



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PRÁCTICA PROFESIONAL

PROYECTO:

MAHOGANY BAY

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO(A) CIVIL

PRESENTADO POR:

ALEJANDRO JOSÉ AVILA RODAS

ASESOR:

ING. HECTOR PADILLA

CAMPUS SAN PEDRO SULA

OCTUBRE 2020

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA
UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTORA DE OPERACIONES
ANA LOURDES LAFFITE**

**VICERRECTOR ACADÉMICO
MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL
ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

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

**JEFE ACADÉMICO INGENIERÍA CIVIL
HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

CONHSA PAYSА, S.A. DE C.V.

PROYECTO: MAHOGANY BAY – ISLAS DE LA BAHÍA

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO

“ING. HECTOR PADILLA”

DERECHOS DE AUTOR

© COPYRIGHT
ALEJANDRO JOSÉ AVILA RODAS

TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	6
II.	OBJETIVOS.....	7
	Objetivos Generales.....	7
	Objetivos Específicos.....	7
III.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	8
	3.1 Descripción de la Empresa.....	8
	3.2 Descripción del departamento o unidad	9
	3.3 Ubicación Geográfica.....	10
	3.4 Historia de la Empresa.....	11
	3.5 Productos Fabricados por la Empresa.....	12
IV.	MARCO TEÓRICO.....	16
	4.1 Ingeniería Civil.....	16
	4.2 Concreto	19
	4.2.1 Concreto Reforzado	21
	4.2.2 Concreto Preesforzado.....	22
	4.3 Definición De Muelle.....	22
	4.4 Glosario	23
	4.5 Códigos Utilizados en el Proyecto.....	25
	4.6 Pilotes	27
	4.7 Elementos Prefabricados.....	28
	4.8 Descripción del Departamento de Control de Calidad.....	31

4.9 Actividades Realizadas en el Departamento de Control de Calidad	34
V. Trabajo desarrollado.....	48
Semana 1	48
Semana 2	49
Semana 3	51
Semana 4	52
Semana 5	54
Semana 6	55
Semana 7	57
Semana 8	58
Semana 9	59
Semana 10.....	62
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES.....	66
VIII. BIBLIOGRAFÍA	67
IX. ILUSTRACIONES	69

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Logo de la Empresa CONHSA PAYSA.....	8
Ilustración 2 Altura vs Metros Cúbicos Cubilete Amarillo	62
Ilustración 3 Altura vs Metros Cúbicos Cubilete Rojo.....	62
Ilustración 4 Diseño de Estructura de Techo Plaza Miraflores en RISA 3D	69
Ilustración 5 Diseño de Estructura de Techo Comercial Larach en RISA 3D.....	69
Ilustración 6 Vista del Armado de las Losas Prefabricadas	70
Ilustración 7 Colocación de Alambre de Amarre y tubos de PVC	70
Ilustración 8 Plano de Losa DP-2	71
Ilustración 9 Muro Caído.....	71
Ilustración 10 Anillos de Losas DP.....	72
Ilustración 11 Colado de Losas DP	72
Ilustración 12 Acabado inicial de Losas.....	73
Ilustración 13 Acabado final de Losas.....	73
Ilustración 14 Perno de Anclaje de Losas DP-3, DP-6 y DP-9.....	74
Ilustración 15 Desmolde de Losas.....	74
Ilustración 16 Transporte de losas a patio de curado.....	75
Ilustración 17 Curado de Losas en el Patio de Curado.....	75
Ilustración 18 Armado de Vigas LB-1	76
Ilustración 19 Armado de Viga LB-6 colocado en molde.....	76
Ilustración 20 Colado de Vigas	77
Ilustración 21 Curado de vigas en sitio	77

