



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**PRÁCTICA PROFESIONAL EN CONHSA PAYHSA S.A**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**ISABEL CRISTINA DAVID ZERÓN 21351068**

**ASESOR:**

**LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**ABRIL 2018**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA  
UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA  
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTORA DE OPERACIONES  
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO  
MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL  
ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA  
CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL  
HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**CONHSA PAYHSA S.A**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS**

**DERECHOS DE AUTOR**

**© COPYRIGHT**

**ISABEL CRISTINA DAVID ZERÓN**

**TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS**

## **AUTORIZACIÓN**

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Isabel Cristina David Zerón, de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: Práctica Profesional en Conhsa Payhsa S.A, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la sala de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 23 días del mes de abril de dos mil dieciocho.

---

Isabel Cristina David

21351068

## HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

---

Lourdes Patricia Mejía Ramos

Asesor Metodológico | UNITEC

---

Héctor Wilfredo Padilla

Coordinador Académico de la Facultad

de Ingeniería Civil | UNITEC

---

Cesar Orellana

Jefe Académico de Ingenierías | UNITEC

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme dado vida, por brindarme la sabiduría y las fuerzas necesarias para poder culminar mi carrera profesional.

A mis padres, por su apoyo y amor incondicional en todas las etapas de mi vida, a mis hermanos por el apoyo que han brindaron en mi formación universitaria. A mis abuelos por su inmenso cariño y por sus sabios consejos.

A mis catedráticos por su tiempo y el conocimiento impartido durante estos años universitarios.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecer a Dios, por su fidelidad en cada aspecto de mi vida personal y profesional.

A mis padres por su arduo esfuerzo para poder realizar mis estudios profesionales y por su apoyo en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos por apoyarme en las decisiones de mi vida y colaborar en mi formación personal y profesional.

A mis catedráticos por los conocimientos impartidos en todos estos años y por ayudarme a solucionar problemas dentro y fuera de las clases.

Finalmente, a la empresa CONHSA PAYHSA S.A por permitirme realizar la práctica profesional en sus instalaciones e impartirme tantos conocimientos y experiencias en estos tres meses.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

A lo largo de la práctica dentro de la empresa CONHSA PAYHSA S.A se realizaron actividades dentro del departamento de prefabricados y control de calidad, principalmente inspecciones previo al colado, durante y posterior al colado de los distintos elementos fabricados para tres proyectos, el túnel en la colonia 21 de octubre, la Universidad José Cecilio del Valle, ambos en Tegucigalpa y puentes peatonales en la carretera CA-1 en Choluteca. Dentro de los elementos fabricados para los distintos proyectos se encuentran viguetas 16J, losetas, vigas plafón, vigas WS-60 y WS-65M. Todas las inspecciones se realizan utilizando los planos y al finalizar se debe realizar un reporte de inspección. También se realizaron actividades de campo como ser el control de calidad del concreto en el proyecto del Megamall en San Pedro Sula y el montaje de elementos en el estacionamiento de la Universidad José Cecilio del Valle en Tegucigalpa. Igualmente se realizaron actividades de oficina, manejo de planilla, digitalización de la bitácora de control de calidad de resistencias de tubos, certificados de tubos y bloques, entrega de cilindros para ensayo de resistencia, cantidades de obra para remodelación de baños y bodega en la planta de postes centrifugados y el cálculo estructural de acero para la construcción de un techo dentro del plantel en Búfalo. También se realizaron otras actividades como ser el inventario de las varillas de acero, la supervisión de un nuevo muro de contención para los agregados, charlas de seguridad y revisión de las longitudes de las bancadas.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	2
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
2.1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA.....	2
2.1.2 MISIÓN.....	3
2.1.3 VISIÓN.....	3
2.1.4 VALORES DE LA EMPRESA.....	3
2.1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	4
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	5
2.3 OBJETIVOS.....	5
2.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
III. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1 CONCRETO.....	7
3.2 CONCRETO REFORZADO.....	9
3.2.1 PARTICULARIDADES DEL MATERIAL COMPUESTO.....	9
3.3 CONCRETO PREESFORZADO.....	10
3.3.1 EFECTOS DEL PREESFUERZO.....	10
3.3.2 MÉTODOS DE PREESFUERZO.....	11
3.4 PREFABRICADOS.....	13
3.4.1 NORMAS ESPECÍFICAS.....	13

3.4.2 CLASIFICACIÓN.....	14
3.4.3 TIPOS.....	14
IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO.....	16
SEMANA 1 DEL 15 DE ENERO AL 20 DE ENERO.....	16
SEMANA 2 DEL 22 DE ENERO AL 27 DE ENERO.....	17
SEMANA 3 DEL 29 DE ENERO AL 3 DE FEBRERO.....	18
SEMANA 4 DEL 5 DE FEBRERO AL 10 DE FEBRERO.....	19
SEMANA 5 DEL 12 DE FEBRERO AL 17 DE FEBRERO.....	20
SEMANA 6 DEL 19 DE FEBRERO AL 24 DE FEBRERO.....	21
SEMANA 7 DEL 26 DE FEBRERO AL 3 DE MARZO.....	22
SEMANA 8 DEL 5 DE MARZO AL 10 DE MARZO.....	23
SEMANA 9 DEL 12 DE MARZO AL 17 DE MARZO.....	25
SEMANA 10 DEL 19 DE MARZO AL 24 DE MARZO.....	26
V. CONCLUSIONES.....	27
VI. RECOMENDACIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	30

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1. ORGANIGRAMA CONHSA PAYHSA.....	4
FIGURA 2. VIGUETA 16J, PREINSPECCIÓN.....	30
FIGURA 3. VIGUETA 16J, COLADO CON CUBILETE.....	30
FIGURA 4. VIGUETA 16J, VIBRADO DEL ELEMENTO.....	30
FIGURA 5. VIGUETA 16J, INSERCIÓN DE ARMADO.....	31
FIGURA 6. VIGUETA 16J, ACABADO CON CUCHARA Y AMARRE DEL ARMADO.....	31
FIGURA 7. VIGUETA 16J, INSERCIÓN DEL GANCHO.....	32
FIGURA 8. VIGUETA 16J, CILINDROS Y VIGUETAS A 1 DÍA.....	32
FIGURA 9. VIGUETA 16J TERMINADA Y ETIQUETADA.....	33
FIGURA 10. VIGUETA 16J, PROCESO PARA SACAR ELEMENTOS DE BANCADA.....	33
FIGURA 11. VIGUETA 16J, DESMOLDE DE ELEMENTOS.....	34
FIGURA 12. VIGUETAS 16J, ALMACENAJE.....	34
FIGURA 13. VIGUETAS 16J, DESPACHO.....	34
FIGURA 14. VIGUETAS 16J, TRANSPORTE LLEGANDO A PROYECTO.....	35
FIGURA 15. VIGUETA 16J, TRANSPORTE DE ELEMENTOS CON GRÚA.....	35
FIGURA 16. VIGUETA 16J, MARCADO DE LOS EJES.....	36
FIGURA 17. VIGUETA 16J, MARCADO DE LA CARA DE LA VIGUETA EN PLAFONES.....	36
FIGURA 18. VIGUETAS 16J, COLOCACIÓN FINAL.....	37
FIGURA 19. POSTES DE LA TELA, BANCADA.....	37
FIGURA 20. POSTES DE LA TELA, COLADO.....	38
FIGURA 21. POSTES DE LA TELA, POST-INSPECCIÓN.....	38
FIGURA 22. VIGA PUENTE PEATONAL, ARMADO LOSA.....	39

FIGURA 23. VIGA PUENTE PEATONAL, REVISIÓN ARMADO LOSA.....	39
FIGURA 24. VIGA PUENTE PEATONAL, PLACAS. ....	39
FIGURA 25. VIGA PUENTE PEATONAL, ARMADO Y ENCOFRADO DE LOSA. ....	40
FIGURA 26. VIGA PUENTE PEATONAL, COLADO DE LOSA. ....	40
FIGURA 27. VIGA PUENTE PEATONAL, VIBRADO DE LOSA. ....	41
FIGURA 28. VIGA PUENTE PEATONAL, ENCOFRADO.....	41
FIGURA 29. VIGA PUENTE PEATONAL, GANCHO DE LEVANTE.....	42
FIGURA 30. VIGA PUENTE PEATONAL, FUNDICIÓN TERMINADA. ....	42
FIGURA 31. MURO DE CONTENCIÓN DE AGREGADOS.....	43
FIGURA 32. MURO DE CONTENCIÓN. ....	43
FIGURA 33. VIGA PLAFÓN, PULIDO. ....	44
FIGURA 34. VIGA PLAFÓN, COLADO. ....	44
FIGURA 35. MEGAMALL, FUNDICIÓN LOSA.....	45
FIGURA 36. MEGAMALL, ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO.....	45
FIGURA 37. MEGAMALL, MIXER Y BOMBA.....	46
FIGURA 38. MEGAMALL, CONTROL DE CALIDAD MIXERS.....	46
FIGURA 39. MEGAMALL, CILINDROS PARA GEOTEC.....	47
FIGURA 40. MEGAMALL, BITÁCORA CONTROL DE CALIDAD.....	47
FIGURA 41. BAÑO Y BODEGA EN PLANTA DE POSTES.....	48
FIGURA 42. LOSAS, BANCADA.....	48
FIGURA 43. LOSAS, REVISIÓN. ....	49
FIGURA 44. LOSAS, PREPARACIÓN PARA COLOCACIÓN FINAL. ....	49
FIGURA 45. LOSAS, COLOCACIÓN FINAL.....	50

FIGURA 46. PROYECTO ESTACIONAMIENTO UNIVERSIDAD JOSÉ CECILIO DEL VALLE.....	50
FIGURA 47. RAMPA EN ESTACIONAMIENTO UJCV.....	51
FIGURA 48. SISTEMA DE ENTREPISO VIGUETA KEYSTONE + LOSA.....	51
FIGURA 49. SISTEMA DE ENTREPISO VIGUETA 10J + LOSA.....	52
FIGURA 50. SISTEMA DE ENTREPISO VIGUETA 16J + LOSA.....	52
FIGURA 51. SISTEMA DE ENTREPISO CON VIGAS DOBLE TEE.....	53
FIGURA 52. DIMENSIONES DE VIGAS WASHINGTON.....	53
FIGURA 53. SISTEMA DE VIGA PUENTE + LOSA.....	54

## **GLOSARIO**

**Prefabricado:** Elemento que, en vez de fabricarse en sitio, se ha fabricado en serie en otro lugar para que luego solo haya que colocarla o acoplarla en el lugar correspondiente.

**Preesfuerzo:** La creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia.

**Bancada:** son los lugares donde se fabrican los elementos prefabricados, poseen anclajes en los extremos donde se colocan los cables de preesfuerzo. Hay bancadas con geometría específica para cada uno de los elementos fabricados en el plantel. (v. Figura 2,19,42)

**Losa:** Son elementos estructurales de concreto armado o de materiales prefabricados, de sección transversal rectangular llena, o con huecos, de poco espesor y abarcan una superficie considerable del piso. Sirven para conformar pisos y techos en un edificio y se apoyan en las vigas o muros. (v. Figura 45)

**Vigueta:** son vigas de pequeñas dimensiones, sostenidas por las vigas principales en una edificación, sirven de unión entre las mismas, soporte de las losas y distribuyen los esfuerzos de la losa. (v. Figura 12)

**Viga Plafón:** son las vigas principales en las estructuras, sirven de soporte para las viguetas y distribuyen los esfuerzos a las columnas. (v. Figura 34)

**Cubilete:** es un recipiente utilizado para transportar 1 m<sup>3</sup> de concreto desde la dosificadora hasta la bancada. (v. Figura 3)

**Despuntar:** el proceso de cortar los cables de preesfuerzo de los elementos, a modo que queden al ras con la superficie.

