

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CÚPULA EN
LA IGLESIA SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS”**



**INFORME TÉCNICO POR EXPERIENCIA PROFESIONAL CALIFICADA
PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR
Sr. HANS PEÑA PRADO**

**LIMA – PERÚ
2013**

AGRADECIMIENTO:

- A Dios por darme salud y constancia para dedicarle a esta carrera que me da tantas satisfacciones profesionales y personales.
- A mis padres, a Don Hugo Peña Cruz, un ejemplo de padre, ingeniero, ser humano y a Doña Flor de María Prado Gordillo, sabia entre sabias, maestra por siempre.
- A mi abuela Angélica Gordillo Vda. Salas “Mamangélica” que desde el cielo observa con una sonrisa y dándome su bendición,
- A mis hermanos Hugo, Lizeth y Karina por su constancia en la vida, en mi mamita Carmen que siempre cuida de nosotros.
- A Gabriela Correa Velásquez que será mi compañera toda la vida y que siempre apoya en mi crecimiento personal y profesional.
- A excelentes profesionales: Ing. Enriqueta Pereyra, Ing. Liliana Echavarría, Ing. Genaro Delgado, por su disposición y tiempo para lograr esta meta en mi vida.

DEDICATORIA:

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron presentes cuando necesite de su apoyo.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO:	2
1. INTRODUCCIÓN	6
2. DATOS GENERALES	8
2.1 LA SOCIEDAD	8
2.2 DATOS DEL PROYECTO.....	9
2.3. PLANO DE ARQUITECTURA	13
2.4. PLANO DE ESTRUCTURA	14
3. PLANIFICACIÓN	15
3.1. PLANEAMIENTO	15
3.1.1. Sectorización	16
3.2 DEFINICION DEL ENCOFRADO	22
3.2.1 Definición del Proveedor:	22
3.3 CONSTRUCCION	22
3.3.1 Mejor Idea	23
3.3.2 Concreto a usar:	23
3.3.3 Prototipos de Ejecución:.....	24
3.3.4 Acarreo de Materiales:.....	31
3.3.5 Prevención de Riesgo (Malla Interior)	31
4. EJECUCIÓN	34
4.1 COMUNICACION:	34
4.2 PROCESO CONSTRUCTIVO	35
4.2.1. Topografía:.....	37
4.2.2 Alzaprismado:	39
4.2.3 Encofrado Interior:	42
4.2.4 Acero:	43
4.2.5 Encofrado Exterior:	44
4.2.6 Prevención de Riesgo:	45
4.2.7. Vaciado de Concreto:	51
4.2.8 Desencofrado:	51

4.3 REVISION DE PLANIFICACION:	52
4.4. RETROALIMENTACIÓN (MEJORA CONTÍNUA):.....	54
5. RESULTADOS	56
5.1. RENDIMIENTOS:	56
5.2. DESPERDICIO DE MATERIALES.....	57
5.3. PRESUPUESTO	57
5.4. PLAZO DE EJECUCION.....	59
ANEXOS	60
ANEXO 1 MEMORIA DESCRIPTIVA ARQUITECTURA	60
ANEXO 2 MEMORIA DESCRIPTIVA ESTRUCTURA	64
ANEXO 3 MEMORIA DESCRIPTIVA ACÚSTICA.....	68
ANEXO 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRIPLAY 12MM	72
ANEXO 5 ESPECIFICACIONES T. CONCRETO AUTOCOMPACTADO	73
ANEXO 6 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO PARA LA CÚPULA	75
ANEXO 7 MATRIZ DE CONTROL OPERACIONAL IGLESIA.CÚPULA.....	80
ANEXO 8 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES.....	85
ANEXO 9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEMALAC	86
ANEXO 10 FICHA TÉCNICA: VARILLA DE ACERO 8 MM, GRADO 60	87
6. FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS	88
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
7.1 CONCLUSIONES.....	92
7.2 RECOMENDACIONES	92
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

1. INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento de la Asociación Pro Ecclesia Sancta, entidad religiosa perteneciente a la Iglesia Católica, y a la necesidad de contar con un local adecuado para el desarrollo de las actividades, es que surgió la idea de proyectar un local destinado a Iglesia y Centro Pastoral Sagrado Corazón de Jesús, donde se desarrollan labores religiosas, culturales y de servicio a la comunidad.

El Programa del proyecto se desarrolló sobre un terreno vacío de 7 884,12m² y un área total construida de 11 925,28m² al cual se ingresa peatonalmente desde la Av. La República y con acceso vehicular por el Jr. Santorín en el distrito de Santiago de Surco.

La estructura de la Cúpula (techo de la iglesia) está compuesta principalmente por una cáscara de concreto armado de 15 cm de espesor que desarrolla la forma aparente de un cono. Toda esta estructura está rigidizada en la parte inferior por una serie de contrafuertes de concreto armado (muros de 35cm de espesor) y la propia losa del techo adyacente, que también constituye un anillo de confinamiento.

Volúmenes rectangulares de menor jerarquía y anexos a la Iglesia como la sacristía, la capilla y los velatorios, ayudaron a formar el perfil del Jr. Santorín a una escala menor.

Con la construcción de La Cúpula se logró desarrollar un proceso constructivo novedoso al no ser una estructura convencional, se analizaron y se utilizaron equipos y materiales ideales para el tipo de estructura y se realizó las medidas de seguridad para la Prevención de Riesgos.

A partir de este proyecto la Asociación Pro Ecclesia Santa logró convertirse en una congregación de avanzada donde predominan los eventos en lugares adecuados y los espacios ideales para su desarrollo, mostrando modernidad estando a la vanguardia de lo requerido, además se mostró como un grupo de fieles organizados logran un objetivo grande, pues el presupuesto se logró a partir de donaciones y acuerdos comerciales que partieron de ésta asociación.

El proyecto de la IGLESIA Y CENTRO PASTORAL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS, es uno de los más representativos de la empresa Graña y Montero siendo conocida y reconocida por LA CÚPULA, ya que unieron profesionales jóvenes con ideas frescas que llevaron a terminar la construcción con planificación, orden y medidas. Así mismo se encontró el camino para desarrollar el proceso constructivo que al momento de recibir planos no habían antecedentes similares, éstos procesos ordenados se detallan en los capítulos que a continuación se presenta.

2. DATOS GENERALES

2.1 La Sociedad

El proyecto IGLESIA Y CENTRO PASTORAL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS se concibió a través de un consorcio, 2 empresas participaron en la construcción y manejo económico de esta construcción.

Graña y Montero con 75 años y reconocida en el mercado peruano por su eficiencia y calidad en este rubro, con proyectos de gran envergadura, se asoció con la empresa EIVISAC, ésta es una empresa con 15 años en trabajos del movimiento de tierras, propietaria de diversas maquinarias que apoyó a que el presupuesto en lo que respecta al alquiler de equipos pesados sea económico, esto debido a que el dueño de EIVISAC (Iván Vildoso) pertenece a la Asociación Pro Ecclesia Sancta, es decir pertenece al grupo de fieles que darían uso a la iglesia y que era su aporte a la realización de esta obra que por muchos años fue anhelo de esta congregación.

El consorcio tuvo la siguiente participación:

- GyM S.A. (70%) y EIVISAC (30%).
- GyM Gerencia la Sociedad y Gerencia de Construcción.
- Se construyó el proyecto a PU y por administración (Cúpula) y GG fijos.
- Supervisión Externa (contratada por congregación religiosa).
- Honorarios compartidos con Socio (según % participación).

El staff de ingenieros con el que contó el proyecto se conformó de la siguiente manera:

- Ingeniero Residente (GyM): ARQ. VICTOR LEÓN
- Ingeniero de Oficina Técnica 1(GyM): ING. TAREX ROJAS

- Ingeniero de Oficina Técnica 2(EIVISAC): ING. JULIO YEPEZ
- Ingeniero de Producción 1(GyM): ING. HANS PEÑA PRADO
- Ingeniero de Producción 2(GyM): ING. LUIS ALTEZ
- Administrador de Obra (GyM): VICTOR SALDAÑA LEÓN

2.2 Datos del Proyecto

El cliente del proyecto es APES (Asociación Pro Ecclesia Sancta), constituido por un grupo de fieles católicos de clase económica alta que a través de donaciones consiguieron reunir la cantidad de dinero la primera etapa del proyecto.

La Iglesia y Centro Pastoral Sagrado Corazón de Jesús se ubica en la esquina Jr. Santorín/Av. La República – Urb. El Vivero en el distrito de Santiago de Surco – Lima.

PLANO DE UBICACIÓN DE PROYECTO “IGLESIA Y CENTRO PASTORAL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS”

La fecha de arranque del proyecto fue 03 de agosto del 2007, siendo su fecha de entrega el 18 de marzo del 2008 considerando esta etapa el casco de la iglesia (incluyendo techo cupular del templo) y la construcción de 3 sótanos de estacionamiento, posteriormente se realizó el contrato por los acabados aumentando plazos de entrega.

El proyecto arquitectónico está conformado de:

- La Iglesia (incluye La Cúpula)
- El Edificio Pastoral
- El Velatorio
- Los Estacionamientos

El primer edificio es la Iglesia o nave, la cual con una capacidad de 750 personas, fue diseñada a manera de un gran espacio ovalado con el altar mayor al final del eje principal, todo dentro de un espacio cerrado perimetral, el cual permite definir una zona de amortiguamiento entre el interior y el exterior. Este espacio permite desarrollar los servicios anexos a la iglesia como los confesionarios, baptisterio, coro, sacristía y altares secundarios. A la iglesia se accede mediante un gran pórtico desde el patio principal y cuenta también con cinco salidas secundarias hacia el exterior, se ha dotado de baños para el público y minusválidos cerca de la zona de ingreso. La sacristía, una pequeña capilla anexa con acceso desde el exterior y la torre del campanario terminan de conformar los volúmenes de la iglesia.

El segundo edificio es el Centro Pastoral, con áreas de oficinas administrativas, biblioteca y salas de reuniones. Con cuatro pisos de altura, se ingresa desde el Jr. Santorín. El hall de ingreso en el primer nivel contiene los núcleos de servicios de escaleras y baños. Todos los niveles tienen núcleos de baños. El área especial para personas discapacitadas se encuentra en el primer nivel.

Se ha previsto que todo el edificio cuente con adecuadas instalaciones de seguridad, escaleras contra incendios ventiladas e iluminación, y ventilación natural en todos sus ambientes.

El tercer edificio es el Velatorio, diseñado como un volumen rectangular de un piso. Los tres velatorios tienen ingreso independiente desde el Jr. Santorin, un receso en el perfil de la berma permitirá el estacionamiento del auto funerario sin interrumpir el flujo vehicular. Los cada uno de los velatorios cuenta con un patio previo sin techar, baños y un pequeño kitchenette.

Los estacionamientos para todo el conjunto se han ubicado en dos sótanos y diseñado en cuatro niveles en forma de rampas continuas con una capacidad para 213 autos. Las rampas también se comunican por escaleras que permiten atravesarlas y comunicarlas peatonalmente. En el sótano también están ubicados los respectivos cuartos de máquinas y bombas de agua, talleres de mantenimiento, cuarto de basura y depósitos varios.

A continuación se detallan el cuadro de áreas del proyecto:

CUADRO DE AREAS		
NIVEL	AREA DEL PROYECTO	TOTAL
SOTANO 3	955,42	955,42
SOTANO 2	3 573,67	3 573,67
SOTANO 1	3 911,31	3 911,31
1° NIVEL	2 531,64	2 531,64
2° NIVEL	420,48	420,48
3° NIVEL	266,38	266,38
4° NIVEL	266,38	266,38
TOTAL		11 925,28

Cuadro 1: Detalle de área techada del Proyecto “Iglesia y Centro Pastoral”

Por motivo de la obtención de donaciones se incrementó el alcance del proyecto, contratando al Consorcio GyM-EIVISAC para la compra y colocación de acabados en el interior del Templo. Ver anexo 1.

- Monto Inicial de Obra: US \$ 1 996 631,00 más IGV
- Monto Final de Obra: US \$ 3 103 188,93 más IGV

Con respecto a La Cúpula, es una estructura compuesta principalmente por una cáscara de concreto armado de 15cm de espesor que desarrolla la forma del cono; un anillo inferior (también de concreto armado) que está preparado para tomar los esfuerzos de tracción en la base del cono; un anillo superior que termina con una estructura metálica en forma de cruz que rigidiza la abertura superior. Toda la estructura del cono está rigidizada en la parte inferior por una serie de contrafuertes de concreto armado y la propia losa del techo adyacente, que también constituye un anillo de confinamiento. Ver anexo 2.

Se tuvieron en cuenta en el proceso constructivo detalles de las especificaciones acústicas que fueron fundamentales para la ambientación dentro del templo. Ver anexo 3.