Ilustración 22	Transporte de vigas a patio de curado	78
Ilustración 23	Viga LB-6 y LB-1 en patio de curado	78
Ilustración 24	Armado de Viga CB-1	79
Ilustración 25	Encofrado de madera para viga CB-1	79
Ilustración 26	Colado de Viga CB-1	80
Ilustración 27	Acabado de Viga CB-1	80
Ilustración 28	Desmolde de Viga CB-1	81
Ilustración 29	Curado de Vigas CB-1 en patio de curado	81
Ilustración 30	Armado de Viga de Defensa FB-1	82
Ilustración 31	Armado de Viga FB colocado en encofrado	82
Ilustración 32	Armado de vigas UB-1	83
Ilustración 33	Colado de Vigas U	83
Ilustración 34	Curado de Vigas U en sitio	84
Ilustración 35	Desmolde de Viga U	84
Ilustración 36	Transporte de vigas U a patio de curado	85
Ilustración 37	Realización de Posinspección Vigas U	85
Ilustración 38	Armado de Columna Capitel	86
Ilustración 39	Armado de losa de capiteles	86
Ilustración 40	Preinspección de Capitel PC-6	87
Ilustración 41	Colado de Capiteles con bomba	87
Ilustración 42	Llegada del Cubilete al sitio de colado de capiteles	88
Ilustración 43	Colado de losa de Capitel con bomba	88
Ilustración 44	Acabado de Capiteles	89

Ilustración 45	Curado de Capitel PC-6 en sitio.....	89
Ilustración 46	Desmolde de Capiteles.....	90
Ilustración 47	Realización de Posinspección de Capiteles	90
Ilustración 48	Llenado de Formato de Concreto en Sitio	91
Ilustración 49	Llenado de Formato de Concreto en Planta de Mezclado	91
Ilustración 50	Realización de Cilindros para Ensayo de Compresión	92
Ilustración 51	Curado de Cilindros para Ensayo de Compresión en Sitio	92
Ilustración 52	Realización de Ensayo de Revenimiento	93
Ilustración 53	Curado de Cilindros.....	93
Ilustración 54	Peso de cilindro para ensayo de compresión.....	94
Ilustración 55	Lectura de Ruptura de Cilindros a 16 horas.....	94
Ilustración 56	Ruptura de Cilindro.....	95
Ilustración 57	Vista del Patio de Curado.....	95
Ilustración 58	Foto con la Ing. Rosa Perdomo y el Dibujante Will Posas	96
Ilustración 59	Foto con el Ing. Alexander Soriano.....	96
Ilustración 60	Después de labores de limpieza por Huracán ETA.....	97
Ilustración 61	Foto con la Ing. Kristhel Galindo y dibujante Will Posas	97
Ilustración 62	Toma de Temperatura de la Mezcla en el Cubilete.....	98
Ilustración 63	Formato de Tensado de Losas.....	99
Ilustración 64	Formato de Listado de Verificación Prefabricados	100

I. INTRODUCCIÓN

Una práctica profesional consiste en el ejercicio temporal de una profesión bajo la tutela de algún tipo de entrenador o maestro. (Porto, 2013) El objetivo de realizar una práctica profesional es brindar una formación a los futuros egresados de las diferentes carreras. Por medio de éste el estudiante aplica no solamente los conocimientos obtenidos a largo de las clases, pero también el desarrollo en campo. Por ejemplo, en el caso de ingeniería civil, no es lo mismo estudiar el diseño de una viga puente, que estar en campo con los planos, realizando el armado estructural, interactuando con los obreros y otros ingenieros, resolviendo problemas en cuestión de minutos, entre otros diversos aspectos.

La práctica profesional es oficialmente el primer contacto de un futuro egresado en el ámbito laboral de su carrera. En el caso de la ingeniería civil, su práctica la puede realizar en diferentes empresas y en distintos campos, se puede hacer campos como en la construcción de puentes, carreteras, sistemas de agua y saneamiento, administración de proyectos, etc. Para ello es necesario repasar todos los conocimientos obtenidos al igual que el manejo de diferentes softwares como AutoCAD, Civil 3D, Etabs, Staad.Pro, entre otros, los cuales faciliten el desarrollo de los trabajos asignados.

II. OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- Realizar la práctica profesional de la mejor manera, logrando captar todos los conocimientos posibles al igual que desarrollarse en cuanto al ámbito laboral de ingeniería civil.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ampliar los conocimientos teóricos obtenidos en la universidad y aplicarlos en el campo laboral.
- Desarrollar una actitud ética profesional en cuanto a disciplina dentro de la profesión.
- Obtener experiencia en el campo sobre el quehacer profesional.

III. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa **CONHSA PAYSА** es una empresa que se dedica a la construcción de prefabricados de concreto, al igual que también de bloques y el procesamiento y comercialización de agregados. CONHSA es una de las empresas más reconocidas y fuertes en el ámbito de la construcción de prefabricados. Esta empresa cuenta con una alta experiencia en la construcción de vigas puente, de losas presforzadas, capiteles, barreras, entre otros.

“Somos una empresa que se dedica al diseño, fabricación, transporte e instalación de estructuras de concreto prefabricadas, además de la extracción, procesamiento y comercialización de agregados, así como a la fabricación y comercialización de productos derivados del concreto, atendiendo al rubro de la construcción, desde hace más de 50 años, en Honduras y Centro América.”

(PAYSА, 2016)

Muchas de las vigas de los puentes que se encuentran en la ciudad de San Pedro Sula fueron elaborados por CONHSA. Por ejemplo, las vigas del Estadio Olímpico fueron construidas por esta empresa.



Ilustración 1 Logo de la Empresa CONHSA PAYSА

3.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

El departamento de ingeniería es el departamento encargado del diseño de las estructuras de prefabricados, en este departamento se encuentran los tres ingenieros encargados, el Ing. Ángel Fúnez, Ing. Rigoberto Ramírez y la Ing. Ana Luz Borjas, también como apoyo se encuentra el Ing. Alexander Soriano. En este departamento, como se mencionó aparte de diseñar las estructuras también cuentan con un área de dibujantes, quienes son los encargados de realizar todos planos constructivos que son utilizados por los capataces y obreros para la construcción de los prefabricados.

Existe otro departamento de control y calidad, quienes se dedican a la supervisión de que todos los armados de prefabricados cumplan con los planos. Sin embargo, el departamento de ingeniería también realiza su respectiva supervisión de las estructuras. Se manejan planos en donde se utilizan para señalar las diferencias en milímetros que están dando en la realidad los elementos, existe un rango de tolerancia para estas diferencias. Este departamento también lleva un control de todo el acero requerido para todo el proyecto, y de la cantidad de acero que ha sido utilizado o cortado. Este departamento se encarga básicamente del diseño de todos los armados, ellos son los encargados de determinar si un elemento cumplirá con todos los requisitos constructivos. En esta unidad también se cuenta con el diseño de la mezcla del concreto, el tamaño del agregado, la relación agua cemento entre otros aspectos. En otras palabras, este departamento realiza todos los cálculos necesarios para un proyecto. En este departamento se encuentra el Ing. Omar Banegas y la Ing. Rosa Perdomo.

Otro de los departamentos de la empresa, es el departamento de Prefabricados, en donde se encuentra a cargo del Ing. Sergio Banegas, quien recibe el apoyo de la Ing. Kristhel Galindo, la Ing. Alejandra Pascua y el Ing. Saul Bueso. Este departamento se dedica principalmente a la coordinación de las fundiciones, es decir de que todo el personal esté listo y que al mismo tiempo cuenten con todas las herramientas necesarias.

Finalmente tenemos el departamento de estibas y armados, donde se encuentra el Ing. Marcos Jonathan y el Ing. Lempira. Ellos se encargan de mover los elementos al patio de curado, crear y cortar todo el acero necesario para los diferentes elementos, al igual que resanar y retocar algún elemento de ser necesario.

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La empresa cuenta con tres planteles:

Plantel Búfalo: El plantel principal en donde se encuentra ubicada la planta para la fabricación de bloques, tubos, postes y elaboración de elementos prefabricados, en el sector industrial Búfalo, frente a desvío al Calán contiguo a Parque Industrial Búfalo S.A. Villanueva Cortes.