**Revenimiento:** consiste en medir el hundimiento que sufre un tronco de cono de concreto fresco al retirarle el apoyo; para hacer esta prueba se usa un molde metálico, cuyas medidas son 30 cm de altura, 10 cm en su base superior y 20 cm en su base de apoyo (llamado cono de Abrams).

Contraflecha: Ligera curvatura, convexa, que se realiza en una viga o cercha para compensar cualquier flecha prevista cuando soporte un peso. También llamada combadura.

Agregados: Los agregados del concreto o agregados de la construcción son componentes derivados de la trituración natural o artificial de diversas piedras, y pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. Junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto.

Agregado grueso o grava: material retenido en el tamiz No. 4, con un tamaño entre 7.6 cm y 4.76 mm.

Agregado fino o arena: material pasante de la malla No. 4 y retenido en la malla No. 200, con tamaños entre 4.76 mm y 74 Mieras (0.074 mm.).

ACI: American Concrete Institute o Instituto Americano del Concreto es una organización sin ánimo de lucro de los Estados Unidos de América que desarrolla estándares, normas y recomendaciones técnicas con referencia al hormigón reforzado.

PCI: Fundado en 1954, el Precast / Prestressed Concrete Institute (PCI) es el instituto técnico y la asociación comercial para la industria de estructuras de hormigón prefabricado / pretensado.

Anillos: Los anillos para construcción también conocido como estribos sirven para posicionar varillas en el armado de castillos y vigas. Los estribos se fijan a la varilla puestas de manera longitudinal a la columna o viga. Estos estribos aceleran el proceso de construcción y eliminan el desperdicio. (v. Figura 33)

Compresión: El esfuerzo de compresión es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.

Flexión: En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.

Resistencia: Es cuando la carga actúa y produce deformación. Es la capacidad de un cuerpo para resistir una fuerza aun cuando haya deformación.

Rigidez: Es cuando la carga actúa y no produce deformación. Es la capacidad de un cuerpo para resistir una fuerza sin deformarse.

Esfuerzo: Son las fuerzas internas, debido a las cargas, sometidas a un elemento resistente.

Picoleteado: creación de una superficie rugosa por medio de golpes con un martillo pequeño.

Apuntalamiento: El apuntalamiento sirve de apoyo al encofrado, a los trabajadores y al concreto recién vaciado en el nivel superior. Los postes de apuntalamiento pueden ser de madera, aluminio o acero.

# I. INTRODUCCIÓN

El concreto es el material de construcción más utilizado en las obras civiles. El concreto es semejante a una roca, se fabrica mediante la combinación de cemento, agregado fino o arena, agregado grueso o grava y agua, en su estado líquido se puede colocar dentro de cualquier tipo de molde y este se adaptará a la forma de este. El cuerpo del concreto viene principalmente del agregado grueso, el cemento es el material primordial con respecto a la resistencia de la mezcla y el agua también juega un papel muy importante porque reacciona químicamente con el concreto a modo que se produce la pasta que une todos los materiales. El concreto posee una alta resistencia a la compresión, pero su resistencia a la flexión es baja por lo cual se decidió incorporar barras de acero al concreto creando así lo que se conoce como concreto reforzado. Al incorporar acero a la mezcla este aporta una gran fluencia a la flexión junto con la resistencia a la compresión que aporta el concreto se crea un material sumamente útil para muchos campos en la construcción. Los avances en la investigación y nuevas tecnologías en la construcción introdujeron concretos y aceros de alta resistencia que podían ser utilizados en situaciones de mayor demanda. Estos elementos presentan grietas o fisuras estéticamente inaceptables, lo cual llevo a la creación del concreto preesforzado, en el cual se utilizan estos materiales de alta resistencia para crear elementos esbeltos capaces de resistir cargas superiores a las de un elemento reforzado de la misma dimensión. El preesfuerzo se puede definir como la inserción de esfuerzos permanentes en un elemento con el fin de mejorar su comportamiento bajo las condiciones de servicio, esto se puede realizar mediante dos métodos: pretensado y postensado. La diferencia consiste básicamente en que en el pretensado se insertan los esfuerzos previos al colado de concreto mientras que en el postensado se insertan los esfuerzos después del colado. En CONHSA PAYHSA se fabrican elementos prefabricados, esto quiere decir que se realizan en un plantel y luego se transportan al proyecto. Estos elementos además de ser prefabricados son pretensados, los elementos se fabrican en bancadas especializadas para las distintas dimensiones requeridas, el tensado se realiza mediante gatos hidráulicos y se trabaja simultáneamente distintos elementos. Durante la práctica dentro de la empresa se realizaron actividades dentro de los departamentos de prefabricados y control de calidad.

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

#### **2.1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA**

El origen de CONHSA PAYHSA, S. A. data de 1967, con la creación de PAYHSA, concentrándose principalmente en la producción y suministro de agregados y concreto premezclado.

Cuatro años más tarde, en 1971 se crea CONHSA, empresa orientada a la producción y suministro de bloques, tubos y elementos prefabricados de concreto.

A inicios de los '80s, CONHSA PAYHSA, S. A. conduce la ingeniería del país hacia un nuevo nivel al ser la primera empresa nacional responsable de diseñar y prefabricar la estructura del muelle 3 de la Empresa Nacional Portuaria en Puerto Cortés.

A finales de los '80s, CONHSA-PAYHSA, S. A. incorpora la prefabricación total y el servicio de montaje de sus estructuras.

Desde su planta de prefabricados en la zona norte del país, la empresa ha suministrado los entresijos prefabricados de la gran mayoría de los edificios importantes de Tegucigalpa, y hacia mediados de los '90s inició la exportación de vigas puente a El Salvador y más recientemente a Guatemala.

En 1997, la empresa constituye un nuevo hito en el país al finalizar en un tiempo récord el diseño, la prefabricación y el montaje de la estructura del Estadio Olímpico de San Pedro Sula y en el año 2000 terminar con anticipación a lo programado, el Muelle Terminal de líquidos de la Refinería TEXACO en Puerto Cortés

A inicios de los 2000's CONHSA - PAYHSA expande sus operaciones a brindarles soluciones integrales a sus clientes y crea la División de Construcción para atender a las instituciones gubernamentales y municipales vía licitaciones. Así mismo lanza su innovador sistema de vivienda CONHSA-PACK.

## 2.1.2 MISIÓN

“Estamos comprometidos a satisfacer a nuestros clientes con una calidad valiosa y superior, proporcionando a los accionistas una rentabilidad creciente y con responsabilidad social, respetando nuestro medio ambiente físico; y siendo una compañía de la cual se enorgullecen sus empleados” (Conhsa Payhsa, 2011).

## 2.1.3 VISIÓN

Ser un proveedor de servicios y manufactura de clase mundial, orientada a servir el mercado mesoamericano tomando ventajas de las condiciones de mercado libre. A su vez, manteniendo el liderazgo en proveer soluciones integrales de ingeniería a dicho mercado. Todo lo anterior mediante la tecnología, la excelencia en innovación, y administración de los recursos humanos (Conhsa Payhsa, 2011).

## 2.1.4 VALORES DE LA EMPRESA

Honestidad: Actuamos con rectitud e integridad, manteniendo un trato equitativo con todos nuestros semejantes.

Lealtad: Formamos parte de la gran familia CONHSA PAYHSA, S.A. de C.V. conduciéndonos de acuerdo con los valores y compromisos de la organización.

Respeto: Guardamos en todo momento la debida consideración a la dignidad humana y su entorno.

Responsabilidad: Cumplimos con nuestro deber haciendo nuestras políticas y disposiciones de la empresa.

Confianza: Nos desempeñamos con exactitud, puntualidad y fidelidad para fortalecer nuestro ambiente laboral.

Educación: Impulsamos y participamos en la formación, motivación y desarrollo de nuestro personal en los ámbitos moral e intelectual.

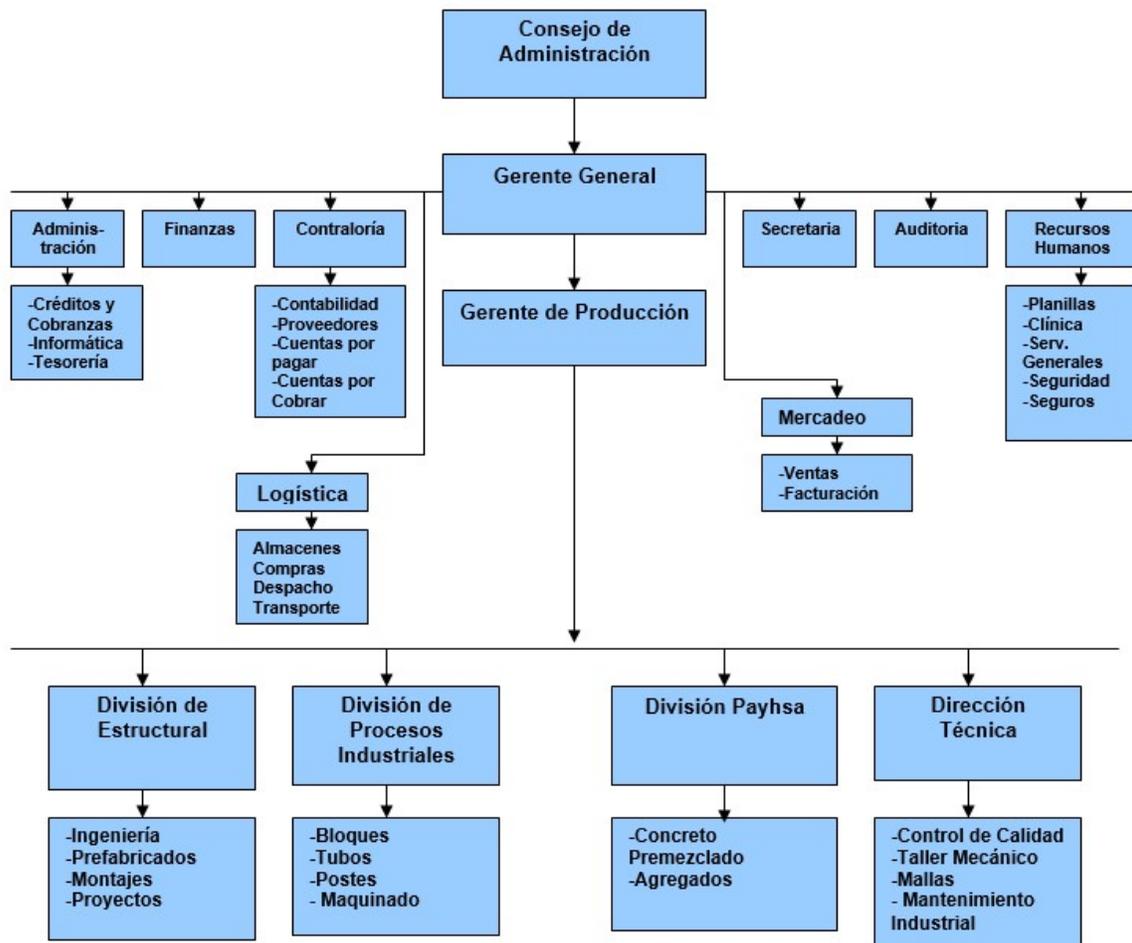
Servicio: Satisfacemos con agrado las necesidades de nuestros clientes internos y externos.

Trabajo en equipo: La unión coordinada y entusiasta de nuestros esfuerzos, facilita el logro de los objetivos.