2.3. Plano de Arquitectura

PLANO DE ARQUITECTURA DE PROYECTO “IGLESIA Y CENTRO PASTORAL
SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS”

2.4. Plano de Estructura

PLANO DE ESTRUCTURA DE PROYECTO “IGLESIA Y CENTRO PASTORAL
SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS”

3. PLANIFICACIÓN

3.1. Planeamiento

Para iniciar la construcción de La Cúpula, primero se debió conocer el tipo de estructura que se plasmó en campo. Al no ser una obra convencional se organizaron reuniones de ideas donde participó toda la línea de mando profesional que integraban el ingeniero residente, el ingeniero de oficina técnica y los ingenieros de campo (2), en éstas reuniones se debió estar convencidos cual sería el proceso constructivo y qué tipo de materiales deberíamos usar, la cantidad de personal obrero calificado a reclutar y los tiempos con los que contábamos para desarrollar esta estructura.

Al tener claro el concepto de La Cúpula, se integran a las reuniones el maestro de obra, el prevencionista de riesgo de seguridad y el topógrafo general del proyecto, el personal obrero calificado es de suma importancia pues al tener conocimientos empíricos, a lo largo de su experiencia en obras podían proporcionar ideas para plasmarlas en la obra. Pues como menciono inicialmente la reunión de ideas es para comunicar ideas, desarrollarlas, mejorarlas y salir a campo con un solo concepto que fue desarrollado y no tener descoordinaciones y dobles órdenes.

La agenda de estas reuniones se basó en lo siguiente:

- Conceptualización de la Cúpula
- Alternativas de Proveedores
- Alternativas de materiales a usar
- Sectorización
- Cronograma Macro
- Lookahead
- Análisis de Restricciones

3.1.1. Sectorización

Se tuvieron reuniones con el ingeniero proyectista estructural Marcos Tinmann (PRISMA) para que nos recomendara el tipo de vaciado, necesitamos confirmar si la estructura podíamos vaciarla por partes, por anillos, de manera monolítica, que debía ser prefabricada. La recomendación fue que podíamos vaciarla de manera monolítica o por anillos, la primera se descarto desde que fue escuchada pues eso significaba tener materiales atrapados muchos días originándose pérdidas económicas, por lo que se decidió el vaciado en anillos.

La división en sectores de un proyecto usualmente se desarrolla por plantas considerando aspectos, como áreas, volúmenes, ubicaciones, etc.

La Cúpula era una estructura totalmente irregular, se debía encontrar la mejor solución para tener un tren de trabajo y seguir laborando con el frente de los estacionamientos que se venía desarrollando de manera paralela a la planificación de La Cúpula.

En la Reunión de Ideas de plasmaron 3 alternativas que a continuación se detallan comentando cuál posteriormente se usó:

ALTERNATIVA 1:

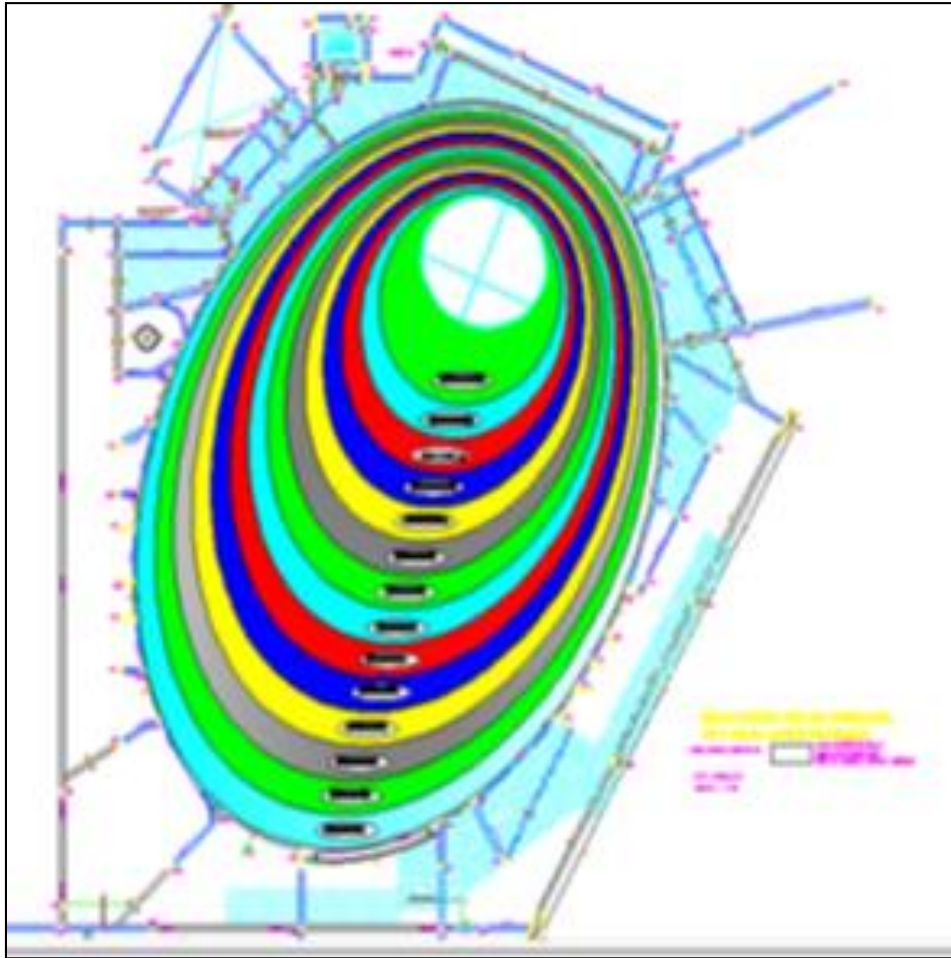


Imagen 1: Sectorización de Alternativa 1

Esta opción contempla 15 sectores que en la base tienen la mayor área y se iría reduciendo conforme el vaciado avanza. El trabajo en anillos completos como sectores no permitiría tener un tren de trabajo constante, los vaciados serían cada 2 días, el personal que no interviniera en el “día muerto” podría laborar en el frente de estacionamiento pero esto impediría tener mejoras, curvas de aprendizaje continuo y el avance no sería tan limpio y constante. También se contempló los tiempos que demoraría la bomba pluma en reubicarse por lo que se perdería dinero en HH por espera y los rendimientos no serían los esperados. SE DESCARTÓ.

ALTERNATIVA 2:

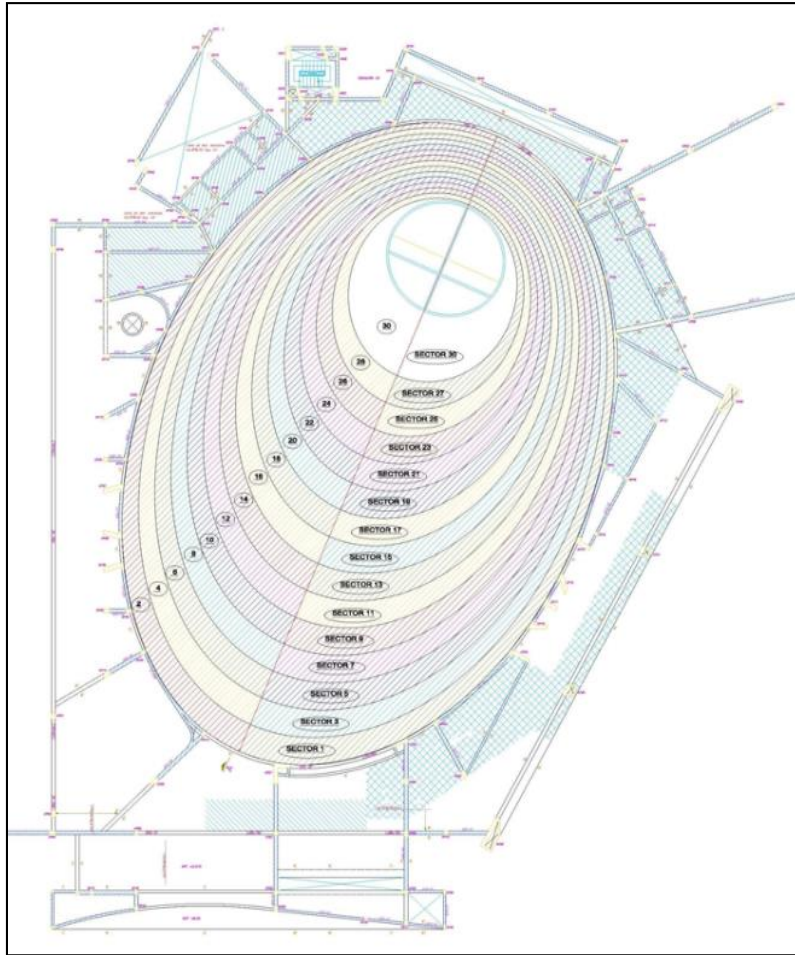


Imagen 2: Sectorización de Alternativa 2

Esta opción muestra anillos divididos en 2 partes iguales, la cual podría ser la mejor alternativa, áreas iguales es lo ideal en las sectorizaciones de obra pues se tendría el tren de trabajo que optimizaría los rendimientos de la mano de obra y los vaciados serían diarios. Recordemos que el concreto es la partida que marca el ritmo es el avance constructivo. Analizando este plano se consideró que el frente de los estacionamientos se desarrollaba en paralelo al de La Cúpula y al posicionar la bomba pluma cuando se vacíe el medio anillo se paralizaría toda actividad en Los Estacionamientos. SE DESCARTÓ.

ALTERNATIVA 3:

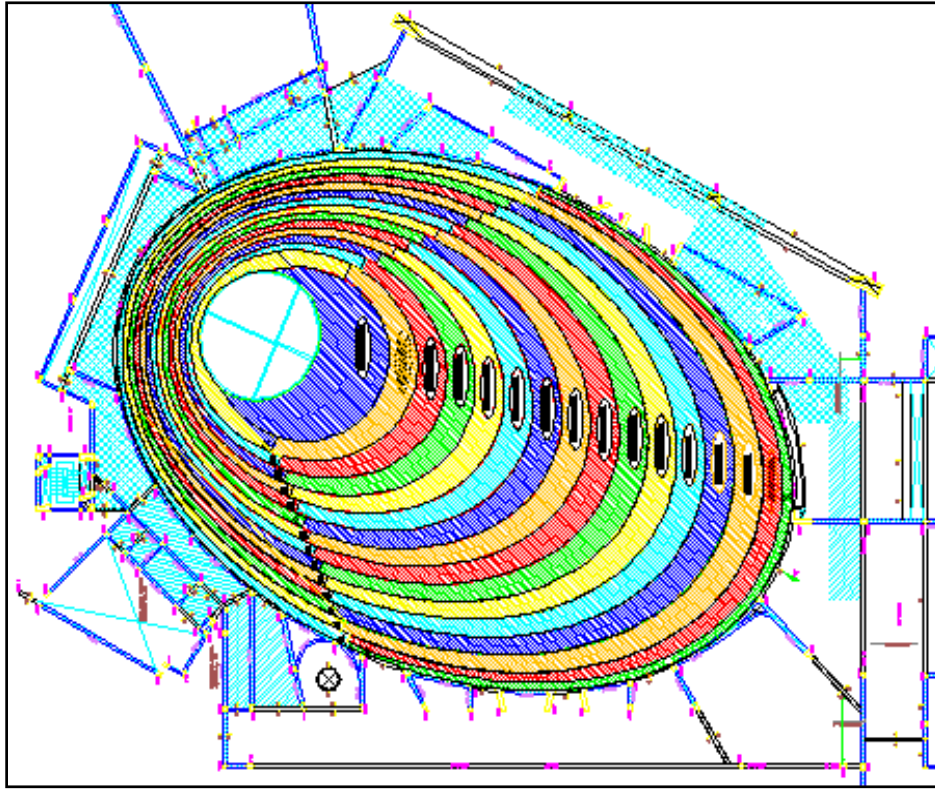
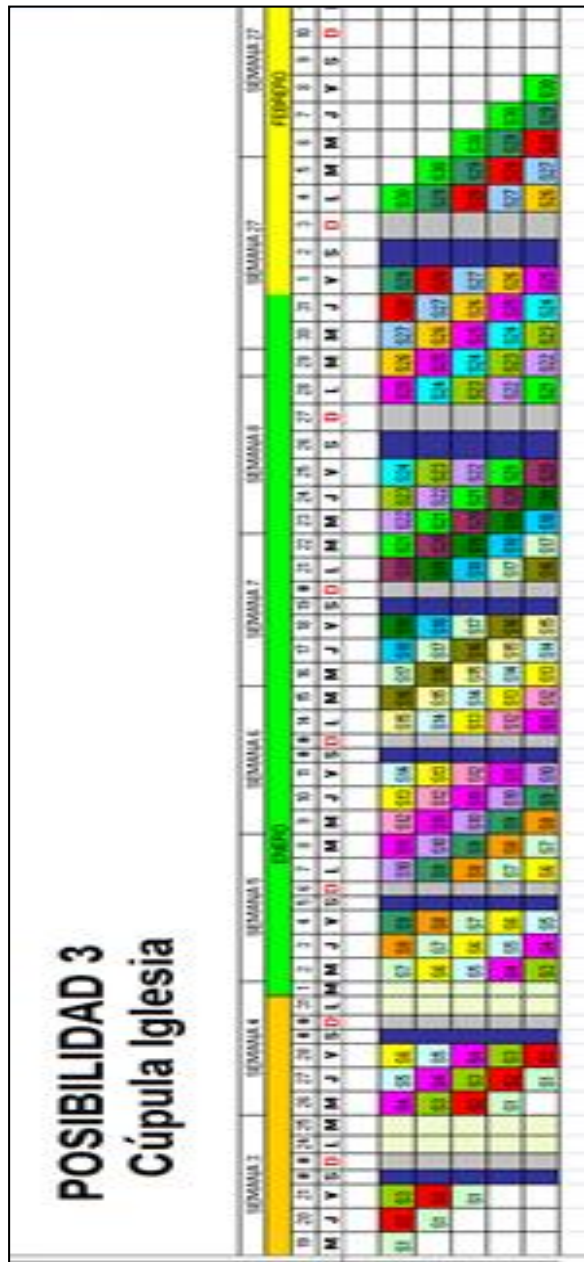