Plantel El Cacao (conocida como "El Grillo"): Planta de oficinas administrativas, ventas, ingeniería de proyectos y gerencia general. Ubicada en la carretera CA-6, contiguo a Corporación Flores. Enfrente de Supermercados Colonial #4.

Plantel El Córbanos: Planta de fabricación de concreto y agregados como ser arena, grava, gravin entre otros. La empresa tiene su plantel ubicado en el sector denominado el Córbanos carretera a Cofradía, San Pedro Sula.

Más de 40 años suministrando productos de concreto: prefabricados - pretensados, drenajes, bloques, adoquines, concreto premezclado, agregados, y la distribución de productos Máster Builders.

3.4 HISTORIA DE LA EMPRESA

El origen de **CONHSA PAYHSA** 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 Guatemala.

En 1997, la empresa constituye un nuevo hito en el país al finalizar en un tiempo record 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.

3.5 PRODUCTOS FABRICADOS POR LA EMPRESA

Bloques y Adoquines

CONHSA-PAYHSA es líder en el mercado de bloques y adoquines de concreto en Centro América. Cuentan con una línea completa de productos innovadores de alta calidad que incluye bloque de concreto de 4, 4 1/2, 6 y 8 pulgadas, bloques estriados de concreto, bloques Split-face de concreto, adoquines, fachaletas lisas de concreto, fachaletas estriadas de concreto, entrepisos de concreto para sistemas de pisos.

Postes y Pilotes Centrifugados de Concreto

CONHSA-PAYHSA está siempre busca mejorar la calidad de sus productos, por ello se introdujo en 1997 la tecnología de postes centrifugados de concreto. Los postes centrifugados tienen mayor resistencia, densidad y durabilidad, además una mejor apariencia. En la actualidad

se puede producir postes centrifugados desde 2 hasta 45 metros, a un ritmo de producción de 144 postes mensuales.

Al igual que los centrifugados también se fabrican lo pretensados ambos con la mayor calidad y la cumpliendo con todas las normas de seguridad, ya que contamos con un laboratorio especializado para prueba de nuestros productos.

Tubos de Concreto

Durante 27 años CONHSA-PAYHSA ha liderado el mercado de tubería de concreto en Centro América, ofreciendo la más alta calidad al mejor precio.

Se producen tubos de concreto reforzado desde 30 hasta 72 pulgadas, y tubos de concreto no reforzado desde 6 hasta 30 pulgadas.

Agregados

Los estándares de control de calidad ASTM y la capacidad de producción de la planta en El Córban, garantizan una producción regular de arena y grava de alta calidad y consistencia para la producción de los distintos productos de la empresa: bloques, tubos y postes centrifugados de concreto, elementos pretensados y concreto premezclado.

Aproximadamente el 50% de esta producción de alta calidad se destina para venta al público.

Elementos Pretensados y Prefabricados

En **CONHSA-PAYHSA** se fabrica una gran variedad de productos de concreto pretensado, postensado y prefabricado con los cuales se han edificado grandes proyectos que han ayudado

al progreso del país, así como a la calidad de vida de los ciudadanos; tienen productos desde viguetas para bloque, entrepiso, losas, canaletas hasta las inmensas vigas puente y pilotes para construcción de muelles. Así como la construcción de casas con sistema prefabricado de baldosas las cuales se han instalado diversos proyectos habitacionales como ser "Colonia, Villas del Río", Residencial Nueva España", "Aldea El Marañón" y en varios proyectos rurales.

El sistema prefabricado para edificios y naves industriales incluye zapatas, columnas, vigas, sistemas de entrepisos, paneles estructurales y arquitectónicos y además sistemas para techo tanto de concreto como de acero.

Sistema de Vigas Doble "T"

La sección doble "T" es un elemento estructural que incluye el concepto de total prefabricación de la unidad de entrepiso. Se adapta a cualquier estilo arquitectónico, tradicional o moderno, y es completamente funcional con todo tipo de clima.