Optimización de los Recursos: Generamos bienes y servicios de calidad mediante el empleo racional de los recursos.

Perseverancia: Somos constantes y firmes en nuestras acciones porque es la base para obtener el éxito.

## 2.1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



**Figura 1. Organigrama CONHSA PAYHSA**

Fuente: (Conhsa Payhsa, 2011)

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El departamento de prefabricados es el encargado de la fabricación de los elementos prefabricados. Se relaciona con todos los departamentos para el proceso de producción de elementos prefabricados (Planta de Agregados, Premezclado, Bodega, Mantenimiento Industrial y Automotriz, Bloques, Departamento de Ingeniería y la Unidad Central de control de Proyectos UCCP).

Dentro del departamento se programan y desarrollan las órdenes de producción que entran al plantel, se lleva un registro de estas. Se hacen revisiones de planos, fichas de costos y presupuestos, programas de producción y despachos. Se hace la respectiva distribución del trabajo a las diferentes cuadrillas y se lleva a cabo el proceso de supervisión de los procesos de producción mediante inspecciones (pre inspección y post inspección).

El jefe de la planta de prefabricados es la persona encargada de administrar el personal, el recurso no humano y todos los procesos productivos de la planta de prefabricados, procurando producir a un bajo costo, con el máximo de eficiencia en el tiempo establecido. El supervisor es la persona encargada de supervisar el personal y los trabajos que se realizan en la planta especialmente en las bancadas, apoyar con la logística que se requiera en las mismas.

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería civil en situaciones reales dentro del ámbito laboral en la empresa constructora CONHSA PAYHSA S.A.

### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1) Realizar pre inspecciones de los elementos prefabricados previo al colado.
- 2) Supervisar el proceso de tensado para asegurar la resistencia adecuada.

- 3) Supervisar las diferentes etapas del proceso productivo y despacho de elementos prefabricados.
- 4) Realizar actividades de campo dentro de los proyectos de la empresa.
- 5) Ejecutar las tareas en las oficinas de control de calidad.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 CONCRETO

“El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones deseadas” (Nilson, 1999, pág. 1).

Según el American Concrete Institute el concreto es un “material compuesto que consiste esencialmente en un medio ligante dentro del cual hay generalmente una combinación de agregado fino y agregado grueso; en el hormigón de cemento Portland el ligante es una mezcla de cemento Portland y agua” (Comité ACI 116).

Según Libia López los agregados en el concreto constituyen un factor determinante en la economía, durabilidad y estabilidad en las obras civiles, ocupan un volumen considerable en la mezcla. Los agregados naturales provienen de las rocas y se obtienen mediante el proceso de fragmentación natural que se da por la exposición a la intemperie o mediante un proceso mecánico hecho por el hombre, en ambos casos las propiedades físicas del material se mantienen, como ser la densidad, porosidad y textura (López, 2003). “Los agregados empleados en la construcción pueden obtenerse por la explotación de bancos de material, depósitos de rocas que afloran en la superficie terrestre, o por extracción y clasificación del material que arrastran los ríos” (López, 2003, pág. 15). El agregado es un “material granular, tal como la arena, grava, piedra molida, hormigón de cemento hidráulico molido o escoria de alto horno molida, empleado junto con un medio de cemento hidráulico para elaborar hormigón o mortero” (Comité ACI 116).

“El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado y conformar una masa sólida” (Nilson, 1999, pág. 1). “En el instante en que el agua entra en contacto con el cemento se produce una reacción química exotérmica de hidratación y en poco tiempo (unos días) el hormigón se endurece tomando el aspecto de una piedra” (Gil Martín & Hernández Montes, 2007, pág. 46).

“La propiedad más importante del hormigón es su resistencia a compresión. La relación agua/cemento de la mezcla es la variable que más afecta a la resistencia a compresión del hormigón” (Gil Martín & Hernández Montes, 2007, pág. 47).

Las distintas propiedades del concreto se pueden obtener mediante el ajuste de las proporciones de los materiales que lo constituyen. Se puede obtener un rango aun mayor, utilizando cementos especiales, agregados especiales, aditivos y mediante métodos especiales de curado como ser el curado al vapor (Nilson, 1999).

Estas propiedades dependen en gran medida de las proporciones de la mezcla, del cuidado con el cual se mezclan los diferentes materiales constitutivos, y de las condiciones de humedad y temperatura bajo las cuales se mantenga la mezcla desde el momento en que se coloca en la formaleta hasta que se encuentra totalmente endurecida. El proceso de control de estas condiciones se conoce como curado. (Nilson, 1999, pág. 1).

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto IMCYC “Curar significa cubrir el concreto de modo que permanezca húmedo. Al mantener húmedo el concreto se hace más fuerte la adherencia entre la pasta y los agregados. El concreto no se endurece apropiadamente si se le deja secar” (IMCYC, 2005, pág. 1). Es importante mencionar que el curado debe hacerse inmediatamente después de aplicar un acabado a la superficie de concreto, una vez sucede la etapa de pre curado se debe proceder a curar el elemento tan rápido como sea posible sin dañar el elemento. Es importante curar el concreto porque tiene menos probabilidades de agrietarse, además de ser más durable, el concreto que es curado tiene una superficie más resistente al desgaste, dura más y genera una mejor protección al acero de refuerzo. Cabe destacar que el concreto continúa adquiriendo resistencia y dureza a través del tiempo (IMCYC, 2005). El autor Nilson menciona los factores que hacen del concreto un material de construcción universal:

Uno de estos factores consiste en la facilidad con la cual, mientras se encuentra en estado plástico, puede depositarse y llenar las formaletas y moldes de cualquier forma. Su alta resistencia al fuego y al clima son ventajas evidentes. La mayor parte de los materiales constitutivos, con la excepción del cemento y los aditivos, están disponibles a bajo costo, localmente o muy cerca del sitio de construcción. Su resistencia a la compresión, similar a la de las piedras naturales, es alta lo que lo hace apropiado para elementos sometidos principalmente a compresión, tales como columnas o arcos. (Nilson, 1999, pág. 1)

## 3.2 CONCRETO REFORZADO

El concreto por si solo es un material que resiste mucho en lo que es la compresión, aunque es menor que el acero y la madera, una característica representativa del concreto es que la resistencia a la flexión o tracción es mucho menor que la resistencia a la compresión, aproximadamente 10 veces menor (Gil Martín & Hernández Montes, 2007).

El concreto bajo una carga a tensión es relativamente frágil comparado a su resistencia a la compresión. Por lo cual su utilización en elementos estructurales sometidos a tensión ya sea en toda su sección o sobre parte de su sección transversal no sería recomendable ni económico (Nilson, 1999). Por lo cual en el siglo XIX se decidió reforzar el concreto con acero:

El refuerzo, conformado usualmente por barras circulares de acero con deformaciones superficiales apropiadas para proporcionar adherencia, se coloca en las formaletas antes de vaciar el concreto. Una vez las barras estén completamente rodeadas por la masa de concreto endurecido, comienzan a formar parte integral del elemento. La combinación resultante de los dos materiales, conocida como concreto reforzado, combina muchas de las ventajas de cada uno: el costo relativamente bajo, la buena resistencia al clima y al fuego, la buena resistencia a la compresión y la excelente capacidad de moldeo del concreto con la alta resistencia a la tensión y la aún mayor ductilidad y tenacidad del acero.(Nilson, 1999, pág. 2)

### 3.2.1 PARTICULARIDADES DEL MATERIAL COMPUESTO

“La primera gran ventaja es que el hormigón genera cal libre durante su fraguado y endurecimiento,  $\text{Ca(OH)}_2$ , lo que hace que tenga un pH muy elevado ( $\cong 12$ ). Este ambiente alcalino protege al acero de un posible proceso de corrosión” (Gil Martín & Hernández Montes, 2007, pág. 20). El concreto le aporta al acero un confinamiento adecuado el cual permite un aislamiento de las barras al efecto del fuego, ya que el acero es muy vulnerable al fuego. El conjunto puede permanecer expuesto a grandes temperaturas durante horas sin que su capacidad mecánica se vea alterada (Gil Martín & Hernández Montes, 2007). La tracción absorbida por las barras de acero será transmitida al concreto mediante la fricción a lo largo del perímetro de las barras por lo cual los autores Gil y Hernández explican que se necesita garantizar una buena adherencia entre ambos elementos, la cual es garantizada por los siguientes mecanismos:

El primero de estos mecanismos es de naturaleza fisicoquímica, su origen está en la interface hormigón acero que se produce en el contacto de ambos. El segundo mecanismo se debe al

hecho de que el hormigón retrae al endurecer, lo que provoca un mejor agarre de las armaduras. El tercer mecanismo es un mecanismo forzado: las barras de las armaduras pasivas, que son las empleadas en hormigón armado, están fabricadas con corrugas que mejoran la adherencia.(Gil Martín & Hernández Montes, 2007, pág. 20)

### **3.3 CONCRETO PREESFORZADO**

En la actualidad se han desarrollado nuevas tecnologías en la construcción y se producen aceros más resistentes que los aceros comunes de refuerzo, además es posible la producción de concretos con resistencias a la compresión más elevadas. Estos materiales de altas resistencias ofrecen ventajas en la construcción de elementos especiales, sin embargo, las deformaciones de estos son muy difíciles de controlar, los elementos presentan fisuras que no son estéticamente aceptables que además exponen el acero a la corrosión. A pesar de lo anterior, se ha descubierto una manera de combinar aceros y concretos de alta resistencia mediante el concreto preesforzado (Nilson, 1999).

“El preesfuerzo significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia” (Meza, 2017, pág. 8).

#### **3.3.1 EFECTOS DEL PREESFUERZO**

El preesfuerzo del concreto se puede considerar en tres maneras distintas, primeramente, como un método de control de esfuerzos en el concreto, mediante el cual el concreto se pre comprime a modo que la tensión producida por las cargas aplicadas se reduce o elimina; como un medio para ingresar cargas equivalentes a un elemento de concreto, de forma que los efectos que se producen por las cargas aplicadas se contrarresten en la magnitud deseada; y como una variación especial del concreto en el cual se utiliza la combinación de aceros de alta resistencia junto con concretos de alta resistencia (Nilson, 1999).

“Una de las peculiares consideraciones en el concreto preesforzado es la diversidad de los estados de carga a los cuales el miembro o estructura es sujeto” (Meza, 2017, pág. 19). Para aquellas estructuras que se cuelan en sitio, el concreto preesforzado debe diseñarse para soportar por lo menos dos estados de carga, el estado inicial durante el preesforzado y el

estado final bajo cargas externas. Para los elementos fabricados en un plantel, se debe considerar un tercer estado de carga por transporte, durante cada uno de los estados mencionados anteriormente la estructura se puede encontrar bajo distintas condiciones (Meza, 2017).

### 3.3.2 MÉTODOS DE PREESFUERZO

“En relación con el hormigón pretensado, existen dos grandes diferencias técnicas dependiendo de si la tensión en el acero se introduce antes o después del endurecimiento del hormigón” (Gil Martín & Hernández Montes, 2007, pág. 20).

El preesforzado se divide en dos tipos, postensado y pretensado. El postensado es el proceso de inserción del preesfuerzo, o tensado de los cables, después del colado del concreto, se puede realizar mediante la aplicación de cargas con gatos reaccionando sobre contrafuertes o bien con gatos reaccionando contra el elemento. El pretensando se diferencia del postensado ya que en este proceso los cables de preesfuerzo se tensan previo al colado, estos cables o tendones están sometidos a esfuerzos entre anclajes externos fijos (Nilson, 1999).