Imagen 3: Sectorización de Alternativa 3

Esta opción también considera dividir en medios anillos cada sector, analizando la distribución de áreas sería una mejor propuesta, porque el medio anillo con mayor área tendría una curva menos pronunciada y tendría “menor complejidad” que el medio anillo con una menor área pero que por su curva tan pronunciada significaría mayor trabajo en la colocación del encofrado. Un tema importante con esta opción es que no interferiría la ubicación de La Bomba Pluma en los trabajos en Los Estacionamientos. Para acotar, la forma de escalera en los cortes de vaciado fue para formar un endentado y los sectores puedan amarrarse entre sí, esto lo avalo el ingeniero estructural.



Cuadro 2: Tren de Trabajo que resultó después de aprobar Alternativa 3

Se observa el tren de trabajo continuo, ideal para la optimización de rendimientos y mejora en la curva de aprendizaje.

Lookahead y Análisis de Restricciones		Preparado por: VLH																													
		SEMANA 44 del 05/11 al 11/11							SEMANA 45 del 12/11 al 18/11							SEMANA 46 del 19/11 al 25/11							SEMANA 47 del 26/11 al 02/12								
Actividad / Restricciones	Fecha Requer.	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D
CUPULA	Resp																														
NIVELACION DE TERRENO																															
Relleno Manual																															
Nivelación con equipo																															
Compactación																															
CAMIA																															
Armadó de camia																															
<i>Orden de Servicio y contrato de equipo de LEMAS</i>	<i>TR</i>																														
<i>Contratar Transporte para traer equipo de LEMAS</i>	<i>TR</i>																														
<i>Supervisor de LEMAS (acreditar o contratar)</i>	<i>TR</i>																														
<i>Confirmación de diseño de obras</i>	<i>TR</i>																														
<i>Elaboración de planos</i>	<i>TR</i>																														
<i>Personal para acarreos (definir si es necesario)</i>	<i>TR</i>																														
CASTILLO SUPERIOR (COMO)																															
Armadó de Sector 1																															
<i>Llegada de equipo de LEMAS</i>	<i>TR</i>																														
<i>Personal cobres (definir cantidad)</i>	<i>TR</i>																														
Armadó de Sector 2																															
<i>Llegada de equipo de LEMAS</i>	<i>TR</i>																														
ENCUFRADO INTERIOR (Cierros)																															
Armadó de Sector 1																															
<i>Contratación de madera y tríples</i>	<i>TR</i>																														
<i>Compra y llegada de madera</i>	<i>TR</i>																														
<i>Compra y llegada de tríples</i>	<i>TR</i>																														

Cuadro 3: Lookahed y Análisis de Restricciones usadas semanalmente

Se observa el Lookahead y Análisis de Restricciones, herramientas de gestión que son básicas en la programación y planeamiento de proyectos. PROCEDE ALTERNATIVA

3.2 Definición del Encofrado

3.2.1 Definición del Proveedor:

El encofrado es el molde que tiene la forma de la estructura a vaciar, esta puede ser metálico, madera, o de aluminio. Debemos resaltar que para este tipo de estructura que era un techo cupular se debía alquilar o comprar lo siguiente:

- Equipo Soportería de Techo Cupular
- Material para Encofrado del cascarón de 0.15 m de espesor.

Las empresas con las que contábamos en la búsqueda de alquileres de encofrado y soportería eran las siguientes: ULMA, UNISPAN, EFCO. Inicialmente ninguna quería hacer el diseño y cotizar sin antes contratarlos, lo cual restringió poder tener números y cuadros comparativos para tener la mejor opción. Al tener GyM una excelente relación comercial con ULMA, ésta aceptó realizar la ingeniería de diseño de la Soportería de la Cúpula mas no del encofrado al ser una estructura irregular no se atrevieron a comprometerse en un proceso constructivo que debía analizar y decidir el staff de ingenieros de la obra. Inclusive ULMA recomendó una subcontrata que podía realizar el armado del alzaprimado (Soportería del techo de La Cúpula) y que sonaba atractivo pues era personal con experiencia en el sistema BRIO de andamios de ULMA, pudiendo tener tiempos pactados y en temas de números se tendría un costo controlado pues se las pagó un monto fijo ya pactado.

3.3 Construcción

En los siguientes párrafos se analizan la mejor alternativa en materiales para el encofrado y concreto en la construcción de La Cúpula, adicional se realizan prototipos a escala real a ras de campo para comprobar de forma real que dichas alternativas son viables en temas de producción y costos.

3.3.1 Mejor Idea

Se involucró al personal obrero calificado para que puedan pronunciarse con ideas que nos permitan mejorarlas y plasmarlas en campo, comentándoles de que se trataban los trabajos del techo cupular, se colocaron gigantografías pues se consideró que el apoyo de los trabajadores es punto clave para su correcto desarrollo. La motivación que se les dió a través de un premio a la mejor idea hizo que el entusiasmo y moral siempre estuvieran en alto. Se comenzó por una alternativa de material que al final se usaría: PLANCHAS DE TRIPLAY (1,22 m de ancho x 2,44 m de alto). Ver anexo 4.



Foto 1: Residente comentando proyecto de La Cúpula

3.3.2 Concreto a usar:

Al tener una soportería metálica y considerando que el encofrado debía tener el menor trabajo posible luego de verter el concreto al molde por la vibración, para respetar curvaturas y pendientes, se decide por un concreto líquido que es autonivelante, este es el CONCRETO AUTOCOMPACTADO (Ver anexo 5) no requiere el uso de vibradora. Se descartó una idea que era el shootcrete pues el costo era 40% más caro que el autocompactado y su desperdicio era de 35%, se pensó en esta alternativa pues no requiere el encofrado por la cara exterior, se realizaron cuadros comparativos pero siempre era más caro. La opción del proveedor quedó

limitada pues APES tenía excelentes relación con el Gerente Comercial de UNICON. El tipo de piedra usada en este tipo de mezcla es la piedra de Huso 89 (3/8”), si bien era un concreto caro era el ideal para esta estructura. El protocolo de aceptación de los camiones mixer para su vertido en obra era midiendo su extensibilidad, sólo se colocaba mezcla en el cono de abrahams, sin chuceo se levantaba y el concreto por su propio peso formaba una circunferencia que para que sea aceptado debía medir en todo su diámetro entre 0,50m y 0,60m de lo contrario no era aceptado y devuelto a planta.

3.3.3 Prototipos de Ejecución:

Al ser una estructura atípica y no estar seguros que tipo de encofrado funcionaría y qué tipo de plancha de triplay se usaría (9mm, 12mm, 15mm ó 18mm), se decidió realizar prototipos a escala real del alzaprimado escogiendo curvaturas según indica el proyecto. Esta sugerencia fue transmitida al cliente pues generaba un costo no contemplado, recordemos que este contrato era por administración, la explicación fue que al probar con TODA la soportería en campo debería pasar días donde se pagaría el alquiler por día haciendo muestras, incurriendo en sobrecostos por lo que teniendo la aprobación del cliente se procedieron con los prototipos. Se requirió saber qué tipo de encofrado y concreto sería el correcto.



Foto 2: Prototipo a escala real.



Foto 3: Vista Posterior de Prototipo

PROTOTIPO 1: Se usa la alternativa más económica, planchas de triplay de 9mm y para darle la curvatura usamos fierro de 5/8" de diámetro tanto interior como exteriormente, al ser flexibles garantizarían la curvatura y las pendientes que el diseño requería, el encofrado interior estarían soportados por vigas de 12m proporcionadas por ULMA (vigas ULMAFLEX). Como se observa en la fotografía al momento de iniciar el vaciado el encofrado exterior se pandea parando inmediatamente este proceso, para luego desencofrar lavar y probar otra opción. Esta opción falló por la flexibilidad de las planchas de triplay de 9mm que demostraron no ser ideales para este encofrado. DESCARTADO



Foto 4: Prototipo 1

PROTOTIPO 2: Se usó triplay de 12mm, se observó que se usó demasiado arriostre y bastidores de madera de 2"x3"x10' en la parte exterior donde se consumirían demasiadas HORAS Hombre (HH), se decidió probar con el vaciado, el resultado fue satisfactorio pero por tema de números y cuadros comparativos se decidió probar con otro diseño de encofrado. El espesor de la plancha demostró ser ideal pero, como es mencionado se usó gran densidad de madera como arriostre lo que significaba un gasto económico considerable y un rendimiento de mano de obra bajo. DESCARTADO



Foto 5: Prototipo 2

PROTOTIPO 3: Se ensayó con triplay de 15mm, se colocaron arriostres de madera de 2"x3"x10' a distancia de 0,60m entre una y otra, se observó que el vaciado se desarrolló de manera normal y el acabado al momento de desencofrado fue más que aceptable. En esta alternativa se usaron arriostres con madera, pero se tuvo la idea de colocarle elementos de mayor sección por lo que se arriostaría con vigas ulmaflex, esta se desarrolló en la etapa de construcción, pero tuvo gran aporte pues los resultados fueron óptimos. ACEPTADO



Foto 6: Prototipo 3, ACEPTADO

PROTOTIPO 4: Se probó con el triplay de 18mm, se observó que este tipo de plancha no era flexible para las curvaturas deseadas, por lo que se decide seccionar horizontalmente las planchas en 4, se incurría en muchas HH y excesivo desperdicio del material.

Esta opción en un principio no se le tuvo confianza ya que este tipo de planchas es usado por su gran rigidez en el encofrado de elementos verticales, pero estábamos en etapa de pruebas y se trataba de eso, de demostrar de manera real que no era la mejor alternativa para estructuras curvas y de distintas pendientes.



Foto 7: Prototipo 4

MUESTRAS CON CONCRETO AUTOCOMPACTADO: Como lo mencionamos en el concreto autocompactado no se le midió la el slump, se le midió la extensibilidad, esta es colocar el concreto en el cono de abrahams, levantarlo verticalmente y dejar que fluya por su peso propio, el concreto formaba un circulo y se le medía el diámetro, esa es la extensibilidad. La facilidad de este concreto es no vibrar, como estábamos en etapas de prueba se decidió probar con 2 muestras:

Muestra 1: Concreto Autocompactado con vibrado con extensibilidad 0,50m (sin aditivo).

Muestra 2: Concreto Autocompactado sin vibrado con extensibilidad 0,60m (sin aditivo).

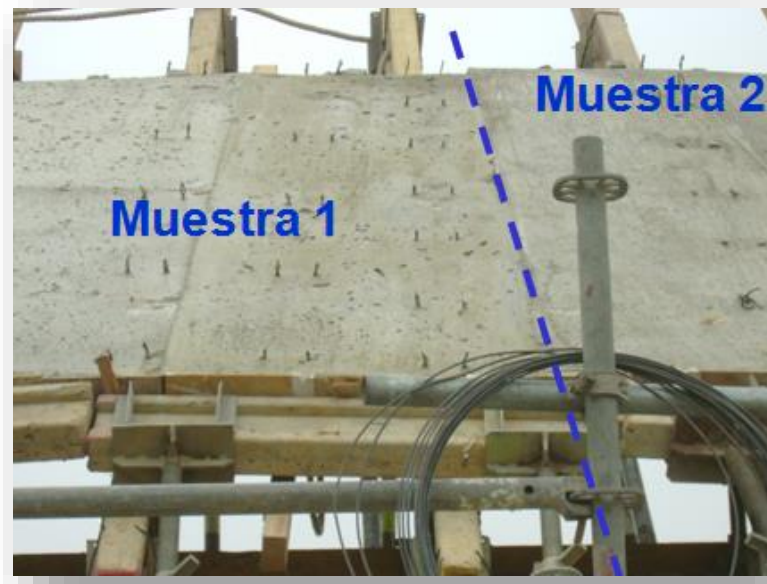


Foto 8: Muestras de Concreto (Vibrado/Sin Vibrado)

Antes de tener una conclusión, se tuvieron reuniones con el Ingeniero Acústico del proyecto, recomendando que tanto la cara exterior como la interior deberían ser lo más lisas y parejas posibles debido a que en el interior se usarían productos acústicos (Sound Spray) y según especificación éste requería aplicarlo sobre una superficie sin grandes cantidades de poros y sin presencia de óxidos (alambres).