Sistema de Vigas Tipo Keystone + Losa Prefabricada

En este sistema, el entrepiso se forma con vigas pretensadas Keystone y losas prefabricadas con una fundición in situ de 5 cm de espesor, creando un sistema de losa compuesta donde las fuerzas son transmitidas a través de una extensión de acero para fuerzas cortantes que se coloca previamente en las vigas.

Sistema de Vigas Plafón

El entrepiso se forma de vigas prefabricadas Plafón. Estos elementos pueden utilizarse como vigas primarias o secundarias. Están reforzados con acero de refuerzo convencional para capacidad cortante, acero de alta resistencia para flexión y refuerzo convencional en los nudos.

Vigas 8J

Un sistema a base de vigas joist prefabricadas de concreto y bloques de entrepiso, complementado con una fundición en sitio de 5 cm de espesor.

Estructuras Viales

CONHSA-PAYHSA produce una variedad de estructuras viales, entre ellos encontramos pilotes, postes, cajas puente, puentes preesforzados prefabricados, para satisfacer todas las necesidades.

Las estructuras de puentes son diseñadas, construidas y montadas de una manera práctica y rápida, siguiendo las regulaciones estándar AASHTO en las vigas.

Los sistemas de puentes preesforzados prefabricados de CONHSA-PAYHSA se hacen de acuerdo con las características singulares de cada proyecto.

Estructuras Marinas

Entre las estructuras marinas que produce CONHSA PAYHSA está todo tipo de elementos prefabricados para muelles de terminales de líquidos y de gráneles, y cimentaciones profundas como pilotes de concreto.

La práctica profesional se basó principalmente en estructuras marinas, a continuación, explicaré detalladamente en que consiste dicho proyecto.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 INGENIERÍA CIVIL

La historia de la civilización es, en cierto sentido, la historia de la ingeniería de la larga y ardua lucha para hacer que las fuerzas de la naturaleza trabajen a favor del bienestar del hombre. (Camp, 2004)

El desarrollo de la ingeniería comenzó con la revolución agrícola en el año 8000 A.C. cuando los hombres dejaron de ser nómadas, y se establecieron en un lugar fijo para poder cosechar sus productos y criar sus animales comestibles. Al rededor del año 4000 A.C. las poblaciones comenzaron a asentarse alrededor de los ríos Nilo, Indo y Éufrates, estas tenían gobierno y escritura.

De ahí estas civilizaciones se vieron en la necesidad de construir. Los primeros ingenieros fueron arquitectos, que construyeron muros para proteger las ciudades y los primeros edificios para lo cual utilizaron algunas habilidades de ingeniería.

Seguidos por los especialistas en irrigación, estos se encargaron de facilitar el riego de las cosechas. A partir de ahí surge la Ingeniería Militar (primera disciplina de ingeniería), como las zonas de cosecha eran frecuentemente atacadas hubo necesidad de proteger las zonas vulnerables, ese era el trabajo de los ingenieros militares se encargaban de defender esas zonas a partir de la construcción de murallas y así las ciudades podían sobrevivir a los continuos ataques. (Samuel, 2012).

Debe mencionarse un desarrollo más de enorme valor de la ingeniería del siglo XIX: el motor de combustión interna. Durante la segunda mitad del siglo, se llevaron a cabo experimentos en esta línea, y fue en 1876 cuando Nikolas Otto introdujo su eficiente motor de cuatro tiempos que se usa en la mayor parte de los automóviles actuales. Aunque no se hable normalmente de un periodo con el nombre de revolución eléctrica, perfectamente podría hacerse. Su comienzo se situaría en 1831 llegando hasta nuestros días. Aunque se habían realizado experimentos antes, fue Michael Faraday quien formuló el principio fundamental en el cual se basa toda la industria de generación eléctrica actual: se puede inducir corriente eléctrica a partir de cambios en un campo magnético.

Como suele ocurrir, inicialmente estos experimentos encontraron pocas aplicaciones, aunque una de ellas sentó las bases de lo que hoy conocemos como ingeniería de Telecomunicación: el desarrollo del telégrafo en 1835 por Samuel F.B. Hore. En esa misma década aparecieron los primeros motores eléctricos, aunque pesados, con poca autonomía y poco eficientes.