“El hormigón pretensado es un sistema estructural en el cual se introducen esfuerzos internos de tal magnitud y distribución, que los esfuerzos resultantes de las cargas externas se equilibran hasta un grado deseado” (Comité ACI 116)

“El método de pretensado es el más utilizado en el campo de la prefabricación de elementos de concreto ya que permite una producción en serie logrando con esto un proceso más económico” (Guerra, 2004, pág. 10).

El método de pretensado consiste básicamente en dar un preesfuerzo al elemento que se esté fabricando, preesfuerzo es otorgarle al elemento esfuerzos contrarios a los que va a estar bajo cargas de servicio, en este caso se le otorgan esfuerzos de compresión a la pieza que se produzca. El dar esfuerzos se consigue tensando unos tendones antes de vaciar el concreto, y una vez que el concreto adquiere cierta resistencia se sueltan, los cuales tratan de recuperar su longitud inicial, la cual no es posible ya que la adherencia que tiene con el concreto no lo permite. (Guerra, 2004, pág. 10)

“Una de las características especiales del diseño en concreto preesforzado es la libertad de seleccionar las proporciones y dimensiones de la sección transversal para ajustarse a los requisitos especiales del trabajo que se analiza” (Nilson, 1999, pág. 616).

El proceso de fabricación de elementos de concreto preesforzado pretensados se puede resumir en tres etapas muy sencillas, enumeradas a continuación:

1) Tensado de tendones.

“Se hace basado en gatos hidráulicos, los cuales miden la tensión que se le aplica al tendón, así como su elongación. Una vez tensado el tendón éstos se anclan a los muertos de la mesa de tensado” (Guerra, 2004, pág. 11). Los tendones se definen “elemento de acero, tal como un alambre, cable, barra o varilla, o bien un atado de dichos elementos, que se usa fundamentalmente en tracción para impartir al hormigón tensiones de compresión” (Comité ACI 116).

2) Colado de la pieza.

“Para fabricar elementos preesforzados se necesitan concretos de alta resistencia” (Guerra, 2004, pág. 11). Los concretos de alta resistencia son “hormigón que tiene una resistencia a la compresión especificada para el diseño de 6000 psi (41 MPa) o superior” (Comité ACI 116). Los concretos de alta resistencia garantizan “una reducción en la deformación elástica inicial con la aplicación de la fuerza de preesfuerzo y una reducción en la deformación por flujo plástico, que es aproximadamente proporcional a la deformación elástica” (Nilson, 1999, pág. 594)

3) Destensado.

“Se debe hacer muy cuidadosamente, ya que de lo contrario se puede producir dos tipos de falla, una que aparezcan grietas por tensión en la parte superior de la pieza o que falle en la zona de transferencia del preesfuerzo” (Guerra, 2004, pág. 12). Por lo cual es de suma importancia realizar este proceso de una manera lenta y cautelosa.

Los autores Torres y Morales mencionan alguna de las ventajas y desventajas del concreto pretensado resumidas a continuación (Torres-Pardo & Morales, 2011):

**Ventajas del concreto pretensado:**

- Mejora el comportamiento estructural.
- Conlleva un uso más eficiente de los materiales, por lo que permite reducir el peso y el costo total de la estructura.

- Mayor resistencia frente a fenómenos de fatiga.
- Menores deformaciones.
- Disminuye la fisuración del hormigón, aumentando su vida útil.
- Permite el uso óptimo de materiales de alta resistencia.
- Importancia de luces que salvan.
- Se utiliza una baja cuantía de acero, sobre todo una baja cuantía de armadura pasiva.
- Se obtienen elementos más eficientes y esbeltos, con menos empleo de material. En vigas, por ejemplo, se utilizan alturas del orden de  $L/20$  a  $L/23$ , donde  $L$  es la luz de la viga, a diferencia de  $L/10$  utilizado en el hormigón armado.
- Disminuyen las alturas y secciones de los elementos.
- Menos peso para pilares y fundaciones.
- Rapidez de ejecución.
- Poco personal en obra.

#### **Desventajas del concreto pretensado:**

- La falta de coordinación en el transporte de los elementos pretensados o de los materiales y herramientas para el postensado, puede encarecer el montaje.
- En general, la inversión inicial es mayor por la disminución en los tiempos de construcción.
- En ocasiones, se requiere también de un diseño relativamente especializado de armaduras, uniones y apoyos.
- Se debe planear y ejecutar cuidadosamente el proceso constructivo, sobre todo en las etapas de montaje y colados en sitio.
- El cálculo suele ser más complejo.

### **3.4 PREFABRICADOS**

#### **3.4.1 NORMAS ESPECÍFICAS**

“La fabricación de todos los elementos estructurales de concretos prefabricados, está diseñado de acuerdo con las especificaciones del ACI y del PCI” (Guerra, 2004, pág. 18).

### 3.4.2 CLASIFICACIÓN

#### **1) Prefabricados Industrializados**

“Es el elaborado en una planta, con maquinaria especializada y su producción es en serie. Generalmente es el que va a sufrir una transportación desde la planta generadora hasta la obra con el fin de que se instale el producto” (Guerra, 2004, pág. 45).

#### **2) Prefabricados no Industrializados**

Son elementos prefabricados en el mismo sitio de la obra, por lo cual no se transportan, estos se fabrican aparte y luego se montan donde corresponde (Guerra, 2004).

### 3.4.3 TIPOS

“En el sistema prefabricado existen diferentes tipos de secciones de elementos, los cuales tienen diferentes funciones. Como es una producción en serie, es un proceso industrial” (Guerra, 2004, pág. 46).

#### **1) Sistemas prefabricados de concreto para entrepisos**

En la empresa Conhsa Payhsa se ofrecen cuatro sistemas de entrepiso: sistema de entrepiso a base de viguetas keystone y losas prefabricadas (v. Figura 45) este sistema prefabricado de entrepiso está compuesto por viguetas tipo Keystone pretensadas, losa de concreto prefabricada y losa colada en sitio, creando así una losa nervada compuesta unidireccional. Las viguetas traen incorporado el acero necesario para la transferencia de esfuerzos y actuar en sección compuesta. Los demás sistemas están compuestos por viguetas 10J + loseta prefabricada, vigueta 16J + loseta prefabricada y sistema pretensado para entrepisos a base de vigas doble tee. Dentro de las ventajas de estos sistemas están la rapidez en el montaje, claros libres amplios, estabilidad del sistema mediante un efecto de diafragma y no requiere apuntalamiento temporal (CONHSA PAYHSA).

#### **2) Sistema prefabricado de concreto para puentes**

Se utilizan vigas puente Washington State-M (WS-M), estas pueden ser WS-60M, WS-80M, WS-100M y WS-120M (v. Figura). La losa prefabricada tiene la función de encofrado perdido y no

requiere apuntalamiento, la sección prefabricada tiene capacidad para soportar la carga de construcción y el peso propio de la losa colada en sitio, la sección compuesta de losa prefabricada y losa colada en sitio tiene la capacidad de soportar la carga (v. Figura).

## **IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO**

### **SEMANA 1 DEL 15 DE ENERO AL 20 DE ENERO**

El primer día el Ingeniero Sergio Banegas, jefe de la planta de prefabricados, describió las actividades que se realizan en el departamento, además mencionó los departamentos relacionados y el proceso que conlleva la creación de los elementos. Seguidamente la Ingeniero Cinthia Castellanos realizó un tour de las instalaciones para saber dónde se ubicaba cada uno de los departamentos y las bancadas.

Actualmente en la empresa CONHSA PAYHSA se están fabricando losas, viguetas y vigas plafones para la Universidad José Cecilio del Valle en la ciudad de Tegucigalpa, Francisco Morazán. Este proyecto consta de dos edificios, un centro de educación y un parqueo. Durante la primera semana se realizaron fundiciones de los distintos elementos mencionados anteriormente, por lo cual se llevaron a cabo las respectivas inspecciones previas al curado y después del mismo. Se realizó la pre inspección de las viguetas 16J utilizando los planos y la orden de producción, esta consiste en la medición de la longitud de separador a separador, revisar si los separadores están a escuadra y asegurarse que se hayan colocado unas plaquitas en los extremos para evitar fisuras por cortante en el elemento fundido (v. Figura 2). Una vez terminada la pre inspección se da el visto bueno para comenzar la fundición. La fundición se realiza mediante el transporte de la mezcla en cubiletes (v. Figura 3), se supervisó el proceso asegurándose que se realizara un vibrado (v. Figura 4) adecuado del elemento. El armado de las viguetas se inserta en el concreto una vez este se ha colocado (v. Figura 5), el armado se debe amarrar a una guía para que estén perpendiculares (v. Figura 6), al día siguiente del colado se puede proceder a nombrar los elementos utilizando la orden de producción (v. Figura 9).

Las vigas plafones son elementos más complejos los cuales requieren varios días para su fabricación, durante esta semana se realizó el enhebrado de los cables de preesfuerzo, procedido por su respectivo tensado, luego que se distribuyen los anillos o estribos y se realiza la pre inspección que consiste en contar los anillos, realizar mediciones de longitudes de

desarrollo, longitud total y revisión de la ubicación del pulido ya que sobre estos elementos se colocan las viguetas.

## **SEMANA 2 DEL 22 DE ENERO AL 27 DE ENERO**

En la semana dos se continuaron con los mismos elementos. Una vez los plafones ya estaban fuera de las bancadas se realizó la post inspección, se midieron las longitudes, se observó si había algún tipo de imperfección y también que los elementos estuvieran despuntados. Una vez se determinó todo lo mencionado, se procedió al nombrado del elemento, nuevamente haciendo uso de los planos y la orden de producción.

Otro elemento que se está fabricando actualmente son unas vigas para un puente peatonal en Choluteca, estos elementos están casi terminados, la viga es una WS-60 y sobre ellas se fabricó una losa. Se realizó la pre inspección de la losa, la cual consiste en la medición de placa a placa (v. Figura 24) en el elemento y también la revisión del centro de este (v. Figura 23). Una vez finalizada la inspección se procede al colado en el cual se supervisa el vibrado adecuado del elemento y el pulido (v. Figura 26). Al día siguiente del colado se procede al desencofrado de la losa y la revisión de cualquier irregularidad en la superficie.

Como mencionado anteriormente se están fabricando viguetas, por lo cual se realizó la pre inspección de estas, procedido por el nombrado de los elementos al día siguiente del colado y la post inspección que consiste en detectar alguna irregularidad en la superficie inferior y los extremos del elemento, las viguetas deben ir lisas ya que son un elemento que se mira y debe ser estéticamente agradable (v. Figura 10). Durante esta semana se realizó un despacho de viguetas, previo al despacho se deben marcar para que luego las cuadrillas las coloquen en la rastra sin problema (v. Figura 13).

Se realizó la planilla de los trabajadores del departamento de prefabricados, luego se entregó al Ingeniero Ángel Fúnez para la revisión. Otra actividad realizada fue en ensayo de resistencia de bloques de concreto junto con los laboratoristas en el departamento de control de calidad y el Ingeniero Omar Banegas explico cómo se realiza la corrección por humedad en la dosificación del concreto.

Adicionalmente se realizó la supervisión de los camiones de concreto en el Megamall en San Pedro Sula, donde se tomaron los revenimientos, temperaturas y se controló el tiempo de descarga (v. Figura 40). En este proyecto la empresa solo se encarga de proveer el concreto y colocarlo en la losa, la empresa NABLA es la encargada de la obra gris. También se calculó el volumen de concreto para la siguiente fundición de losa de entrepiso. (v. Figura 35)

### **SEMANA 3 DEL 29 DE ENERO AL 3 DE FEBRERO**

Durante la tercera semana en la empresa CONHSA PAYHSA se realizó el despacho de viguetas 16J por lo cual era necesario realizar la post inspección que consistía en observar que los elementos estuviesen despuntados, con los extremos pulidos y la parte inferior intacta, ya que estos elementos se observan en el entrepiso del centro de educación y el parqueo de la universidad José Cecilio del Valle (v. Figura 11).