RESULTADOS Y ENSEÑANZAS DE PROTOTIPOS/MUESTRAS

- Para el encofrado probamos con triplay de 9mm, 12mm y 15mm, y 18 mm, se aprobó 15mm.
- Para la forma curva se probó con acero de 5/8", finalmente no se uso nada para dar forma. Sólo arriostres de vigas Ulmaflex en su exterior.
- Para el aseguramiento de encofrado se probó con listones, vigas ulmaflex, pasadores de ulma y alambre N°8, la conclusión fue usar vigas ulmaflex y alambre N°8.

- Para el concreto se probó con una extensibilidad de 50 cm y 60 cm, vibrando y sin vibrar, golpeando con el martillo de goma y sin golpear, la conclusión fue extensibilidad de 60 cm y golpear con martillo mango de goma.

3.3.4 Acarreo de Materiales:

Acarreos Materiales: Fierro

- El metrado total fue de 23,3 t, por lo cual en promedio cada sector tenía 0,8 t, el fierro era acarreado con sogas hasta el techo de la Iglesia y posteriormente era acarreado manualmente por la escalera de la cúpula hacia su sector respectivo.
- Se necesito cortar en 2 las varillas colocadas en la dirección radial a la cúpula, debido a la flexibilidad de la varilla de 8mm. Pues al estar sobre una plancha de triplay de largo: 2,44 m, el cuerpo del acero de 9m “volaba”.

Acarreo de Materiales: Madera

- Los triplay de 15mm usado para el encofrado interior – exterior, fue acopiados en el techo de la Iglesia, repartiéndolos uniformemente en el techo para no generar cargas punzonantes, luego las planchas necesarias para el sector eran acarreadas con sogas.
- El acarreo de planchas de triplay al igual que el acero no fue determinante para el avance.

3.3.5 Prevención de Riesgo (Malla Interior)

Sumado a las medidas de seguridad inicial como fueron líneas de vida, arneses con doble enganche, iluminación por dentro se optó por tener máximas medidas en el interior, que generaban espacios confinados.

Los espacios confinados se le llaman a lugares de trabajo donde existe sólo un ingreso, una salida, poca generación de oxígeno y poca iluminación.

Se colocaron mallas de circo en el interior, esto para sostener ante una eventual caída a trabajadores o ingenieros supervisores, las condiciones que debían tener eran formar niveles completos cada 3 m de altura y ser traslapadas cada 1,5 m. Se hicieron pruebas lanzando 2 bolsas de cemento llenas (85 kg) en presencia de los trabajadores para que la concientización sea la mayor pues es una construcción de generaba trabajos de alto riesgo. El resultado fue que al momento de que las bolsas tocaban las mallas estas las amortiguan, no permitiendo el paso de la persona al piso. A pesar de esto siempre existía la posibilidad de que el trabajador ante una eventual caída choque con el equipo de alzaprimado por lo que las charlas de seguridad todos los días se pudieron reconocer los peligros en el ambiente laboral y estar concentrado y amarrado en todo momento.



Foto 9: Alzaprimado Interior, Prueba de soporte de malla.



Foto 10: Mallas retienen bolsas de cemento.

En la etapa de planificación se analizaron los distintos riesgos en los trabajos referentes al proceso constructivo de “La Cúpula”.

Se crearon en coordinación con Prevención de Riesgo documentos que fueron difundidos al personal, estos son:

- Procedimiento de Trabajo seguro de “La Cúpula” (Ver anexo 6).
- Matriz de Control Operacional La Iglesia – La Cúpula (Ver anexo 7).
- Matriz de Identificación de peligros Iglesia-Cúpula (Ver anexo 8).

4. EJECUCIÓN

4.1 Comunicación:

Fue el éxito proyecto, la planificación y el traslado de los datos en todo nivel jerárquico dentro de esta organización fue vital para su desarrollo según lo concebido y no existieron desviaciones en los procesos que pudieron ocasionar retrasos en los mismos, así el flujo fue constante.

La línea de mando en campo estuvo conformada por:

- Ingeniero de Campo
- Maestro de Obra
- Prevención de Riesgo
- Capataces de Cuadrilla

Se desarrollaron planes a 4 semanas (Lookahead), Análisis de Restricciones y de Riesgo, Programas Semanales y Programas Diarios, siendo este último el repasado un día antes para que pueda ser plasmado en la distribución de personal en los trabajos ya coordinados.

Los programas semanales eran los discutidos en las reuniones semanales de obra, en ésta se apreciaba 2 temas: Los trabajos no cumplidos y sus causas y los trabajos que eran meta para la semana de la planificación.

El desarrollo del Lookahead (Programa a 4 semanas), fue fundamental pues ayuda al área de Logística a realizar las compras necesarias para los trabajos productivos y materiales necesarios para la Seguridad.

La comunicación es distinta en cada nivel jerárquico, pero el fin debe ser el mismo, el que todos los trabajadores involucrados en los procesos constructivos de La Cúpula tengan conocimiento de que necesita el proyecto semana a semana y día a día inclusive, así como la línea de mando tiene reuniones de coordinación, el maestro de obra se reúne con los capataces

y éstos con sus cuadrillas. Es una cadena que debe empezar con la disposición de los ingenieros para que su obra sea ordenada y segura. Esa es la comunicación antes de la jornada laboral, durante el día se usaron radios Handy donde los responsables hacen los llamados y trasladan indicaciones y órdenes que se afinan en la jornada.

4.2 Proceso Constructivo

El desarrollo en campo en los obras son similares, la obra de La Iglesia y Centro Pastoral Sagrado Corazón de Jesús y sobre todo el reto de La Cúpula hicieron que los procesos constructivos fueron novedosos y distintos al resto de proyectos, es por eso que se convirtió en símbolo de GyM.

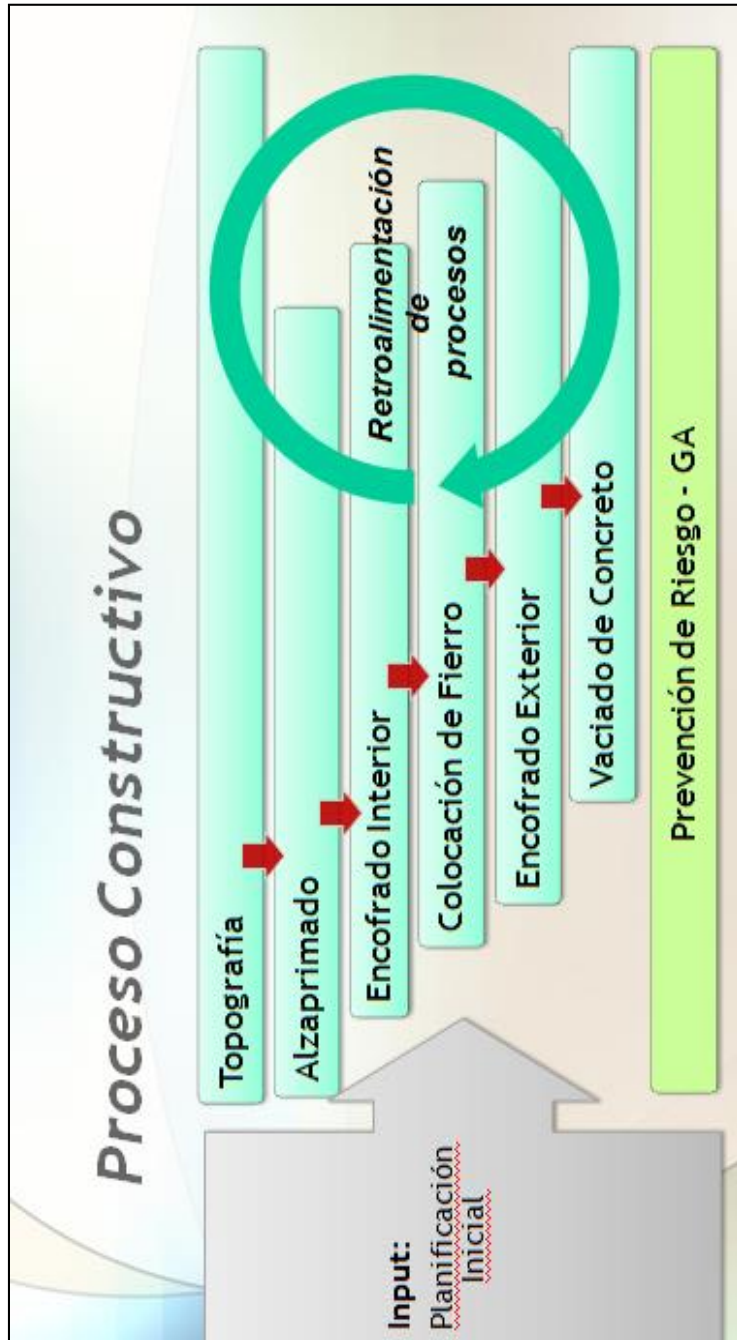


Imagen 3: Proceso Constructivo de estructura de “La Cúpula”

4.2.1. Topografía:

El punto de partida para dar inicio a la construcción de La Cúpula era necesario tener concluida la estructura previa, los contrafuertes (muros), techos y terreno compactado.



Foto 11: Se muestran requisitos para empezar con la Cúpula

Con el diseño del alzaprimado de ULMA y el análisis de los planos enviados por el proveedor se colocan los ejes en campo (con yeso), cabe mencionar que la soportería tiene una serie de ejes que debían respetarse desde la base. Al tener estas marcas se colocan tabloncillos de madera para tener una base totalmente nivelada.

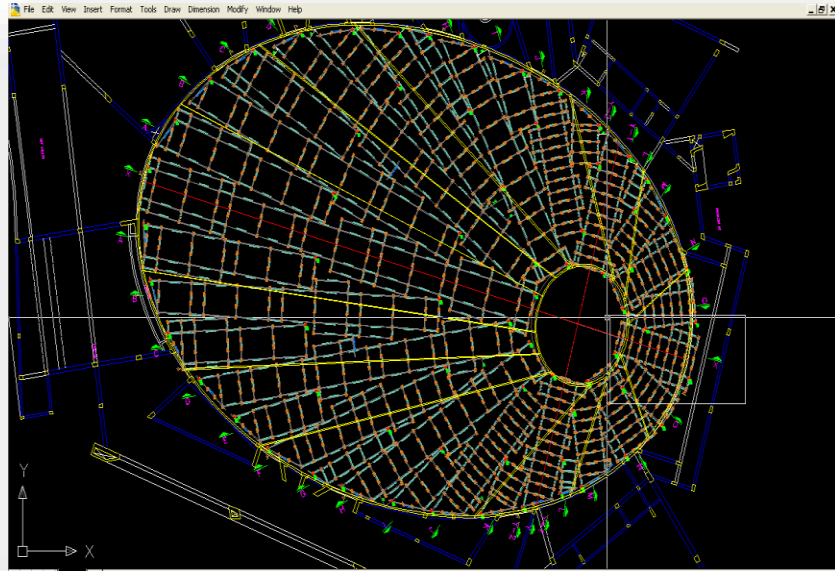


Imagen 4: Desarrollo de ULMA de Soporte de Techo de La Cúpula.



Foto 12: Muestran los ejes del diseño de proveedor marcado con yeso.

Los recursos utilizados para la topografía fueron los siguientes:

- Un topógrafo calificado
- Tres ayudantes de topografía
- Una Estación Total
- Autocad 2007 3D
- AutocadLand 2006
- Laptop Full time

Cabe mencionar que algunos posicionamientos topográficos que se requería eran fuera de la obra, por lo que se debía gestionar con los vecinos del perímetro el ingreso a sus techos para que el trabajo sea desarrollado desde esos puntos.

Una de las responsabilidades en el arranque de los procesos eran los siguientes:

- Trazo de ejes de apoyo del alzaprismado
- Verificación de la horizontalidad del alzaprismado

4.2.2 Alzaprismado:

Es el conjunto de andamios metálicos unidos desde la base hasta la cota superior de La Cúpula que forman el soporte del techo.