La demanda de electricidad se disparó con la aparición del alumbrado eléctrico (Thomas Edison, 1879), y para 1890 ya se habían desarrollado modernos generadores con lo que todo estaba dispuesto para que la industria pudiera hacer uso de la energía eléctrica.

En este punto, es decir, al comienzo del siglo XX, se entra en una dinámica de desarrollos no conocida hasta entonces y en la que nos hallamos inmersos de pleno, por lo que es difícil aún evaluar su importancia en toda su magnitud. Hay que decir que, en justicia, muchos de los logros del siglo XX se basan en desarrollos anteriores: el teléfono, o la aparición de los aviones son

prueba de ello, sin embargo, ha habido también grandes contribuciones a la ingeniería, plasmadas en trabajos tales como los de Nikola Tesla, Thomas Edison o Stephen Timochenko. De hecho, se han producido dos desarrollos que han afectado profundamente a la ingeniería y sin duda tendrán una gran repercusión en el futuro: la aparición de la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad (Albert Einstein y otros) y el desarrollo de la electrónica primero en tubos de vacío y posteriormente de estado sólido, con la consecuencia de la invención del microprocesador y a partir de él, de la informática como herramienta de ingeniería. (Hudiel, 2015)

La evolución de la ingeniería paso de cultura a cultura, entre ellas se encuentran jerárquicamente la egipcia, Mesopotámica, griega, Romana, Oriental y europea hasta lo que es ahora en nuestros días.

Los egipcios realizaron algunas de las obras más grandiosas de la ingeniería de todos los tiempos, como el muro de La Ciudad de Menfis, fundada alrededor del 3050 a.C. por el primer faraón de Egipto, Menes. Fueron también los egipcios quienes desarrollaron las habilidades técnicas requeridas para el diseño, organización y control de un proyecto, muestra de ello son las pirámides de Egipto. Los egipcios también construyeron diques y canales y contaban con sistemas complejos de irrigación. Técnicas que llegaron a emplear los griegos, desarrollándola y mejorando los materiales y manejo.

Otra gran cultura que floreció junto al agua se desarrolló en el norte de Irán, entre el río Tigris y el Éufrates, Mesopotamia "la tierra entre los ríos". La gran parte de la ciencia e ingeniería actual provienen tanto de Irán como de Egipto.

La mayor aportación de los griegos a la ingeniería fue el descubrimiento de la misma ciencia. Es interesante notar que la topografía, como la desarrollaron los griegos y luego los romanos, se considera como la primera ciencia aplicada en la ingeniería.

Los romanos fueron los mejores ingenieros de la antigüedad, aplicaron mucho de lo que les había precedido; seguían los patrones de las antiguas sociedades, pero con más perfección, de tal forma que la ingeniería ya estaba más desarrollada e iba evolucionando. Luego de la caída de este imperio el desarrollo ingenieril se trasladó a India y a China.

Las formas de construcción de hoy día es muy diferente a las antiguas, estando más asociada a la tecnología, sencillez y comodidad, habiendo una gran demanda debido a la necesidad de creación de infraestructura para el desarrollo de las comunidades. Uno de los grandes cambios en la ingeniería civil es la utilización de sistemas computacionales y el significativo aporte en el ámbito social, generando a través de los proyectos fuentes de empleo.

4.2 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.

El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado y conformar una masa sólida. Es necesario agregar agua, además de aquella que se requiere para la reacción química, con el fin de darle a la mezcla la trabajabilidad adecuada que permita llenar las formaletas y rodear el acero de refuerzo embebido, antes de que inicie el endurecimiento.