Se realizó la pre inspección de las losas de entrepiso, estos elementos también serían enviados a Tegucigalpa. (v. Figura 42) La pre inspección tiene dos partes, primeramente, se revisa el armado, utilizando los planos y la orden de producción. Usualmente el capataz encargado de la bancada realiza los elementos en un orden distinto al establecido en la orden de producción, por lo cual es necesario consultarle como está ubicado el elemento, actualmente los dos capataces encargados de las losas se llaman Elio y Daniel.

El armado de las losas es bastante sencillo con variaciones en la distribución de las varillas que salen del elemento en sus extremos, estas varillas servirán de anclaje con las viguetas, columnas y plafones en sitio. Una vez se sabe el orden y se tienen los planos se procede a la revisión, las losas usualmente tienen varillas en los extremos a longitudes de 8, 10 y 15 centímetros. Al finalizar la revisión de los armados se procede a la revisión de las longitudes y diagonales del elemento, ya que al ser un elemento prefabricado es de suma importancia que al momento de ser ubicado en su lugar este encaje con los demás elementos. Se revisan las diagonales para determinar si el elemento está a escuadra. La revisión de losas es un trabajo bastante tedioso ya que, si uno de los elementos no está a escuadra, es probable que todos los demás estén descuadrados. Si no se cumple con una longitud o diagonal simplemente se quitan los

separadores y se le pega al encofrado, que son reglas de 1x2", a modo que se cumplan con las dimensiones en los planos u orden de compra (v. Figura 43).

Se realizó el despacho de los plafones que fueron revisados y fundidos la semana anterior. Previo al despacho se realiza la post inspección, que consiste en medir las longitudes de los elementos, revisar la ubicación del pulido, nombrar el elemento o revisar que este bien nombrado y que los extremos estén despuntados. Una vez concluida la post inspección se coloca un tape en el armado que indica que ese elemento se debe montar, adicionalmente se coloca una etiqueta o rotulo en el elemento.

Se realizó la supervisión de los camiones de concreto en el Megamall en San Pedro Sula, donde se tomaron los respectivos revenimientos, temperaturas y se controló el tiempo de descarga. (v. Figura 36)

#### **SEMANA 4 DEL 5 DE FEBRERO AL 10 DE FEBRERO**

En la semana cuatro de la práctica se realizó una nueva actividad, post inspección de vigas WS-65M, estas vigas fueron fabricadas en agosto y septiembre del 2017 para el proyecto "Túnel Intersección Colonia 21 de octubre" situado en la colonia San Miguel en Tegucigalpa, pero hubo algunos retrasos en el proyecto debido a la situación política en Honduras.

La post inspección de estos elementos se realiza mediante un reporte donde se coloca el nombre del elemento, longitud teórica en metros, la fecha de producción, fecha de medición, edad en días, la longitud de la parte superior e inferior en metros y la contraflecha de la parte superior e inferior en milímetros.

Para realizar las respectivas mediciones se necesitan dos personas, una cinta métrica, un metro y caña de pescar o cáñamo. Primeramente, se toman las longitudes de la parte superior e inferior con la cinta métrica, asegurándose que la cinta esta templada. Para medir la contraflecha se coloca el cáñamo en el filo superior y se mide la variación en el centro de la viga, se repite el mismo procedimiento para la parte inferior.

También se realizó la pre inspección de las losas, actualmente se está trabajando en dos bancadas, se fabrican 73 losas en una y 46 en la otra en cada colada. Se realizó la respectiva

revisión del armando utilizando los planos y la orden de producción. Luego se procedió a revisar las longitudes y las diagonales, corrigiendo aquellas que no cumplieren utilizando un martillo y alineándolas.

Se realizó un presupuesto para la remodelación de la cabina de control y los baños en la planta de postes centrifugados ya que se encuentran en muy malas condiciones. Se tomaron las medidas necesarias para sacar las cantidades de obra y luego se realizó el presupuesto en Excel. (v. Figura 41)

Actualmente se está realizando un nuevo contrato con una empresa que exige muchos ensayos que no se realizan en Honduras, por lo cual se enviaron a Estados Unidos muestras de agregados para que los ensayen. Los documentos están en inglés y para mayor comprensión de estos se realizó la traducción de estos, ya que no todo el personal es bilingüe en la empresa.

#### **SEMANA 5 DEL 12 DE FEBRERO AL 17 DE FEBRERO**

Durante la semana cinco se fabricaron losas para el proyecto de la Universidad José Cecilio del Valle, para el edificio académico y el estacionamiento. Por lo cual se realizó la pre inspección de las losas, revisando sus longitudes en ambos extremos. También se revisó la diagonal de los elementos para asegurar el anclaje adecuado en sitio. Se fabricaron 73 losas, todas dentro de la misma bancada.

Se fabricaron viguetas 16J para el estacionamiento de la UJCV, los cuales se necesitaban con urgencia ya que se debía colocar en el proyecto. Se realizó la pre inspección de los elementos, revisando que los separadores estuviesen a escuadra y las longitudes se cumplieran.

Se realizaron dos montajes durante la semana, por lo cual se realizó el marcado de los elementos que se enviarían al proyecto. Se realizó la post inspección, revisando las longitudes, que cumplieren con la orden de producción y los planos. Se marcaron los paquetes de losas y los plafones. Para marcar los elementos se coloca un pedazo de tape de color para que se identifique fácilmente, en el caso de los plafones también se les coloca un rotulo con el nombre y longitud del elemento, este rotulo va sellado para evitar que el agua se filtre.

También se realizó la fundición de las vigas WS-65M para la colonia 21 de octubre, Tegucigalpa. Por lo cual se realizó la pre inspección de este elemento. Para realizar dicho trabajo se necesita tener una copia de los planos, la orden de producción, cinta métrica y metro. Se revisó la longitud del elemento en el patín superior e inferior, el ancho del alma, la altura de los agujeros en el diafragma a tres alturas distintas y la separación de los agujeros.

Finalmente se realizó la post inspección de las vigas I para los puentes peatonales en Choluteca, la misma consiste en la medición de la altura de la viga incluyendo la losa, el ancho del patín superior e inferior, ancho de la losa, ancho del alma, contra flecha, longitud superior e inferior y la altura de la losa. Una vez se concluye con la post inspección se realiza un reporte donde se especifican todas las características del elemento. Finalmente, se le coloca el logo de la empresa a lo largo de la longitud en el alma, es muy importante que este se coloque una vez el elemento ya está revisado, ya que indica que está listo para ser entregado, sin logo no será despachado.

## **SEMANA 6 DEL 19 DE FEBRERO AL 24 DE FEBRERO**

Durante la sexta semana se realizó un viaje a Tegucigalpa (v. Figura 46) para observar la descarga y montaje de los elementos una vez estos llegan al sitio donde serán colocados. El viaje fue de mucho aprendizaje y se realizaron nuevas actividades. La empresa CONHSA PAYHSA en el proyecto ofrece el servicio de la grúa y el montaje de los elementos prefabricados. Cada vez que llega una rastra con cargamento se debe revisar que el pedido este bien y que los elementos no hayan sufrido daños en el viaje, una vez se realiza la revisión se procede a firmar la factura. Con la grúa se descarga el material y se coloca en los lugares de almacenamiento (v. Figura 14).

Antes de empezar a colocar los elementos prefabricados deben estar fundidas las columnas y el respectivo apuntalamiento. Para colocar los plafones debe estar marcado en la columna el centro de esta (v. Figura 16), luego se marca la cara del plafón y se alinea con el eje (v. Figura 17). Se debe supervisar que el armado de la columna y de los demás plafones que llegan al nodo se encuentre colocado adecuadamente, el armado de las vigas de carga va por debajo y encima el de la viga de rigidez, se deben amarrar las barras para que no se muevan al colocar otros elementos encima.

Una vez colocado los plafones se debe marcar el centro de la primera vigueta desde la cara buena de la columna, en este caso eran 42 cm. Partiendo del centro de la vigueta se marcan 5.5cm, que sería la cara de la vigueta. Una vez marcada la primera cara se colocan las respectivas marcas, distanciadas acorde a plano, de las demás viguetas. El máximo error permitido es 2cm. Al tener todas las marcas listas se procede a colocar las viguetas, utilizando la grúa (v. Figura 15). Las viguetas se deben alinear con respecto a las marcas y deben apoyarse mínimo 10cm en cada plafón, una vez colocadas se les cortan los ganchos (v. Figura 18).

Una vez se colocan todas las viguetas se procede a la colocación de las losas, los paquetes de losas se suben utilizando la grúa. Antes de colocarlas se deben levantar los armados que se salen del elemento (v. Figura 44), luego utilizando la grúa se levantan y se colocan en los respectivos lugares acorde a plano. Es de mucha importancia la nomenclatura de los elementos ya que una vez en sitio todo se arma como un rompecabezas.

Una vez ya se colocaron todas las losas se procede a “bajar los pelos” esto significa bajar el armado que se levantó anteriormente para amarrarlo con el armado de la vigueta, luego se colocan unos puntos de soldadura. Una vez ya se realiza la soldadura de todos los elementos (viguetas, losas y plafones) se comportan monolíticamente, garantizando su resistencia en servicio. (v. Figura 45)

También se realizó un inventario de los contenedores y el ajuste de la grúa. La grúa se debe ajustar cuantas veces se pueda ya que el movimiento de levante hace un impacto en las uniones y se aflojan, por eso, cada vez que no se utiliza se aprovecha para realizar el respectivo ajuste.

### **SEMANA 7 DEL 26 DE FEBRERO AL 3 DE MARZO**

Se realizó el colado de viguetas 16J-28 por lo cual se realizó la pre inspección de dichos elementos, se realizarán 20 viguetas con longitud de 11.45 metros, 12 viguetas de 3.55 metros y 3 viguetas de 1.33 metros de longitud. La pre inspección consiste en verificar que los separadores estuviesen rectos a escuadra y las longitudes, cabe mencionar que los separadores aumentan dos centímetros la longitud por su espesor, este dato se debe considerar al revisar las longitudes.

En control de calidad se maneja una bitácora con todas las rupturas de cilindros que se hacen diariamente. En esta bitácora se pueden encontrar todos los elementos que se fabrican en el plantel, viguetas, vigas, plafones, losas, bloques, pilotes, entre otros. La bitácora es llenada por los laboratoristas, donde colocan la fecha, el nombre del elemento, el lugar del proyecto donde se enviará el elemento, la fecha de fabricación y la edad en la cual se está realizando el quiebre. Usualmente se fabrican 3 cilindros por para obtener un promedio adecuado, dentro de la bitácora apuntan las lecturas del dial, que es la fuerza en libras ejercida en la sección del cilindro, el esfuerzo que se obtiene de la división de la fuerza entre el área del cilindro, que es  $28.27 \text{ in}^2$ , el promedio de los esfuerzos y el porcentaje de cumplimiento en comparación a la resistencia de diseño. Los datos en la bitácora deben pasarse a digital para facilitar su búsqueda en un futuro, por lo cual durante la semana siete se realizó dicha actividad. Se comenzó con los tubos en todos sus diámetros (18", 24", 30", 36", 42", 48", 60", 72") del presente año. Luego se pasaron los datos del 2017, ya que no lo hicieron durante ese año, por lo cual esta actividad se realizó durante toda la semana ya que era bastante información.