En esta etapa se decide subcontratar a una empresa especialista en montaje de este tipo de estructuras, escenarios, etc., que fue recomendado por el proveedor ULMA, se analizó la propuesta y fue una excelente alternativa pues evitaba tener la curva de personal, es decir, dependiendo del avance de esta soportería y su altura se requerían cuadrillas donde se necesitaban más operarios que ayudantes y viceversa, esto lo controlaba la subcontrata y daba al proyecto la tranquilidad de manejar los costos en el recurso de la mano de obra pero siempre existía una supervisión constante con respecto al tema de Seguridad y al tema de

Calidad inclusive se asignaron personal obrero de GyM en campo que con planos revisara al detalle el correcto avance del alzaprismado en cuanto su armado y la revisión permanente de los ingenieros de campo y topógrafo de GyM.

El alzaprismado tiene su arranque con la colocación de las gatas bases sobre tablones de madera.



Foto 13: Muestra las gatas bases del alzaprismado sobre tablones.

Teniendo la modulación completa en lo que se refiere a las bases, se procede a empalmar los cuerpos de andamios hasta llegar a la cota inicial del arranque de la estructura de La Cúpula, como se mencionó, el alineamiento y verticalidad fueron revisados al detalle pues si hubiera existido algún grado de inclinación esto se hubiera visto reflejado con consecuencias lamentables por temas de seguridad.



Foto 14: Arranque de alzaprisado en terreno.



Foto 15: Nivel de Alzaprisado llega al nivel 0 de La Cúpula

Llegando al nivel 0 de la estructura el armado del alzaprisado continuó, empezando con el encofrado interior perimetral.

4.2.3 Encofrado Interior:

Este proceso empezará colocando los cabezales perimetrales (piezas metálicas con 4 puntas) que irán “montados” sobre los andamios, sobre éstos se colocarán una vigas de madera amarillas llamadas VIGAS ULMAFLEX de 12 m de largo.



Foto 16: Se observan con cabezales que soportan las Vigas Ulmaflex

Teniendo las vigas ulmaflex en correcto posicionamiento vistas por topografía se procederá a colocar la plancha de triplay que fue aceptada en el prototipo, de espesor 15mm, estas planchas serán pintadas con un desmoldante para madera, en este caso Chemalac (Ver anexo 9), este producto es ideal para que al momento de desencofrar la plancha sufra el menor daño posible y tener la mayor cantidad de usos. Se usaron cintas maskintape para el encuentro entre planchas con la idea de evitar que flujos de concreto ingresen por estas luces.



Foto 17: Encofrado interior listo unidos con cintas.

4.2.4 Acero:

Fue de 8mm de diámetro, doble malla espaciado a 0,25 m, fue un acero delgado que debió ser cortado en 2 partes para poder colocarlo ya que no tenía suficiente apoyo por el encofrado interior, se usaron sólo 6 operarios fierreros y se gastaba más tiempo en su acarreo que en su colocación. La unión del acero era atortolado con alambre N°8. El Acero tendrá el recubrimiento requerido (4cm) mediante separadores o dados de concreto preparados en obra. Ver anexo 10.



Foto 18: Acero 8mm, doble malla colocado

4.2.5 Encofrado Exterior:

Teniendo el acero liberado y habiendo revisado recubrimientos, traslapes y limpieza en el interior se procede a tapar la cara externa del encofrado con planchas de triplay de 15mm de espesor.

La parte externa como interna serán amarrados con alambre N°16, en la parte superior será arriostrado con vigas ulmafex como vigas principales y bastidores de madera de 2"x3"x10' como secundarias, es decir, transversales a las ulmafex. La liberación del molde será con mediciones topográficas.



Foto 19: Encofrado exterior arriostrado con vigas principales y secundarias

4.2.6 Prevención de Riesgo:

Con respecto a las medidas preventivas de seguridad se tuvieron ideas que fueron plasmadas en campo y que a continuación se detallan:

- Para tener acceso desde el nivel 0 de la construcción al arranque de La Cúpula se tenía 5 m de altura por lo que se decide alquilar una escalera metálica para su accesibilidad. Cumpliendo con el estándar en lo que respecta al descanso. Se procedió a alquilarla al proveedor ULMA, esta fue armada con planos de armado por parte del proveedor.



Foto 20: Imagen de escalera de acceso

- En el eje longitudinal de La Cúpula, una escalera de acceso se incremento de acuerdo al avance en altura, cumpliendo los requisitos de los estándares de seguridad, esta escalera no tenía descansos por lo que se implemento una línea de vida, para que el personal que laboraba está siempre enganchado y las barandas correspondientes estén bien fijas.



Foto 21: Escalera sobre superficie exterior desencofrada de Cúpula

- Todos los obreros que participaron en La Cúpula se les entregó un arnés con línea de vida de doble enganche. En la actualidad este sistema está siendo utilizado por muchos proyectos, sobre todo cuando el proyecto es de gran envergadura. El obrero siempre estará seguro, para su movilización el obrero sólo sacará un enganche para moverse, pero la condición es que siempre este enganchado al menos de una posición.



Foto 22: Trabajador laborando con arnés con doble engancho.

- En el interior del templo, donde se armaba el alzaprisma, se colocó escalinatas que funcionaban con el mismo andamio que llegó desde su base hasta la parte superior, aproximadamente 40 m de altura. Estas escaleras fueron constantes y se tuvieron niveles cerrados, es decir, se colocaron en su totalidad plataformas metálicas como medio de movilización.



Foto 23: Escalera de acceso interior

- Implementamos Las Eslingas, estas son unas correas de cuero que en uno de sus extremos tiene una argolla metálica, éstas van embebidas en los vaciados y su función es que los trabajadores puedan pasar la línea de vida y a su vez amarrarse con el arnés. Las eslingas fueron pensada también para la etapa de acabados, fue fundamental pues todo lo exterior fue enchapado, los albañiles se amarraban, culminado su trabajo las cortaban sin afectar la estructura.



Foto 24: Muestra de Eslinga embebida en Concreto



Foto 25: Trabajador con línea de vida y enganchado.

- Se armaron plataformas de trabajo de madera que consistían en 2 tablonces de madera como piso y baranda con listones de madera según estándar. Se tenían 2 plataformas de trabajo por sector, una en la base del encofrado para la cuadrilla de carpintería y otra en la parte superior para la cuadrilla de concreto y el vaciado de la mezcla. Las plataformas iban subiendo según los vaciados que se programaban.



Figura 26: Plataformas de trabajo.



Foto 27: Vista de La Cúpula al 50% y las plataformas de trabajo.

- Mallas de Seguridad, a mitad de la Cúpula se dejaron plataformas fijas y mallas de protección de manera permanente para evitar riesgo de caída sobre el piso de concreto. En los días siguientes se vieron restos de madera, clavos, retacería, que mostraron la importancia de impedir la caída que hubiera afectado a personal a ras de piso.

4.2.7. Vaciado de Concreto:

El concreto según diseño es de 280 kg/cm^2 , según las alternativas y ensayos realizados se optó por el uso del auto compactado y la bomba pluma inicialmente. Este concreto no requería vibrado, sólo golpes con martillo de goma en toda el área del encofrado, se observó ondas luego de desencofrar la cara exterior en todo el filo superior esto por función no era conveniente por el empalme del encofrado y estéticamente no fue lo ideal. Se decide realizar el vibrado pero sólo los últimos 0,30 cm. De la última capa. Como proceso de vertían capas de 0,50 cm y la última capa de 0,30cm. Por medidas de seguridad se decidió modificar el tipo de bomba utilizada, pues la pluma significaba tener brazos metálicos gigantescos por sobre trabajadores, lo contrario a la bomba estacionaria que trabaja con tuberías, en este caso sólo se empalmaban tubos e ir subiendo con La Cúpula.

4.2.8 Desencofrado:

Luego de reuniones con el ingeniero estructural, éste confirma que el desencofrado de la cara interior deberá ser en el día 7 pero se deberá reapuntalar 7 días más como medida de protección, esto en la teoría, pues se tenía el detalle de las vigas ULMAFLEX de 12 m de alto interiormente que abarcaba hasta 4 vaciados verticales, esto significa que estas vigas de retirarían pero cuando terminen los días de fraguado que consideran dentro de toda su longitud.

Aprendizaje y soluciones luego de primer vaciado:

Siempre existe un proceso de aprendizaje y mejora continua, a continuación se detallan los problemas que se detectaron luego del primer vaciado y que fueron corregidos al siguiente día:

PROBLEMAS	SOLUCIONES
Se tuvo muchos tiempos muertos al reubicar la bomba de concreto.	Se decidió utilizar la bomba estacionaria.
Demora excesiva en el vaciado	Se decidió empezar el vaciado a más tardar a la 1.00 pm.
Por la parte interior la iluminación hasta las 5.00 pm era adecuada, al prolongarse demasiado el vaciado la iluminación no era suficiente.	A pesar de reprogramar el inicio del vaciado se mejoró la iluminación interior.
No había al alcance plataformas de trabajo de libre disponibilidad, ni materiales necesarios para solucionar las filtraciones durante el vaciado.	Se formó una cuadrilla para dejar plataformas y materiales de auxilio (triplay, bolsas de cemento, listones de madera, clavos en zonas establecidas) para actuar durante el vaciado ante posibles filtraciones.

Cuadro 4: Problemas y soluciones luego de Vaciado 1.

4.3 Revisión de Planificación:

Los programas diarios fueron una constante, pues se tenían varios frentes que se trabajaban en paralelo, se tenía el Frente de La Iglesia (La Cúpula) y el Frente de Los Estacionamientos, la entrega de este documento y reunión de 20 minutos era por las noches al terminar la jornada laboral.

Estas reuniones debían ser breves y se tocaban 2 temas: Cumplimiento de labores del día y trabajos del día posterior.

ACTIVIDAD	ELEMENTOS	Cuad. Básica		Horario	
		#Obr	#Cuad		
CONCRETO					
SEÑALIZACIÓN	Señalización/Curado/Limpieza	1	1	07:30	17:00
ALBAÑILERIA P/BAÑOS	Obras Provisionales	2	1	07:30	17:00
EXCAVACIÓN DE CALZADURA	Eje S	2	1	07:30	12:00
VACIADO DE CALZADURA	Eje S	2	1	01:00	17:00
DEMOLICIÓN DE CONCRETO	Eje S	2	1	07:30	17:00
PICADO DE ALAMBRES	Cúpula	4	1	07:30	17:00
RESANE DE PICADO	Cúpula	1	1	07:30	17:00
VACIADO DE CÚPULA	Cúpula	5	1	10:00	12:00
VACIADO DE CIMENTACIÓN	Estacionamiento	3	1	12:00	13:00
PEDIDO DE CONCRETO: 13 m3 conc autocompactado a las 10:00 a.m.					
15.5 m3 conc autocompactado a las 12:00 p.m.					
ACERO					
ARMADO DE COLUMNAS Y PLACA	Columnas CP-02 entre ejes KII-LII	4	1	07:30	12:00
COLOCACIÓN DE COLUMNAS	Columnas CP-02 entre ejes KII-LII	4	1	13:00	17:00
CÚPULA					
ACERO EN CÚPULA	Cúpula	4	1	07:30	17:00
ENCOFRADO					
ESTACIONAMIENTO					
ENCOFRADO CIMENTACIÓN	Falsa Zapata Eje 1	4	1	07:30	12:00
BALIZAS EN CIMENTACIÓN	Eje EII	2	1	13:00	17:00
ENCOFRADO DE CALZADURA	Estacionamiento	2	1	07:30	17:00
ENCOFRADO EXTERIOR		10	2	07:30	17:00
ENCOFRADO INTERIOR		15	2	07:30	17:00
CHEMADO DE PLANCHAS		2	1	07:30	17:00
TOPOGRAFIA					
CÚPULA		2	1	07:30	17:00
ESTACIONAMIENTO		2	1	07:30	17:00

Programación diaria Proyecto “Iglesia y Centro Pastoral SCJ”

En los programas diarios se coloca la actividad o partida, el elemento a trabajar y la cuadrilla según el dimensionamiento de la cuadrilla que se realizaba con el metrado y rendimiento y los horarios que se iniciaban y concluirían las actividades.

El resultado de la entrega y revisión diaria de este documento fue positivo pues ayudó en lo siguiente:

- Controlar las cuadrillas optimizando los rendimientos.
- Atacar la causa raíz en los trabajos programados y no realizados de manera inmediata.
- Cumplimiento de cronograma semanal.
- Se afianzo el vínculo de confianza entre los integrantes de la línea de mando pudiendo comunicar que requiere del otro para no tener paralizaciones.
- Se logró tener un flujo constante en las actividades.
- La Seguridad y Prevención de Riesgo se iba perfeccionando hasta alcanzar tener las cuadrillas con un alto valor de responsabilidad por este tema.

4.4. RETROALIMENTACIÓN (MEJORA CONTÍNUA):

Se define la retroalimentación (feed-back) como el proceso en virtud el cual al realizar una acción, con el fin de alcanzar un determinado objetivo, se realimenta las acciones previas de modo que las acciones sucesivas tendrán presente el resultado de aquellas acciones pasadas.