Se pueden obtener concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos. Un rango aún más amplio de propiedades puede obtenerse mediante la utilización de cementos especiales (cementos de alta resistencia inicial), agregados especiales (los diversos agregados ligeros o pesados), aditivos (plastificantes y gases incorporadores de aire, micro-sílice o cenizas volantes) y mediante métodos especiales de curado (curado al vapor). (Nilson, 2001)

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. Para evitar la producción de concretos de bajos estándares se requiere un alto grado de supervisión y control por parte de personas con experiencia durante todo el proceso, desde el proporcionamiento en peso de los componentes, pasando por el mezclado y el vaciado, hasta la terminación del curado. (Nilson, 2001)

4.2.1 CONCRETO REFORZADO

Como en las piedras naturales, el concreto es un material relativamente frágil, con una baja resistencia a la tensión comparada con la resistencia a la compresión. Esto impide su utilización económica en elementos estructurales sometidos a tensión ya sea en toda su sección (como el caso de elementos de amarre) o sobre parte de sus secciones transversales (como en vigas u otros elementos sometidos a flexión). (Nilson, 2001)

Para contrarrestar esta limitación, en la segunda mitad del siglo XIX se consideró factible utilizar acero para reforzar el concreto debido a su alta resistencia a la tensión, principalmente en aquellos sitios donde la baja resistencia a la tensión del concreto limitaría la capacidad portante del elemento. El refuerzo, conformado usualmente por barras de sección circular de acero con deformaciones superficiales apropiadas para proporcionar adherencia (barras corrugadas), 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. Es precisamente esta combinación la que permite el casi ilimitado rango de usos y posibilidades del concreto reforzado en la construcción de edificios, puentes, presas, tanques, depósitos y muchas otras estructuras. (Nilson, 2001)

4.2.2 CONCRETO PREESFORZADO

Se ha encontrado una manera especial para combinar aceros y concretos de muy alta resistencia. Este tipo de construcción se conoce como concreto preesforzado. El acero, usualmente en forma de alambres, cables o barras, se embebe en el concreto sometándolo a una tensión alta, la cual se equilibrará con esfuerzos de compresión en el concreto después del endurecimiento. Debido a esta precompresión, el concreto de un elemento a flexión se agrietará en la zona de tensión para cargas mucho más altas que cuando no está precomprimido. El preesfuerzo reduce de manera significativa las deflexiones y las grietas de flexión para cargas normales, y de esta manera permite la utilización efectiva de materiales de alta resistencia. El concreto preesforzado ha extendido significativamente el rango de luces posibles del concreto estructural y los tipos de estructuras para los cuales es adecuado. (Nilson, 2001)

4.3 DEFINICIÓN DE MUELLE

Un muelle es una obra de piedra, hierro o madera, construida en dirección conveniente en la orilla del mar o de un río navegable, y que sirve para facilitar el embarque y desembarque de objetos y personas. (Construcción, 2020)

El objetivo de este proyecto titulado "Mahogany Bay" es la de ampliar el muelle que se encuentra en esta zona. De esta manera las personas podrán bajar del barco con mucha mayor facilidad.

4.4 GLOSARIO

Escantillón: es un molde de madera utilizado por los obreros para poder dejar las separaciones de los anillos, o recubrimientos necesarios para todo el armado.

Catenaria: es una curva ideal que representa físicamente la curva generada por una cadena, cuerda o cable sin rigidez flexional, suspendida de sus dos extremos y sometida a un campo gravitatorio uniforme.

Cables preesforzados: El preesfuerzo o postensado se define como un estado especial de esfuerzos y deformaciones que es inducido para mejorar el comportamiento estructural de un elemento.

Capiteles: son piezas decoradas con diferentes molduras que corona el fuste de una columna, pilar o pilastra y que recibe el peso del entablamento, solo que en este proyecto serán utilizados como puntos de apoyo, estos serán colocados dentro de pilotes de acero.

Bisel: es un molde de madera o de metal que es utilizado para darle un acabado más estético en las esquinas de los prefabricados.

Chiller: El enfriador de agua o wáter chiller es una unidad enfriadora de líquidos.

Revenimiento: Medida utilizada para determinar el estado de un concreto, y mantener un control de calidad sobre este.

