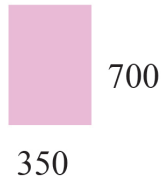
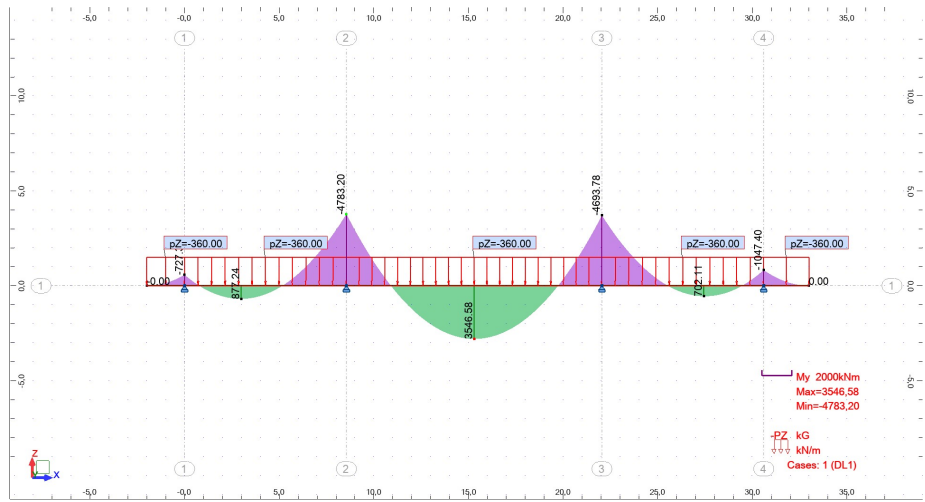
Utilizaremos como elemento a estudiar, la viga hipotética que sostendría la fachada norte. Eje B

Considerando:

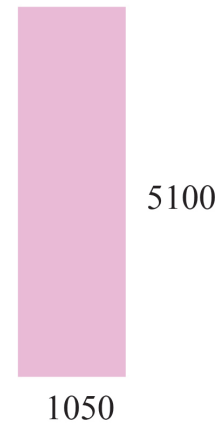
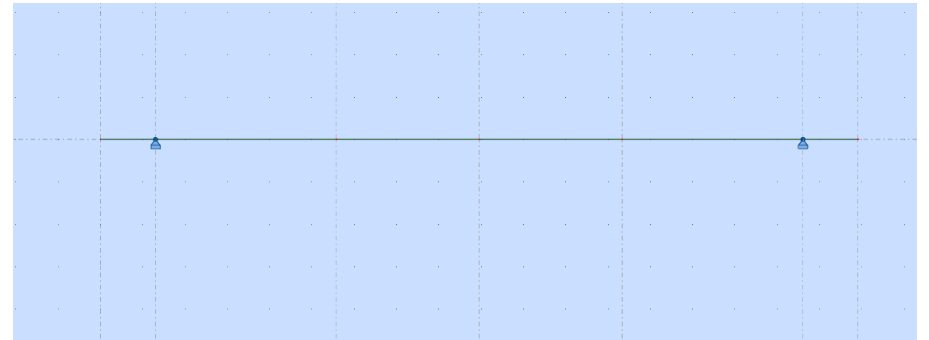
- Cuatro (4) columnas verticales originales a 2,6 m ; 11,15 m ; 24,65 m ; 33,2 m. Convertidas en 4 Cargas Puntuales de 612 kN ; 720 kN ; 720 kN ; 620 kN
- Carga distribuida 20 kN/m
- Viga de fundacion desde 0,0 m hasta 35,8 m desde el origen.



Structure - MY; Cases: 1 (DL1)



Caso (1)
A cada carga, una nueva columna inferior.
Resultado subterráneo, Sala hipóstila de tres naves de 6, 11 y 6 m



Caso (2)
Solo columnas subterráneas al borde del edificio
Planta llibre
**Viga de seccion impracticable

¿Cuanta luz?

La habitabilidad de espacios subterráneos esta en gran parte determinada por la calidad de la luz natural que recibe. La condición de subterráneo público no es un tema nuevo en la arquitectura ya existiendo soluciones espaciales y técnicas conocidas. En el caso del centro de extensión cultural la moneda, un piso de cristal suficientemente resistente fue proyectado sobre las vigas, permitiendo un espacio subterráneo con iluminación adecuada para el uso público masivo. Otro es el caso del museo de arte precolombino MAPI, donde dos patios o fosas de luz son proyectados a los extremos del nivel subterráneo, permitiendo una iluminación natural que, si bien no inunda el espacio, está acorde a las necesidades de un museo de objetos. En el caso de el subcentro escuela militar, un sistema de túneles que abren a patios es la solución que permite una iluminar y orientar los espacios subterráneos.