Vaciado

- Se modificó el tipo de bomba utilizada en los vaciados.
- Se decidió vibrar solo la parte superior para ayudar el auto nivelado de concreto.

Encofrado

- Se habilitaron en obra cuñas de madera para el encofrado interior.
- Se usó mayor cantidad de vigas ulmaflex en el encofrado exterior.

- Se modificó el tamaño de las vigas ulmaflex exteriores.
- Se usaron andamios en la parte trasera de la cúpula.

Topografía

- Se replanteó en obra las cotas de los soportes de las vigas.
- Se usó un software que agilizó el trabajo de replanteo en Auto CAD 3D.

Prevención de Riesgo

- Se fabricaron soportes para líneas de vida.
- Se habilitaron plataformas especiales para acopio de materiales.
- Se habilitó una cuadrilla especial para asegurar andamios internos y externos.

5. RESULTADOS

5.1. Rendimientos:

A continuación se muestran los rendimientos por mano de obra calificada obtenido sólo para la construcción de La Cúpula. Se consideró también, como datos referencial pues fue subcontratado, lo gastado en el armado de la soportería (alzaprimado) del techo del templo.

Partidas	Metrado	HH	Unidad	Rendimiento
Encofrado	3,847	11,039	HH/m2	2.87
Alineamiento de Vigas Ulmaflex	1,924	1,757	HH/m2	0.91
Acero	23,342	1,540	HH/Kg	0.066
Concreto	328	956	HH/m3	2.92
Resanes pasadores	3,847	1,855	HH/m2	0.48
Topografía	1,924	1,152	HH/AT	0.60
Alzaprimado - Subcontrata	15,524	8,568	HH/m3	0.55
TOTAL (sin subcontrata)		18,298		

Cuadro 5: Rendimientos en partidas incidentes en “La Cúpula”

5.2. Desperdicio de Materiales

Se muestran los principales recursos en materiales que se usaron en la Cúpula. Recordar que el encofrado tuvo mucho corte para encajar las planchas de triplay en la estructura completamente irregular, el acero se tuvo que cortar para que pueda ser manejable y el concreto se considera un desperdicio que siempre queda atrapado en la batea de la bomba.

Encofrado (m2)	2,307	1,836	25.6%
Acero (m2)	25,423	23,342	8.9%
Concreto (m3)	313	291	7.4%

Cuadro 6: Porcentajes de desperdicios de Materiales incidentes en La Cúpula

5.3. Presupuesto

El presupuesto inicial se elaboró con rendimientos que se obtuvieron de los prototipos iniciales. Se obtuvo un importante ahorro en mano de obra pues la construcción se concluyó antes de lo programado. El equipo de encofrado de obtuvo brecha negativa ya que el desencofrado tomó más tiempo de lo pensado y no se consideró el acarreo. Haciendo una sumatoria por partida se obtuvo un margen de ganancia que fue del 23,68%.

DESCRIPCION	PRESUP.	REAL	BRECHAS	US\$/m2
MANO DE OBRA	99,675	76,172	23,503	39.59
MADERA / TRIPLAY	52,675	45,547	7,128	23.67
CONCRETO PREMEZCALDO C/B	29,760	26,628	3,132	13.84
ACERO	18,652	19,425	(773)	10.10
EQUIPO ENCOFRADO	132,500	83,171	49,329	43.23
EQUIPOS VARIOS	5,000	3,726	1,274	1.94
SEGURIDAD COLECTIVA	18,750	24,155	(5,405)	12.55
ALBAÑILERIA - RESANES PASADORES	8,250	9,595	(1,345)	4.99
ARMADO DE ALZAPRIMADO	38,000	40,000	(2,000)	20.79
VARIOS	15,155	9,885	5,270	5.14
COSTO DIRECTO\$ (sin IGV)	418,417	338,304	80,113	175.83
PORCENTAJE DE AHORRO			23.68%	
PORCENTAJE DE COSTO SEGURIDAD COLECTIVA			7.14%	

Cuadro 7: Presupuesto de la estructura “La Cúpula”

5.4. Plazo de Ejecución

Se debe mencionar que se cumplieron los plazos prometidos, que pudieron ser más eficientes pues existieron días donde no se laboraron pues fueron fechas festivas por fin de año. Eso atraso 4 días el plazo final.

Partida	Inicio	Fin
Alzaprimado (armado y desarmado)	03/12/07	09/02/07
Encofrado Exterior (Cúpula)	13/12/07	30/01/08
Vaciado	19/12/07	31/01/08
Desencofrado (Cúpula)	20/12/07	03/02/08
Plazo Total = 68 días		
Plazo Inicial: 83 días, 15 días antes		

Cuadro 8: Cronograma de Ejecución Real de La Cúpula

ANEXOS

ANEXO 1

MEMORIA DESCRIPTIVA ARQUITECTURA

OBRA : “IGLESIA Y CENTRO PASTORAL DEL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS”

DATOS GENERALES:

1. GENERALIDADES

La presente trata de la descripción de la Nueva Fábrica de un inmueble para uso Iglesia y Centro Pastoral.

2. PROPIETARIOS:

Asociación Pro Ecclesia Sancta.

3. UBICACION GEOGRÁFICA:

Referencia : Calle Santorin esquina Av. La Republica.

Distrito : Santiago de Surco

Departamento : Lima

4. TIPO DE INMUEBLE:

IGLESIA Y CENTRO PASTORAL

5. USO ACTUAL:

TERRENO DESOCUPADO

6. AREA DEL TERRENO:

7 884,12 m²

7. AREA TECHADA:

SOTANOS	:	8 440,40 m ²
PRIMER PISO	:	2 531,64 m ²
SEGUNDO AL CUARTO PISO	:	<u>953,24</u> m ²
ÁREA TECHADA TOTAL	:	11 925,28 m ²

B. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

El proyecto para la nueva sede de la Iglesia y Centro Pastoral del Sagrado Corazón de Jesús, se encuentra ubicado con frente a la Av. La República y el Jr. Santorín en el distrito de Santiago de Surco.

Debido al crecimiento de la Asociación Pro Ecclesia Sancta, entidad religiosa perteneciente a la Iglesia Católica, y a la necesidad de contar con un local adecuado para el desarrollo de las actividades, es que surge la idea de proyectar un local destinado a Iglesia y Centro Pastoral, donde desarrollarán labores religiosas, culturales y de servicio a la comunidad.

El Programa del proyecto se desarrolla sobre un terreno de 7 884,12m². y un área total construida de 11 925,28m² (ver cuadro de áreas detallado por niveles) al cual se ingresa peatonalmente desde la Av. La República y con acceso vehicular por el Jr. Santorín.

Se ha procurado definir la importancia de la Iglesia, ubicándola en el vértice de ambas calles y separada de los límites del terreno por razones de aislamiento acústico. La Iglesia por su volumetría y dimensiones deberá ser un símbolo predominante en el entorno urbano para el distrito de Surco. Volúmenes rectangulares de menor jerarquía y anexos a la Iglesia como la sacristía, la capilla y los velatorios, ayudan a formar el perfil del Jr. Santorín a una escala menor.

El acceso por Jr. Santorín permite ingresar al área de velatorios y al Edificio Pastoral de la Iglesia. Dos niveles de estacionamiento en sótano permiten estacionar 213 autos con ingreso vehicular por el Jr. Santorín.

El proyecto arquitectónico está conformado de:

- La Iglesia
- El Edificio Pastoral
- El Velatorio

El primer edificio es la Iglesia o nave, la cual con una capacidad de 750 personas, está diseñada a manera de un gran espacio ovalado con el altar mayor al final del eje principal, todo dentro de un espacio cerrado perimetral, el cual permite definir una zona de amortiguamiento entre el interior y el exterior. Este espacio permite desarrollar los servicios anexos a la iglesia como los confesionarios, baptisterio, coro, sacristía y altares secundarios. A la iglesia se accede mediante un gran pórtico desde el patio principal y cuenta también con cinco salidas secundarias hacia el exterior, se ha dotado de baños para el público y minusválidos cerca de la zona de ingreso.

La sacristía, una pequeña capilla anexa con acceso desde el exterior y la torre del campanario terminan de conformar los volúmenes de la iglesia.

El segundo edificio es el Centro Pastoral, con áreas de oficinas administrativas, biblioteca y salas de reuniones. Con cuatro pisos de altura, se ingresa desde el Jr. Santorín. El hall de ingreso en el primer nivel contiene los núcleos de servicios de escaleras y baños. Todos los niveles tienen núcleos de baños. El área especial para personas discapacitadas se encuentra en el primer nivel.

Se ha previsto que todo el edificio cuente con adecuadas instalaciones de seguridad, escaleras contra incendios ventiladas e iluminación, y ventilación natural en todos sus ambientes.

El tercer edificio es el Velatorio, diseñado como un volumen rectangular de un piso. Los tres velatorios tendrán ingreso independiente desde el Jr. Santorín, un receso en el perfil de la berma permitirá el estacionamiento del auto funerario sin interrumpir el flujo vehicular. Los cada uno de los velatorios contarán con un patio previo sin techar, baños y un pequeño kitchinnette.

Los estacionamientos para todo el conjunto se han ubicado en dos sótanos y diseñado en cuatro niveles en forma de rampas continuas con una capacidad para 213 autos. Las rampas también se comunican por escaleras que permiten atravesarlas y comunicarlas peatonalmente.

En el sótano también estarán ubicados los respectivos cuartos de máquinas y bombas de agua, talleres de mantenimiento, cuarto de basura y depósitos varios.

El sistema constructivo será aporticado con vigas y columnas de concreto armado, los techos serán aligerados con tabiquería interior de ladrillo, la bóveda principal de la iglesia será de concreto armado, el sistema estructural de los sótanos será con muros de contención y lozas de concreto armado.

El revestimiento en general del proyecto es tarrajeo con muros pintados, la carpintería de mamparas y ventanas será con marco de aluminio y vidrio incoloro, en los baños en general se utilizaran sanitarios nacionales blancos y griferías para agua caliente y fría con enchapes en mayólica nacional, los pisos exteriores serán en laja o cemento pulido y los interiores en mayólica nacional.

El proyecto cuenta con una cisterna y equipo hidroneumático para el consumo interno y una cisterna adicional para agua contra incendios.

ANEXO 2

MEMORIA DESCRIPTIVA ESTRUCTURA

PROYECTO ESTRUCTURAL

IGLESIA Y CENTRO PASTORAL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS

Introducción

La presente Memoria Descriptiva se refiere al proyecto estructural de un edificio que será la IGLESIA Y CENTRO PASTORAL SAGRADO CORAZON DE JESUS, ubicado en Jr. Santorín (ex calle Z) esquina con Av. La República (ex Av. El Carmen), de propiedad de la asociación Pro Ecclesia Sancta. La edificación está compuesta principalmente por el templo, de forma elíptica, con un techo cónico que se eleva a más de 30m de altura; además se tiene ambientes para una capilla, una sacristía, cuarto de coro, baños y depósitos.

Estructura

TECHOS.

Los techos son losas macizas de 12cm, 15cm, 20cm y 30cm. de espesor. Este sistema es bastante eficiente para desarrollar las formas no regulares de techado que tiene la edificación.

CONO.

La estructura del cono está compuesta principalmente por una cáscara de concreto armado de 15cm de espesor que desarrolla la forma del cono; un anillo inferior (también de concreto armado) que está preparado para tomar los esfuerzos de tracción en la base del cono; un anillo superior que termina con una estructura metálica en forma de cruz que rigidiza la abertura superior. Toda la estructura del cono está rigidizada en la parte inferior por una serie de contrafuertes de concreto armado y la propia losa del techo adyacente, que también constituye un anillo de confinamiento.

ESTRUCTURA PORTANTE DE CARGAS.

La estructura portante consiste en muros de concreto armado. Los muros adyacentes a la estructura del cono tienen como función no sólo resistir cargas de gravedad, sino también el empuje lateral ejercido por las fuerzas que provienen del cono. Todos estos muros también están preparados para soportar las fuerzas sísmicas que eventualmente se producirán en su zona de ubicación.

CIMENTACIÓN.

La cimentación está compuesta principalmente por cimientos corridos para los muros y algunas zapatas aisladas. En el sótano se tienen dispuestos muros de contención para soportar el empuje del suelo. Se encontró en el terreno una grava arenosa densa a muy densa cuya capacidad portante se determinó en 5,00 Kg/cm².

Análisis Estructural

Se ha considerado el análisis estructural de los diversos elementos del presente proyecto, debido tanto a cargas de gravedad como a cargas sísmicas; además de considerar el empuje de tierras y del agua cuando corresponda.