Se realizó la pre inspección de losas, nuevamente se está trabajando en dos bancadas para acelerar el proceso y cumplir con las entregas a tiempo. También se realizó la pre inspección de plafones, se revisaron las longitudes de los elementos, la posición de los ganchos de levante, la posición del pulido, la separación de las varillas en los extremos ya que en Tegucigalpa se observó que no están encajando bien y se deben realizar las correcciones, también se revisaron los anillos, que estuviesen la cantidad estipulada en los planos y la separación adecuada para que las viguetas encajaran bien en el proyecto.

### **SEMANA 8 DEL 5 DE MARZO AL 10 DE MARZO**

Se realizó el despacho de 27 plafones, por lo cual se marcaron con etiquetas, donde se especifica el nombre y la longitud del elemento, se debe corroborar la longitud ya que los elementos del edificio de educación y el parqueo en la UJCV tienen el mismo código. Las etiquetas van selladas y se amarran a un anillo con alambre de amarre. En el proyecto se han presentado problemas con el ensamblaje de las piezas, por lo cual se revisaron con mucha

precaución las separaciones que hay entre las barras de concreto en los extremos, estas deben encajar con el armado de la columna por lo cual es muy importante minimizar el error.

Se realizó el cálculo estructural de un marco para un techo que se colocara en el plantel en Búfalo en el departamento de acero, se determinaron los perfiles para las columnas y vigas necesarios para sostener la carga. Se utilizó el software ETABS para facilitar el ensayo y se siguieron las normas del manual de la AISC, American Institute of Steel Construction. Todo esto se realizó bajo la supervisión del ingeniero Ángel Fúnez.

Dado a que las viguetas que se han fabricado en las últimas semanas no se han despachado se han acumulado muchas en el plantel, por lo cual se realizó una inspección para verificar que todas estuviesen nombradas y que la cantidad guardada concuerde con las órdenes de producción que se han entregado. Todas las viguetas son código 16J-28, las revisadas tenían longitudes de 11.02 metros, 11.04 metros, 11.675 metros, 1.33 metros, 1.675 metros, 3.375 metros y 6.50 metros. Era de mucha importancia revisar la longitud ya que no todos los elementos estaban nombrados y a algunos se les había borrado por las lluvias y el polvo, entonces una vez se medía la longitud se procedía a nombrar y contar para hacer el respectivo inventario.

Se investigó sobre el desperdicio que hay al utilizar concreto premezclado, fue una búsqueda exhaustiva ya que no se encuentra especificado dentro de una norma algún dato que explique porque usar cierto porcentaje de desperdicio. La norma ASTM C-94 trata sobre el control del concreto premezclado y menciona que se debe considerar cierto desperdicio, pero no especifica cuanto, este documento hace referencia a el código ACI 211.1 pero no se encontró el dato buscado, por lo cual se procedió a investigar más hasta que se encontró un artículo donde menciona el rango común de desperdicio y menciona las causas de este.

Se efectuó la revisión de las losas en ambas bancadas, se revisaron las longitudes y las diagonales, para asegurar el ensamblaje correcto en campo. Aquellos elementos que presentaban fallas se corrigieron utilizando un martillo y cuñas para detener los separadores. Se revisó el armado y que todos los elementos tuvieran los ganchos de levante. También se ejecutó la pre inspección de las viguetas, revisando los separadores y las longitudes.

## **SEMANA 9 DEL 12 DE MARZO AL 17 DE MARZO**

Para todos los elementos que se fabrican en el plantel se realizan cilindros en cada colada, para luego efectuar los ensayos de resistencia del concreto, de este trabajo se encargan dos laboratoristas, Martin Zavala y Elvin Amador. Ellos van registrando las resistencias a 1, 7 y 28 días en una bitácora manualmente. Se realizó el control de resistencia para los elementos de la Universidad José Cecilio del Valle, los plafones, losas y viguetas, utilizando el programa Excel, el programa de colado y la bitácora.

Se realizó la pre inspección de los plafones, se utilizó el reporte de colado y los planos para realizarla. Se mide la longitud del elemento, la posición de los ganchos de levante, la ubicación del pulido, la longitud de las varillas #8 y se corroboran las separaciones de las varillas que se salen del elemento, que sirven para realizar la unión con las columnas y los demás plafones, también se deben contar los anillos del elemento.

Se hizo un reporte de tensado para las losas de la bancada 1DT, el reporte consiste en realizar un esquema de la distribución de los cables para saber cuál es cada uno, luego en una tabla se anota el número de cable, el valor del dial que marca la fuerza y la elongación del cable. Para las losas se usó un cable de 5mm y para los demás elementos se usó un cable de media pulgada.

Se realizó la pre inspección de las losas en ambas bancadas, la #3 y 1DT, utilizando el programa de colado y el juego de planos. Primeramente, se verificó que las varillas que se salen del elemento tuviesen las longitudes correctas para el anclaje en sitio. Luego con un metro y un martillo hechizo se fueron midiendo las longitudes en ambos lados del elemento y la diagonal, golpeando con el martillo cuando fuese necesario realizar alguna corrección.

A inicios de semana se colaron viguetas en la bancada 14, por lo cual se nombraron utilizando el orden de producción. Se midieron las longitudes para corroborar que estuviesen acorde a plano y luego se procedió a nombrar los elementos, colocando el código 16J-28, seguido del código específico para cada longitud, 03 para las de 6.615m, 22 para las de 8.11m que tenían un saque especial para la rampa, 09A para 3.85m, 08 para 1.675m y 10 para 9m que también se ubicaron en la rampa por lo cual se les colocó un pedazo de madera para realizar el saque adicional que tienen los elementos ubicados en rampa. Se hicieron un total de 44 viguetas.

## **SEMANA 10 DEL 19 DE MARZO AL 24 DE MARZO**

Durante la última semana en CONHSA PAYHA S.A se realizó la pre inspección de viguetas en la cual se revisaron que los separadores estuviesen a escuadra y se corroboraron las longitudes de los elementos 16J-28. Una vez finalizada la inspección se procede al colado, al día siguiente se nombraron los elementos colocando el código y su respectiva longitud a ambos lados la vigueta.

Las losas prefabricadas se realizaron durante todas las semanas, por lo cual durante esta semana no fue la excepción. Se realizó la pre inspección de las losas en ambas bancadas, utilizando el juego de planos y el programa de colado. Se revisó la distribución del acero y se midieron las varillas que salen en los extremos asegurándose así que se cumpliera con los planos. También se revisaron las longitudes en ambos extremos y la diagonal para asegurarse que estuviesen cuadrados y encajen bien en el proyecto.

Se realizó un despacho de viguetas y plafones, por lo cual se marcaron con un tape verde para que el equipo de despacho las identificara. En los plafones se coloca un pequeño rotulo con el nombre del elemento y la longitud, este rotulo va sellado para que no se dañe con la lluvia.

Se realizó una colada de plafones, por lo cual se ejecutó la pre inspección necesaria utilizando el juego de planos y la orden de producción. Se realizaron plafones VR y VP, los plafones VR son vigas de rigidez, sirven exclusivamente para rigidizar la estructura, mientras que los plafones VP son vigas principales o vigas de carga, por lo cual sobre estas se colocan las viguetas. Estéticamente la principal diferencia está en que los plafones VR no tienen pulido, ya que no se colocan elementos sobre ellos, mientras que los plafones VP tienen pulido a distintas distancias que se revisan con plano. Dentro de la pre inspección se revisa el armado, se cuentan los anillos, se verifica la separación de las barras de anclaje y la longitud de desarrollo de estas, se revisa la ubicación de los ganchos de levante y también las distancias donde se colocará el pulido, además que se coloca una pequeña varilla encima del pulido para que el albañil sepa durante la colada que ahí debe pulir.

Se finalizó el diseño estructural del techo de acero con el software ETABS, el cual se colocará en el taller del departamento de mantenimiento industrial en el plantel de Búfalo.

## V. CONCLUSIONES

1) Las pre inspecciones de los elementos en la empresa Conhsa Payhsa se realizan previo al colado de cada uno de los elementos, para realizar las mismas se requiere del programa de colado u orden de producción y del juego de planos del elemento a revisar. Durante estas semanas se realizaron distintos elementos como ser viguetas, losas, plafones y vigas puente, para cada uno de estos existe un proceso ya definido para revisarlo, una vez se concluye la pre inspección se puede colar el elemento.

2) Dentro de las actividades de diarias en la empresa se encuentran los reportes de tensado, consisten básicamente en registrar la fuerza de tensado y la elongación de los elementos. Este proceso es bastante delicado ya que los cables de preesfuerzo podrían reventarse y causar algún accidente, por lo cual cuando se tensan los cables ninguna persona debe estar trabajando en la bancada.

3) Es de suma importancia supervisar el proceso de colado para asegurarse del manejo adecuado del concreto y las herramientas. La mayoría de los elementos se desmoldan al día siguiente y se procede a nombrarlos y estos se colocan en espacios asignados para el almacenaje. Los elementos se transportan en rastras y casi diariamente se realizan despacho de elementos, por lo cual se debe realizar el plan de despacho y marcar cuales son los elementos que se irán en cada viaje, asimismo supervisar que no se dañen en los movimientos.

4) Se realizaron actividades de campo en dos proyectos, en la Universidad José Cecilio del Valle (UJCV) y el Megamall. En la UJCV se realizaron las actividades de montaje de los elementos que se fabrican en el plantel, se aprendieron los respectivos cuidados que se deben tener y los posibles problemas que se pueden presentar en sitio. En el Megamall se realizaron actividades con respecto al control de calidad del concreto, supervisión de los mixers y también se observaron los posibles contratiempos que se pueden presentar en estos proyectos.

5) Las tareas de oficina que se realizaron durante estas semanas fueron principalmente, bitácoras de control de resistencias de concreto de los elementos prefabricados para la UJCV y tuberías de concreto, planillas, traducciones de algunos documentos en inglés, presupuestos y certificados de tuberías y bloques.

## VI. RECOMENDACIONES

- 1) Para las pre inspecciones se cuenta únicamente con 2 laboratoristas supervisados por un ingeniero, sería de mucha ayuda para ellos que se capacite a demás personal para que se realicen las inspecciones de manera más eficiente, además que a veces ellos están realizando cilindros en alguna colada y se saturan de trabajo.
- 2) El proceso de tensado es algo sumamente peligroso, un cable reventado podría costarle la vida a alguna persona que se encuentre en su camino. A veces sucede que cuando se realiza una actividad tan repetitivamente, se pierde el temor al peligro por el exceso de confianza, por lo cual se recomienda dar charlas de seguridad laboral a todos los trabajadores para que estén conscientes del peligro que pueden correr al realizar dicha actividad.
- 3) Los elementos se nombran con marcador permanente, pero a veces por las situaciones de la intemperie se les borra el nombre, sería más adecuado que los elementos se guarden en lugares techados para evitar daños, se podría hacer una galera de almacenaje. Al momento de realizar el despacho los elementos se lastiman al colocarlos en la rastra ya que se intentan poner hasta tres elementos a la vez, sería mejor si solo se colocara uno a la vez.
- 4) Con respecto a las actividades de campo, usualmente la empresa es subcontratada en los proyectos, por lo cual sería recomendable que en el caso que se trasladen elementos prefabricados se cuente con un lugar para almacenarlos por mientras estos se colocan en su sitio, en la UJCV los elementos se colocaban en la acera y al levantarlos pasaban sobre el parqueo, lo cual era arriesgado para aquel que pasara por ahí. Con respecto al control de calidad del concreto es importante manejar la temperatura de este y además desarrollar un plan adecuado para la fundición para evitar atrasos.
- 5) Las actividades de oficina pueden ser bastante sencillas y repetitivas, pero es de suma importancia ya que en el caso que se presente un reclamo se tiene el respaldo inmediato de los elementos. Se podría mejorar el manejo de los datos ya que en ocasiones no se realizan las bitácoras digitales durante meses y después es más difícil conseguir la información.