Por otro lado, según el artículo 4.1.2 de la OGUC, para recintos habitables, aquellos que están destinados a la permanencia de personas, se requiere al menos de una ventana con un distanciamiento perpendicular a esta de al menos 1,5 m. Solo son excepciones a esta normativa, salas de cine, de reunión o venta, y locales comerciales pertenecientes a centros comerciales en los cuales se precisa la instalación de sistemas de ventilación artificial

En el caso de este proyecto, el subterráneo al imaginarse como un espacio uso y programas públicos, proveída la amplitud de maniobra dispuesta por la ley, la definición de la cualidad lumínica del espacio en el proyecto estará dada por la posibilidad técnica de iluminar, siempre deseando la mayor cantidad de luz natural posible

¿Como se accede?

El desplazamiento vertical en espacios públicos típico clásico de la arquitectura, la “arquitectura de accesos” como un conjunto de nociones históricas y técnicas de espacios que articulan tanto la calle con el interior y un nivel con otro. En conflicto con este, la normativa de accesibilidad universal y la obliagtorierad del manual de accesibilidad Universal para todo proyecto nuevo, de financiamiento público o privado a construirse en Santiago.

En el caso de este proyecto, bajar del nivel de calle a un espacio subterráneo es ineludible debido al poco espacio existente entre la estructura y los deslindes. Sería impracticable bajar con una rampa amplia de baja pendiente. Sin embargo, esto llama la atención a proveer un sistema de circulación vertical que logre negociar la estrechez de espacio, la noción de público, el desplazamiento lateral del edificio, la pendiente de una rampa accesible y la profundidad del subterráneo.

¿Cuanto Programa?

El programa definido en el punto 1, de espacios de reunión y espacios públicos relacionados con la iglesia, es considerado según normativa un edificio público.

La programación del edificio podría separarse en dos tipos de espacios, aquellos que puedan disfrutar de una mayor cantidad de luz natural, al borde del subterráneo: espacios públicos, de reunión y descanso. Y aquellos que puedan tener una cantidad de iluminación menor dentro del espacio huella de la nave central: Salas de conferencia, clases, espacios para el deporte.

¿Como son sus instalaciones?

El proyecto de instalaciones como asunto propio de la arquitectura se hace especialmente interesante en un proyecto donde todo se mueve respecto a la infraestructura eléctrica y sanitaria de la calle.

El desplazamiento lateral posible de la edificación implica la necesidad de que las instalaciones puedan desplazarse sin sufrir daño. La condición necesaria para estos es que las instalaciones tengan un detalle constructivo en el cual posean libre movimiento en 3 ejes de forma que se muevan junto al desplazamiento horizontal, pero también que el giro vertical provocado por el desplazamiento horizontal no se traduzca en esfuerzos de corte.

En el caso de la basílica, las instalaciones se dan por su fachada hacia huérfanos.

Proyecto

A la fecha, la Basílica pareciera que está nuevamente siendo pensada para terminar con su perpetuo derrumbe, los fondos y los acuerdos la postulan a ser de los primeros edificios en Chile en recibir un costoso proyecto de reacondicionamiento sísmico estructural. Esto sumado a su importancia simbólica y patrimonial y su historia de periplos estructurales da espacio para abrir oportunamente el proyecto ingenieril hacia un proyecto de arquitectura que permita discutir negociar y dar espacio.

El proyecto de arquitectura es entonces una consecuencia consciente del proyecto de estructura, encontrado ahí oportunidades para el diseñar. En el caso de este proyecto, es la constitución de una cripta habitable, capaz de ser programada y que luzca en su forma y espacialidad las vicisitudes técnicas y desafíos ingenieriles que le permitirían existir.

Propuesta:

(1) Proyecto de aislacion sísmica

(2) Un solo volumen de la menor cantidad de metros de fachada sobre suelo posible para la circulacion vertical, la accesibilidad y la flexibilidad de las instalaciones.

(3) Un subteraneo que conste de dos partes.

- Un anillo exterior de programas iluminados y públicos.
- Un centro de programas privados y de grandes programas.

(4) Un nuevo proyecto de pisos para el interior de la Basílica, el zócalo y la vereda.

Bibliografía

REFERENCIAS

Kelly, J. P. (2001). The installation of a seismic isolation system for building retrofit (thesis). Massachusetts Institute of Technology. <http://hdl.handle.net/1721.1/84262>

Takahashi, N, Katakai, Y, Aoki, T. 2020. Optimal structural restoration of historic building in Japan considering lifecycle seismic loss analysis. *Japan Architecture Rev.* 2020; 3: 284–297. <https://doi.org/10.1002/2475-8876.12151>

Eric Elsesser (Pres.), William Honeck (Senior Principal) & Mason Walters (Principal) (1995) *Seismic Retrofit of the Oakland City Hall, Oakland, California*, Structural Engineering International, 5:1, 12-14, DOI: 10.2749/101686695780601448

OBRAS

Renovation of the Chilean Museum of Pre-Columbian Art, Smiljan Radic, 2014, Santiago.

Restauración y ampliación del Palacio Pereira, Moletto, Puga, Velasco, 2019, Santiago.

Proposal for student Housing on a terrace Building, Nicholas Grimshaw, 1967, Londres.

International Children's Literature Library, Tadao Ando, 2002, Osaka.

L.A City Hall Seismic Retrofit, A.C Martin, 2002, Los Angeles.

Tate Modern turbine hall, Hermoz & de Meuron, 2000, Londres.