Para cuantificar estas cargas se ha cumplido lo estipulado a las normas:

- NORMA TECNICA DE EDIFICACION E-020 CARGAS
- NORMA TECNICA DE EDIFICACION E-030-2003 DISEÑO SISMORRESISTENTE

CARGAS DE GRAVEDAD.

El análisis se hizo tanto para Carga Muerta como para Carga Viva, entendiéndose por carga muerta al peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques u otros elementos soportados por el elemento a analizar, incluyendo su peso propio, y que se propone serán permanentes. Por Carga Viva se entiende al peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles u otros elementos móviles soportados por el elemento a analizar.

CARGAS SÍSMICAS.

Para evaluar los efectos de las cargas sísmicas sobre las edificaciones se han considerado los siguientes parámetros. Según la norma E-030 ya mencionada:

- ZONA .- La edificación se encuentra en Zona 3 por lo que el factor a considerar es $Z = 0,4$
- SUELO.- Según el estudio de suelos ya mencionado, el suelo de cimentación se clasifica como tipo S1, y le corresponde un factor de suelo de $S = 1,0$ y un período predominante de vibración de $T_p = 0,4$ seg.
- USO.- Por ser una edificación que puede albergar una gran cantidad de gente clasifica como de categoría B (edificaciones importantes) y le corresponde un factor de $U = 1,3$
- FACTOR DE REDUCCIÓN DE FUERZA SÍSMICA.- Al ser una edificación irregular de concreto armado con sistema dual se consideró un factor R de 6.
- PESO.- Al clasificarse las edificaciones como de categoría B el peso considerado para el análisis es el debido a carga muerta más 25% del peso debido a Carga Viva.

Se efectuó un análisis dinámico modal espectral, usando un modelo tridimensional de elementos finitos. Se uso el espectro de la norma escalado por los parámetros antes especificados. Se consideró comportamiento elástico de todos los elementos estructurales. Los resultados del análisis dinámico se escalaron para que el valor del cortante basal obtenido de la superposición espectral sea igual al 90% del cortante basal obtenido del análisis estático, tal como lo especifica la norma.

EMPUJE DE TIERRAS Y DE LÍQUIDOS

Para evaluar los empujes de tierras se consideró según el estudio de suelos los siguientes parámetros:

Peso Volumétrico (g) $2,00 \text{ tn/cm}^3$

Ángulo de fricción interna $\Phi=40^\circ$

Coefficiente activo de empuje de tierras (K_a) 0,36

Para evaluar el empuje debido al agua se consideró un peso volumétrico de 1,0tn/m³.

El análisis estructural de cada uno de los elementos estructurales se ha hecho suponiendo comportamiento elástico del material. Para determinar las características mecánicas del concreto armado se ha hecho uso, además de las normas ya descritas, la siguiente norma:

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E-060 CONCRETO ARMADO

Diseño

Para el diseño de cada elemento estructural se ha considerado todo lo estipulado en la siguiente norma:

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E-060 CONCRETO ARMADO

El diseño de los elementos de concreto armado se han hecho siguiendo el método de rotura en la cual las cargas se aumentan usando factores de amplificación y la resistencia nominal calculada de acuerdo a los requisitos y suposiciones de la Norma E – 060, son afectados por un factor Φ de reducción de resistencia.

Las resistencias de diseño consideradas son las siguientes:

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia a la fluencia del acero $F_y = 4\ 200 \text{ Kg/cm}^2$

ANEXO 3

MEMORIA DESCRIPTIVA ACÚSTICA

INFORME TÉCNICO

SERVICIOS DE CONSULTORÍA ACÚSTICA PARA EL PROYECTO:

TEMPLO “SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS” - SURCO

Solicitante: ASOCIACIÓN PRO ECCLESIA SANCTA

Obra: Nuevo Templo “SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS”

Jirón Santorín esquina Avenida La República, Distrito de Surco

Profesional: Arquitecto MSAS Carlos Jiménez Dianderas

Licenciado Jorge Moreno Ruiz

Ingeniero Richard Rivera

Ingeniero Alberto Nakano Higa

Fecha: 20 de Julio de 2007

INTRODUCCIÓN

Se ha proyectado una nueva edificación denominada Templo “Sagrado

Corazón de Jesús” en el Distrito de Santiago de Surco. Dicho complejo se desarrolla

en un amplio ambiente central: Templo y pequeños ambientes anexos: Baptisterio, Capilla y Coro. La base para el presente documento es el proyecto arquitectónico base desarrollado por los Arquitectos Ruth Alvarado, Cynthia Watmough, Alfredo Benavides y Oscar Borasino, y las

reuniones de coordinación mantenida con ellos y otros profesionales involucrados el pasado 10 de Julio de 2007.

I. ANTECEDENTES

Se está proyectando un nuevo Templo en el distrito de Surco. Dicho local tiene grandes dimensiones, con una planta elíptica y un techo de forma cónica truncada inclinada (superficie de transición con cúspide circular). Debido a la geometría interior de la iglesia, compuesta casi exclusivamente por formas cóncavas se prevén efectos acústicos en el interior del local tales como focalización del sonido, eco pulsatorio (flutter echo) entre otros que deben ser corregidos para el adecuado funcionamiento acústico del local. Adicionalmente, el gran volumen de aire interior y la rigidez de las superficies interiores permiten predeterminedar una reverberación muy alta que dificultaría la inteligibilidad de la palabra hablada. Se tiene por objetivo de diseño acústico dotar de una buena calidad acústica interior y apropiado control de ruido.

II. OBJETIVOS DE DISEÑO

El principal objetivo de diseño acústico de acuerdo al régimen prioritario de uso del Templo es el tiempo de reverberación. El tiempo de reverberación es función del régimen de uso, volumen del local y las propiedades acústicas de los materiales interiores. Considerando el amplio volumen de aire del templo (aproximadamente 12000m³), el tiempo de reverberación óptimo recomendado₁ para medias frecuencias (500Hz) es de 3.1s.

III. PROPUESTA ACUSTICA INTEGRAL (DISEÑO)

El Proyecto Acústico ha tomado en consideración los requerimientos arquitectónicos y las limitaciones propias de un espacio de tan grandes dimensiones; condicionantes que han sido las directrices de los elementos acústicos propuestos los mismos que se describen posteriormente de manera individual. Debe anotarse que muchos de los elementos acústicos propuestos son resultados de reuniones de

coordinación con los profesionales involucrados en el proyecto (arquitectura, estructuras e instalaciones eléctricas).

III.a. Vocación Acústica del Proyecto Arquitectónico Base

Como se anotó anteriormente, las características dimensiones y geométricas del templo permitían prever condiciones acústicas desfavorables tanto para la palabra hablada como para el sonido musical. Con la finalidad de conocer las características acústicas iniciales (previas a la propuesta acústica posteriormente presentada) se procedió a simular dichas condiciones.

III.b. Propuestas a nivel de Control de Ruido

Los templos son espacios de oración y recogimiento y por lo tanto requieren

de un ambiente acústico calmo, lo cual involucra un adecuado control del ruido desde el exterior. Asimismo, durante el rito litúrgico se generan niveles de presión sonora altos (no comparables con los producidos en un teatro o sala de concierto).

Anteriormente se ha anotado que deberían observarse los niveles determinados por la curva NC35 para garantizar que las actividades propias del templo no se vean perturbadas por fuente de ruido exterior o interiores. El proyecto arquitectónico acoge varias medidas de control de ruido, así se tiene el uso de una amplia esclusa acústica en el ingreso principal del templo y que a su vez comunica con el atrio interior que circunda al templo elíptico. De preferencia las puertas de acceso deberán tener materiales masivos que incrementen las pérdidas de transmisión sonora. Este atrio interior tiene materiales masivos que proveen adecuado

aislamiento sonoro del exterior y hacia éste: concreto y vidrio laminado que se recomienda con un espesor mínimo de 10mm. Espacios intermedios entre el atrio interior y el templo son utilizados, a manera de “colchones acústicos”, tales como depósitos, escaleras y los confesionarios, con lo cual se dificulta la transmisión sonora.

Adicionalmente, se debe tomar en cuenta la propuesta de materiales absorbentes sonoros no sólo en el interior del templo (paredes y techo) sino

especialmente en todas las esclusas/ingresos (paredes y techos tipo cuña) de manera que se consuma la energía sonora interior y, consecuentemente, sea menor la energía sonora que trata de propagarse hacia el exterior. Asimismo, posteriormente se detallará la especial atención puesta en el diseño del sistema de audio del templo y la capilla de manera que se han optimizado los componentes de dichos sistemas para dirigir el sonido principalmente hacia el plano de audiencia. Todas estas medidas de control de ruido permiten prever que las actividades interiores en el templo y espacios anexos no contaminarán acústicamente a las propiedades vecinas.

III.c. Propuestas a nivel de Acústica Interior

Basados en los resultados de la simulación acústica del templo, se han propuesto varios elementos de absorción y difusión acústica que buscan controlar principalmente la prolongada reverberación del local así como los efectos de focalización producidos por la geometría del mismo.

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRIPLAY 12mm

- Descripción del Producto

Es un tablero de gran estabilidad, resistencia mecánica, excelente apariencia y pulido, fabricado con un número determinado de capas, cada una de ellas consistente en una serie de hojas finas de chapa de madera, unidas entre sí mediante resinas fenólicas libres de formaldehído.

- Datos Técnicos

Ancho: 1,22 +/- 0,005 m

Largo: 2,44 +/- 0,005 m

Espesor: 6mm, 9mm, 12mm, 15mm, 18mm

- Medidas Preventivas y de Mantenimiento

Cualquiera que sea el medio usado para transportar tableros (a excepción del transporte manual) es mejor si se hace con paquetes flejados para evitar el deslizamiento y roce entre ellos.

El maltrato a los tableros obligará a una mayor inversión en su terminación, pintura o revestimiento. Para el transporte en camión no apilar más de 2 paquetes en altura, amarrar firmemente los paquetes y conducir con precaución para evitar deslizamientos.

El transporte de tablero por unidad se recomienda hacerlo entre 2 personas disponiendo el tablero en forma vertical.

ANEXO 5

ESPECIFICACIONES T. CONCRETO AUTOCOMPACTADO

UNICON presentó una demostración técnica del producto Concreto Autocompactado UNICON.

La elevada fluidez del concreto autocompactado UNICON permite su paso a través de estructuras con alta densidad de refuerzo de acero evitando la formación de vacíos que afecten la resistencia del producto final.

Este tipo de concreto se reparte por sí solo a través del encofrado sin necesidad de métodos externos.

Tiene gran resistencia a la segregación, optimizando al máximo el proceso de relleno y la perfecta cohesión del producto.

El concreto autocompactado UNICON no requiere vibrado o compactado al colocarse y permite conseguir acabados perfectos. Con ello se reducen los niveles de ruido en las construcciones y se logra mayor velocidad en el vaciado.

Se diferencia del concreto convencional por tres propiedades:

Capacidad de paso: por la facilidad con la se traslada por la superficie.

Capacidad de relleno: en superficies complejas o con alto refuerzo de acero.

Homogeneidad y estabilidad.

Al igual que concretos de línea, este concreto se encuentra disponible con diferentes niveles de resistencia según los requerimientos de la obra. Resistencias de especificación: desde 245 a 800 Kg/cm².

VENTAJAS:

Gracias su utilización se puede reducir el tiempo en el proceso de construcción y las horas hombre de mano de obra calificada.

Mayores posibilidades en el diseño arquitectónico.

Una mayor facilidad de colocación en obra.

Seguridad en el llenado de secciones de concreto más reducidas.

USOS: Elementos de concreto con alta densidad de refuerzo de acero, donde se hace difícil el vibrado o con difícil acceso para consolidar el concreto; obras de infraestructura; elementos prefabricados y estructuras complejas.

ANEXO 6

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO PARA LA CÚPULA

1. OBJETIVO
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
3. ALCANCES
4. RESPONSABILIDADES
5. RECURSOS
6. DIRECTIVAS DE TRABAJO

1. OBJETIVO

Establecer lineamientos que orienten la ejecución en forma segura de los trabajos en el encofrado, desencofrado, vaciado y los trabajos que deriven de estos de concreto de la cúpula con la finalidad de evitar accidentes que se traduzcan en daños personales, a los equipos, herramientas, instalaciones y al medio ambiente.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Matriz de identificación de peligros (PdR) del sistema integrado de gestión.
- Matriz de control operacional y monitoreo (SGA) del sistema integrado de gestión.
- Estándar PdR 001 Básico de Prevención de Riesgos.
- Estándar PdR 001-A para Capataces, Supervisores y Maestros de Obra.
- Estándar PdR 001-B de responsabilidades y obligaciones de Ingenieros Supervisores o Encargados de Prevención de Riesgos.
- Estándar PdR 003 para escaleras, rampas provisionales y andamios.
- Estándar PdR 004 para trabajos en altura.
- Estándar PdR 012 de orden y limpieza.