## BIBLIOGRAFÍA

Comité ACI 116. (s.f.). *Terminología del cemento y el hormigón*.

CONHSA PAYHSA. (s.f.). *Sistemas prefabricados de concreto para entrepisos*.

Gil Martín, L. M., & Hernández Montes, E. (2007). *Hormigón Armado y Pretensado*. Granada.

Guerra, E. (2004). *Prefabricados de Concreto en la Industria de la Construcción*. Ciudad de Mexico.

IMCYC. (2005). Curado del Concreto. *Conceptos Basicos del Concreto*, 3.

López, L. G. (2003). *El concreto y otros materiales para la construccion*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Meza, L. (2017). *Aspectos Fundamentales del Concreto Presforzado*. Managua.

Nilson, A. H. (1999). *Diseño de Estructuras de Concreto* (Duodécima ed.). Santafé de Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL.

Torres-Pardo, A., & Morales, F. (2011). *Sistemas constructivos: Hormigón pretensado y postensado*. Montevideo.

## ANEXOS



**Figura 2. Vigueta 16J, preinspección.**

Fuente: Propia



**Figura 3. Vigueta 16J, colado con cubilete.**

Fuente: Propia



**Figura 4. Vigueta 16J, vibrado del elemento.**

Fuente: Propia



**Figura 5. Vigüeta 16J, inserción de armado.**

Fuente: Propia



**Figura 6. Vigüeta 16J, acabado con cuchara y amarre del armado.**

Fuente: Propia



**Figura 7. Vigüeta 16J, inserción del gancho.**

Fuente: Propia



**Figura 8. Vigüeta 16J, cilindros y vigüetas a 1 día.**

Fuente: Propia



**Figura 9. Vigueta 16J terminada y etiquetada.**

Fuente: Propia



**Figura 10. Vigueta 16J, proceso para sacar elementos de bancada.**

Fuente: Propia



**Figura 11. Vigueta 16J, desmolde de elementos.**

Fuente: Propia



**Figura 12. Viguetas 16J, almacenaje.**

Fuente: Propia



**Figura 13. Viguetas 16J, despacho.**

Fuente: Propia



**Figura 14. Viguetas 16J, transporte llegando a proyecto.**

Fuente: Propia



**Figura 15. Viguetas 16J, transporte de elementos con grúa.**

Fuente: Propia



**Figura 16. Vigueta 16J, marcado de los ejes.**

Fuente: Propia



**Figura 17. Vigueta 16J, marcado de la cara de la vigueta en plafones.**

Fuente: Propia



**Figura 18. Viguetas 16J, colocación final.**

Fuente: Propia



**Figura 19. Postes de la Tela, bancada.**

Fuente: Propia



**Figura 20. Postes de la Tela, colado.**

Fuente: Propia



**Figura 21. Postes de la Tela, post-inspección.**

Fuente: Propia



**Figura 22. Viga puente peatonal, armado losa.**

Fuente: Propia



**Figura 23. Viga puente peatonal, revisión armado losa.**

Fuente: Propia



**Figura 24. Viga puente peatonal, placas.**

Fuente: Propia



**Figura 25. Viga puente peatonal, armado y encofrado de losa.**

Fuente: Propia



**Figura 26. Viga puente peatonal, colado de losa.**

Fuente: Propia



**Figura 27. Viga puente peatonal, vibrado de losa.**

Fuente: Propia



**Figura 28. Viga puente peatonal, encofrado.**

Fuente: Propia



**Figura 29. Viga puente peatonal, gancho de levante.**

Fuente: Propia



**Figura 30. Viga puente peatonal, fundición terminada.**

Fuente: Propia



**Figura 31. Muro de contención de agregados.**

Fuente: Propia



**Figura 32. Muro de contención de agregados.**

Fuente: Propia



**Figura 33. Viga Plafón, pulido.**

Fuente: Propia



**Figura 34. Viga Plafón, colado.**

Fuente: Propia



**Figura 35. Megamall, fundición losa.**

Fuente: Propia



**Figura 36. Megamall, ensayos en concreto fresco.**

Fuente: Propia



**Figura 37. Megamall, mixer y bomba.**

Fuente: Propia



**Figura 38. Megamall, control de calidad mixers.**

Fuente: Propia



**Figura 39. Megamall, cilindros para Geotec.**

Fuente: Propia



**Figura 40. Megamall, bitácora control de calidad.**

Fuente: Propia



**Figura 41. Baño y bodega en planta de postes.**

Fuente: Propia



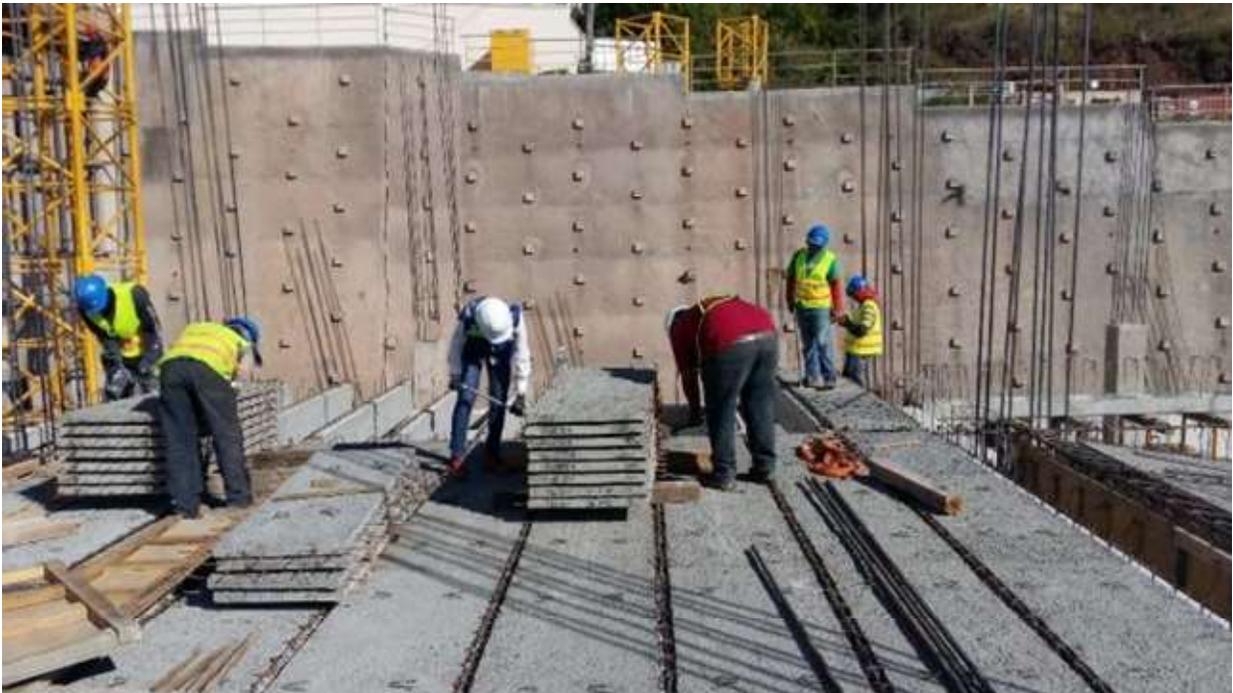
**Figura 42. Losas, bancada.**

Fuente: Propia



**Figura 43. Losas, revisión.**

Fuente: Propia



**Figura 44. Losas, preparación para colocación final.**

Fuente: Propia



**Figura 45. Losas, colocación final.**

Fuente: Propia



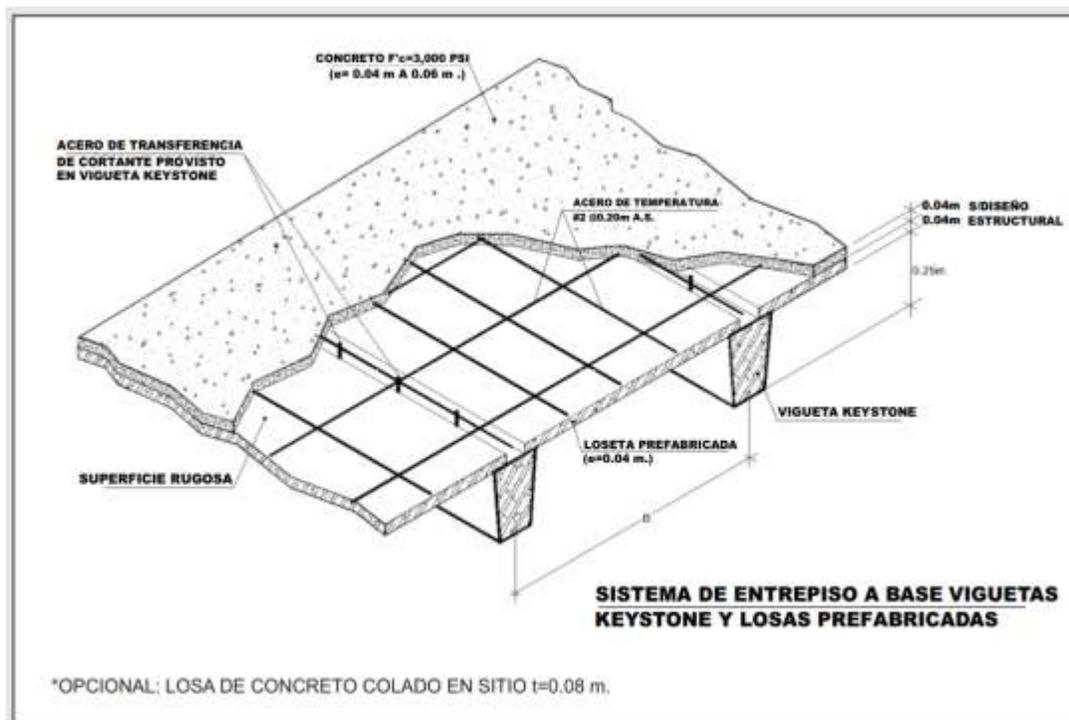
**Figura 46. Proyecto Estacionamiento Universidad José Cecilio del Valle.**