- Estándar PdR 013 para uso de herramientas, equipos y prendas de protección personal.
- Estándar PdR 022 de Gestión Ambiental.
- Estándar EG 025 Manejo de materiales peligrosos.
- Estándar E 200 Responsabilidades de la Línea de Mando y área administrativa de obra.
- PSE-46-02-05 procedimiento para construcción, uso, inspección y desarme de andamios y plataformas de trabajo.
- Análisis de Trabajo Seguro (A.T.S.)

3. ALCANCE

El presente procedimiento será aplicado a todo el personal que realiza la actividad incluido el personal de sub – contratistas y toda la línea de mando.

4. RESPONSABILIDADES

Jefe de obra

Establecer la obligatoriedad del cumplimiento del presente procedimiento, delegando las responsabilidades que correspondan a los diferentes cargos involucrados, durante la planificación, ejecución y verificación del trabajo.

Requerir y respaldar la participación del prevencionista en cada una de las etapas del trabajo.

Prevencionista

Analizar INSITU la aplicabilidad del presente procedimiento considerando los riesgos de entorno en adición a los riesgos propios del trabajo y proponer al jefe de obra los ajustes necesarios para adecuarlo a condiciones reales.

Capacitar a todo el personal que participe en los trabajos de la partida de la cúpula antes del inicio de los trabajos, tomando como referencia el presente procedimiento y los documentos de referencia.

Verificar el buen estado de maquinarias, herramientas, equipos de protección individual (EPI) y sistemas de protección colectiva (SPC) requeridos para desarrollar el trabajo en forma segura.

Participar en la etapa de planificación del trabajo y verificar durante su ejecución el cumplimiento estricto de lo dispuesto en los documentos de referencia y en el presente documento.

Capataces

En adición a lo indicado en el Estándar Por 001A son responsables de cumplir lo establecido en el presente procedimiento y en los documentos de referencia. Durante la Charla de Cinco Minutos hará una revisión del ATS con todo su personal y los alertará de los peligros asociados al trabajo y la forma de eliminarlos o controlarlos. Asimismo, verificará en cada una de las etapas del trabajo el cumplimiento estricto de las medidas preventivas recomendadas.

Reportarán de inmediato al Ingeniero de campo y/o prevencionista cualquier incidente que se produzca durante la ejecución del trabajo, corrigiendo antes de reanudar las condiciones o actos subestándar que haya detectado.

Personal obrero

En adición a lo establecido en el estándar básico de prevención de riesgos, el personal obrero, debe asistir a la charla de capacitación específica, antes de involucrarse en la tarea.

Reportar de inmediato al Capataz de campo cualquier acto o condición subestándar que observen.

Obedecer todas las instrucciones verbales o escritas impartidas por el Ingeniero o Capataz acatando las indicaciones de avisos, carteles y/o señales de seguridad existentes en el área de trabajo y alrededores.

Así mismo, están obligados a utilizar adecuadamente los equipos de protección individual (EPI), proporcionados por la empresa.

5. RECURSOS

Maquinaria y equipos menores

Cierra circular manual y de banco, cizalla eléctrica, vibrador eléctrico, bombas estacionarias para impulsión de concreto, mixer otros.

Herramientas

Amoladora, serruchos, huinchas, cierras, combas y martillos.

Equipos de protección individual

Uniforme, casco, botas de jebe y botines de cuero con puntera de acero, guantes de tela con puntos de PVC, guantes de badana, lentes de seguridad, respiradores contra gases orgánicos y anti polvo, tapones auditivos y arneses de seguridad.

Sistemas de protección colectiva

- Cinta señalizadora amarilla para delimitar las áreas de trabajo, conos de seguridad y letreros informativos, mallas, eslingas, líneas de vida.

Equipos de emergencia

Radio de comunicación tanto portátil como en las unidades móviles, botiquín para primeros auxilios y extintores.

6. DIRECTIVAS DE TRABAJO:

1. Será necesario colocar cintas de nylon (eslingas) con anillos en ambos lados con anillos tipo "D" para la colocación de la línea de vida en todo el recorrido del encofrado de la cúpula que será dividido por anillos.
2. Se fabricara escuadras de madera para servir de plataforma en todo el recorrido de los anillos, estas plataformas serán utilizados por el personal para el encofrado, desencofrado y vaciado de concreto, las escuadras serán fabricados de material de madera y el anclaje será reforzado con una abrazadera de alambre(#8), las escuadras soportaran dos tablonces de 2"Ex12" Ax12pieL, las escuadras serán confeccionadas con bastidores de 2"x3", las medidas de la escuadra serán de 1.64mx0.70m
3. Se colocara Mallas anti-caída en la parte inferior de todo el recorrido de la plataforma para evitar la caída del personal o materiales que caigan sobre el personal que se encuentra en la parte inferior de la plataforma.

4. El personal que realizara la actividad de chemar las planchas de tripley usara una mascarilla anti-gas con doble filtro para evitar inhalación de sustancia peligrosa y se realizara la actividad conforme al estándar de PdR.
5. Toda responsabilidad del cumplimiento de este procedimiento estará a cargo del Jefe de Vaciado o Capataz de Vaciado.
6. Cada día a las 8am, el Jefe o Capataz de Vaciado deberá reunirse con el Ingeniero de Campo para confirmar las coordinaciones de vaciado establecidos el día anterior, se mencionará volúmenes y horas exactas.
7. El Jefe o Capataz de Vaciado deberá verificar el funcionamiento del vibrador, ubicación de los puntos de energía eléctrica y demás elementos que necesite durante la operación de vaciado.
8. En caso de que se emplee carretillas o bugguis, los tablonés serán de dos hileras juntos garantizando un ancho mínimo aproximado de 60cm.
9. Luego la cuadrilla bajo las órdenes del Jefe de Vaciado o Capataz deberá reunir el vibrador y los demás implementos para el inicio del vaciado.
10. Durante el proceso de colocación de concreto, solo el encargado del vibrador tendrá la obligación de vibrar el concreto, por ninguna razón el Jefe de Concreto debe delegar a otro trabajador esa labor salvo la autorización del Ingeniero de Campo.
11. La cuadrilla de vaciado es responsable de que la malla de fierro quede con su respectivo recubrimiento al final del vaciado.
12. Luego del vaciado la cuadrilla debe limpiar la zona de vaciado, limpiar los encofrados, limpiar los equipos, herramientas y entregar al almacén los vibradores limpios y operativos.

ANEXO 7

**MATRIZ DE CONTROL OPERACIONAL
IGLESIA.CÚPULA**

MATRIZ ENCOFRADO

MATRIZ ACERO

MATRIZ VACIADO

MATRIZ CORTE Y DESVASTE

MATRIZ IZAJE MANUAL

ANEXO 8

**MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y
CONTROLES**

ANEXO 9

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEMALAC

DESCRIPCIÓN

El **Chemalac**, es una laca formulada a base de poliuretano que al secarse produce una membrana de alta dureza que estanca al agua y resiste los álcalis del cemento, así como el efecto abrasivo de la vibración del concreto. Protege el encofrado de madera o triplay, aumentando su duración y facilitando rápidamente el desencofrado. Tiene alta eficiencia como sellador, concentra la lechada del concreto en su parte externa, dando como resultado un concreto caravista de alta calidad.

VENTAJAS

Fácil de aplicar, obteniéndose en una membrana más gruesa y resistente.

Se logra un concreto caravista de alta calidad.

Mayor vida de la madera o triplay y mayor rendimiento.

Con una sola aplicación se puede utilizar 4 veces el mismo encofrado.

Su eficacia como desmoldante evitará romper las planchas al tratar de despegarlas del concreto.

ANEXO 10

FICHA TÉCNICA:

VARILLA DE ACERO 8 mm, GRADO 60

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BIEN

Denominación del bien	:	Varilla de acero 8 mm, grado 60
Denominación técnica	:	Varilla de acero 8 mm, grado 60
Unidad de medida	:	Unidad (Un)
Descripción General	:	Varilla de acero, recta sección circular 8 mm, con resaltes Hi-bond, (corrugada), de alta adherencia con el concreto. Fabricada para usarse como refuerzo del concreto. La superficie de la varilla está provista de resaltes (corrugas), los cuales inhiben el movimiento, relativo, longitudinalmente entre la varilla y el concreto que la rodea.

Material

Acero al carbono corrugado según norma ASTM A615 Grado 60 y NTP 341.031 Grado 60.

Composición química

Carbono (C), Manganeso (Mn), Azufre (S), Fósforo (P), Silicio (Si)

Límite máximo de fósforo de 0,050 %.

Propiedades Mecánicas

Límite de Fluencia (f_y) = 4 280 kg/cm² mínimo.

Resistencia a la Tracción (R) = 6 320 kg/cm² mínimo.

Relación $R/f_y \geq 1,25$

Alargamiento en 200 m = 9% mínimo.

Doblado a 180° = 28,0 mm

6. FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS

El proyecto “Iglesia y Centro Pastoral Sagrado Corazón de Jesús” fue una obra emblemática y novedosa, se requirió tener documentado el avance mediante imágenes, las siguientes fotografías fueron tomadas diariamente desde el piso superior de un edificio vecino, en estas apreciamos la magnitud del proyecto desde la excavación de los cimientos de los contrafuertes de la Cúpula hasta el último vaciado del techo cupular.



Foto 28: 1 octubre 2007



Foto 29: 20 octubre 2007



Foto 30: 5 noviembre 2007



Foto 31: 20 noviembre 2007



Foto 32: 15 diciembre 2007



Foto33: 31 dicembre 2007



Foto 34: 10 enero 2008



Foto 35: 18 enero 2008



Foto 36: 24 enero 2008



Foto 37: 31 enero 2008

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- La experimentación en campo y el uso de prototipos para pruebas en un proceso constructivo novedoso significa un ahorro significativo en tiempos de ejecución y presupuesto del proyecto.
- Las mejoras continuas y la retroalimentación deben ser analizados a corto plazo luego de una secuencia, esto ayudará a mejorar tiempos y los rendimientos sean más eficientes.
- Para analizar una estructura se deben considerar especialidades “no comunes” ya que la ingeniería de proyectos en la actualidad consideran detalles que deben plasmarse en el proceso de vaciado.

7.2 Recomendaciones

- La comunicación en la línea de mando y la transmisión de órdenes claras es imprescindible para que no exista re trabajos y el proceso tenga un flujo continuo.
- Las áreas de Producción, PdR y Logística debe participar en toda reunión pues es necesario que la gestión de cada sector participe y mejore ideas planteadas inicialmente.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Nueva norma de concreto autocompactable facilita prueba para estabilidad

Una nueva norma de ASTM, C 1610/C 1610M, Método de Prueba para la Segregación Estática del Concreto Autocompactable usando la Técnica de Columna (Test Method for Static Segregation of Self-Consolidating Concrete Using Column Technique), satisface una necesidad de la industria para un método de ensayo que mide la estabilidad del concreto autocompactable. La norma está bajo la jurisdicción del Subcomité C09.47 sobre Concreto Autocompactable, el cual es parte del Comité C09 sobre Concreto y Agregados del Concreto de ASTM International.

Desde que fue introducido en Estados Unidos y Canadá en el 2000, el concreto autocompactable ha sido utilizado por productores para facilitar la colocación, aumentar la producción y mejorar la calidad y aspecto del concreto. “El concreto autocompactable está cambiando la manera en que el concreto se está colocando en el entorno de construcción moderno” dice Mark Bury, gerente de línea de productos, BASF Admixtures, Inc. “Los avances tecnológicos en aditivos y proporciones de las mezclas han resultado en un concreto más fluido y estable sin la necesidad de vibración para la compactación.”

El método de prueba C 1610/C 1610M le proporciona a los usuarios un procedimiento para determinar la segregación estática potencial del concreto autocompactable. Mediante la norma, un productor puede crear un conjunto de proporciones de mezcla para un proyecto que le asegura al usuario que la mezcla relativamente fluida será estable. Un concreto autocompactable cohesivo es particularmente importante para la aplicación de un corte profundo, como muros o columnas; por lo tanto el grado de segregación, medido por el método de prueba, puede indicar si una mezcla es adecuada para la aplicación.

Además de la estabilidad, otra propiedad clave del concreto autocompactable que tenía que abarcarse es su habilidad de fluir. Las normas C 1611/C 1611M, Método de Prueba de Asentamiento del Flujo de Concreto Autocompactable (Test Method for Slump Flow of Self-

Consolidating Concrete) y C 1621/C 1621M, Método de Prueba para Habilidad del Concreto Autocompactable de Pasar a través de un Anillo en J (Test Method for Passing Ability of Self-Consolidating Concrete by J-Ring) tratan sobre asuntos de flujo.

El Subcomité C09.47 agrade la participación y comentarios de los productores de concreto y los laboratorios de prueba en pruebas de mesa redonda para C 1610/C 1610M así como en el desarrollo de nuevas normas para el concreto autocompactable.