Fuente: Propia



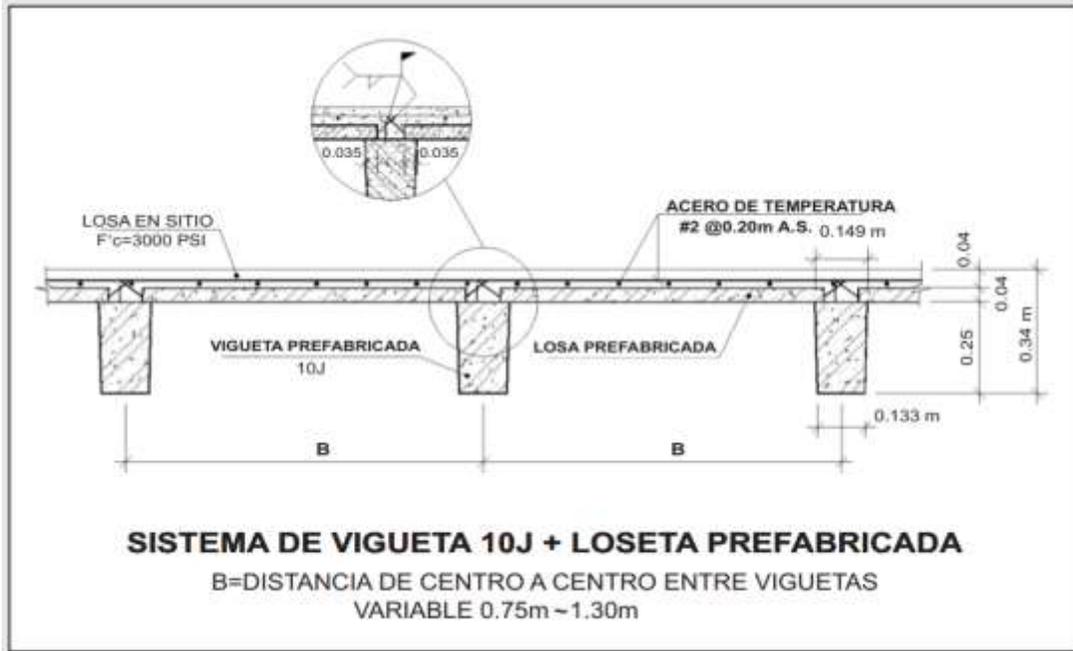
**Figura 47. Rampa en estacionamiento UJCV.**

Fuente: Propia



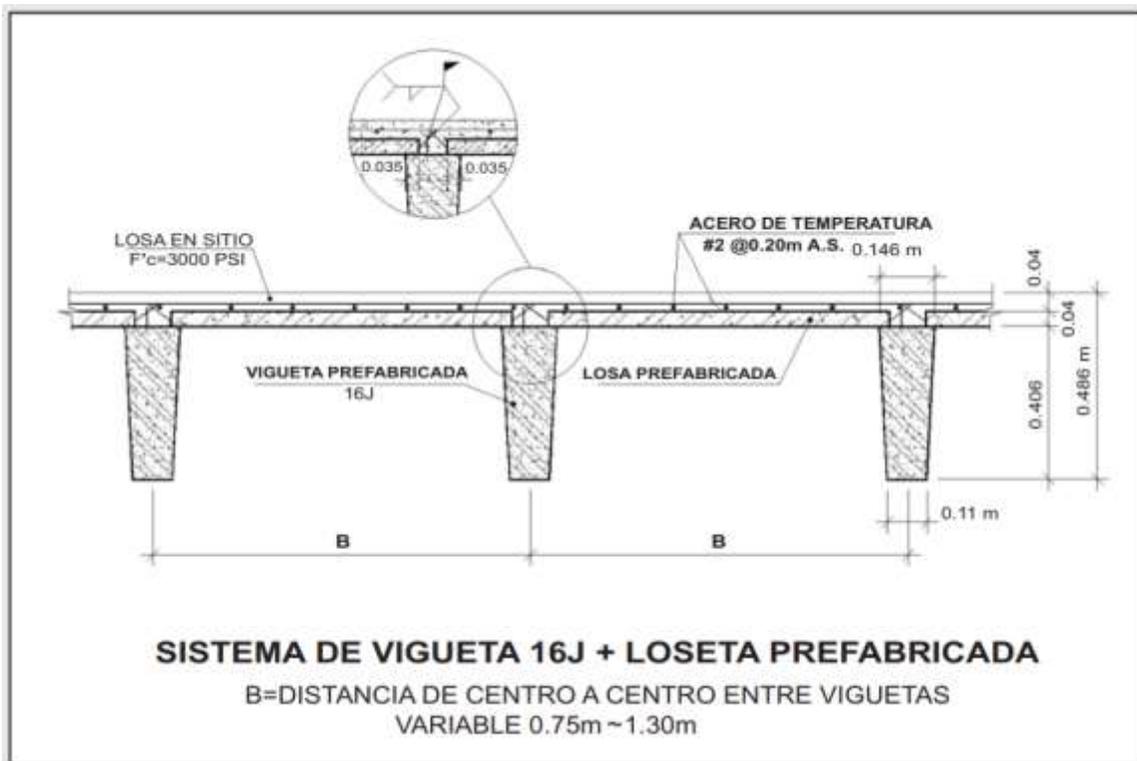
**Figura 48. Sistema de entrepiso vigueta keystone + losa**

Fuente: CONHSA PAYHSA



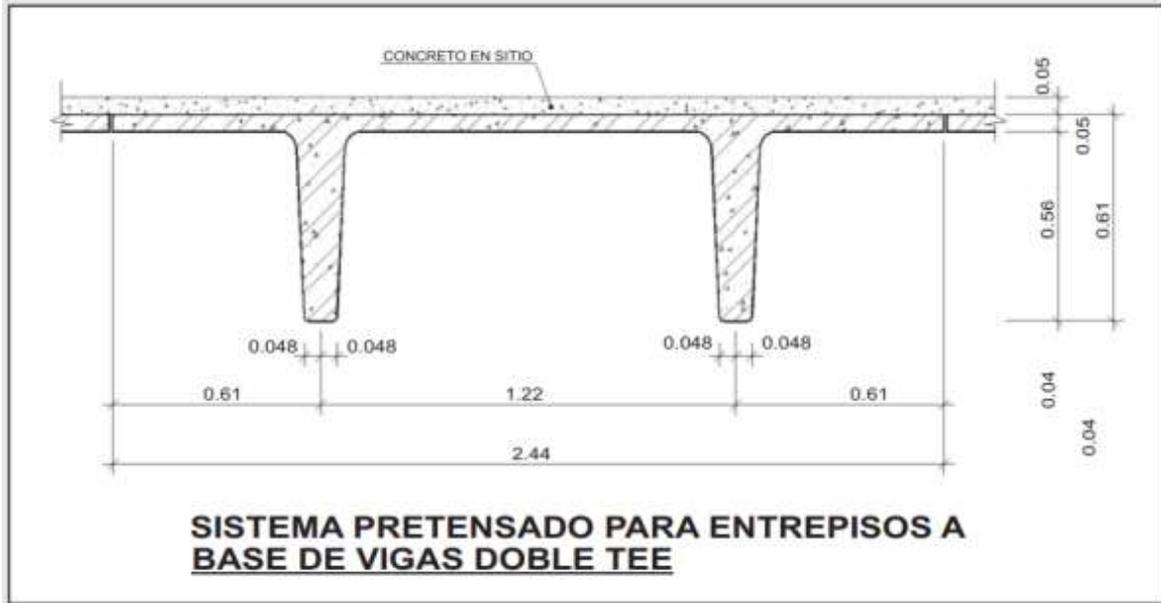
**Figura 49. Sistema de entrepiso vigueta 10J + losa**

Fuente: CONHSA PAYHSA



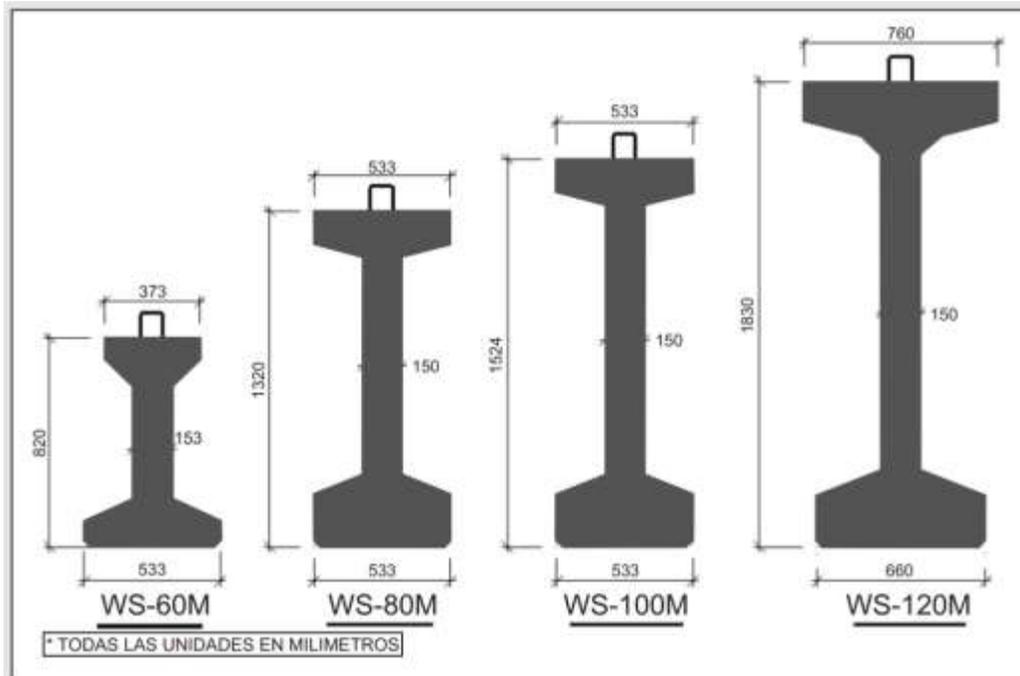
**Figura 50. Sistema de entrepiso vigueta 16J + losa**

Fuente: CONHSA PAYHSA



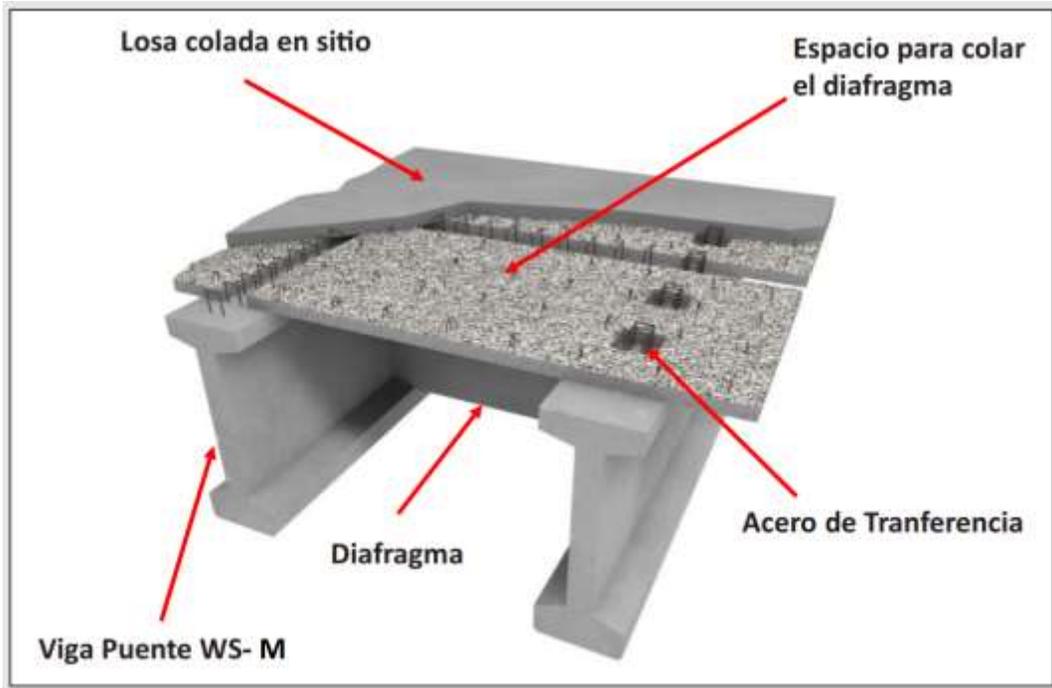
**Figura 51. Sistema de entrepiso con vigas doble tee**

Fuente: CONHSA PAYHSA



**Figura 52. Dimensiones de vigas Washington.**

Fuente: CONHSA PAYHSA



**Figura 53. Sistema de viga puente + losa.**

Fuente: CONHSA PAYHSA