Grúas carrileras: son grúas que están colocadas sobre rieles los cuales permiten movilizar los cubiletes, moldes y armados de acero con facilidad.

Aspersores: herramienta utilizada para mantener a todos los elementos húmedos y realizar el curado apropiado.

Eslingas: Las eslingas es el medio de conexión entre el anclaje y la sujeción del elemento prefabricado para moverlo de la bancada.

Inserto roscado: son unos tipos de pernos que están colocados en las vigas U.

Sweep: en español el barrido denota una curva en el plano horizontal (flexión fácil). Perteneciente a estructuras de acero.

Bloques cuatreapados: grupos de bloques que van intercalados.

Lloraderos: en un muro de contención los lloraderos son partes o espacios en donde el agua puede drenar con facilidad en un muro.

Aristas: Línea formada por la intersección de dos planos, considerándola por la parte exterior del ángulo que forman.

Castelación: es la parte del elemento en donde este colado el gancho de levante.

Concreto RRC: El concreto compactado con rodillos es una mezcla de concreto seca y rígida con bajo contenido de pasta, que se coloca y se compacta usando un rodillo, que suele ser un rodillo vibratorio de 10 toneladas.

4.5 CÓDIGOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO

ACI

El **American Concrete Institute** es una autoridad y un recurso líder en todo el mundo para el desarrollo, la difusión y la adopción de sus estándares basados en consenso, recursos técnicos, programas educativos y de capacitación, programas de certificación y experiencia comprobada para personas y organizaciones involucradas en el diseño y la construcción de concreto y materiales, que comparten el compromiso de buscar el mejor uso del hormigón. (ACI, 2020)

AISC

El **American Institute of Steel Construction** es un instituto técnico y una asociación comercial no partidista y sin fines de lucro establecida en 1921 para servir a la comunidad de diseño de acero estructural y la industria de la construcción en los Estados Unidos. La misión de AISC es hacer del acero estructural el material de elección al ser el líder en actividades técnicas y de creación de mercado relacionadas con el acero estructural, incluido el desarrollo de especificaciones y códigos, investigación, educación, asistencia técnica, certificación de calidad, estandarización, y desarrollo de mercado. (AISC, 2020)

CHOC

El **Código Hondureño de Construcción** ha sido elaborado con el objetivo fundamental de mejorar el diseño y construcción de las edificaciones en general, mediante la uniformidad de normas y el cumplimiento de estas. Además, se espera que sea un instrumento de gran utilidad para estudiantes, ingenieros arquitectos, constructores, etc.

La elaboración del Código Hondureño de Construcción, en esta primera edición, estuvo a cargo de la **Comisión Técnica** dependiente del Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras, la cual está integrada por profesionales que poseen amplia experiencia y conocimientos en diseño y construcción. (Pinto, 2018)

AASHTO

La **Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes** o por sus siglas en inglés AASHTO, de American Association of State Highway and Transportation Officials, es un órgano que establece normas, publica especificaciones y hace pruebas de protocolos y guías usadas en el diseño y construcción de autopistas en todo los Estados Unidos. (Ramirez, 2020)

A pesar de su nombre, esta asociación no solo es sobre carreteras, pero también todo tipo de transporte por aire, ferrocarril, agua y transporte público.

AWS

La **American Welding Society** (AWS) se fundó en 1919 como una organización sin fines de lucro con la misión global de promover la ciencia, la tecnología y la aplicación de la soldadura y los procesos de unión y corte afines, incluida la soldadura fuerte, la soldadura y la pulverización térmica. AWS se esfuerza por hacer avanzar la industria tanto en pensamiento como en acción, además de inspirar a las nuevas generaciones a ver las emocionantes oportunidades profesionales disponibles en la actualidad. (AWS, 2020)

4.6 PILOTES

El proyecto actual consiste en la construcción de elementos prefabricados como vigas longitudinales y vigas U, como también losas prefabricadas y capiteles. Estos capiteles prefabricados son los que serán colocados en el interior de los pilotes de acero hincados previamente en sitio.

El Pilote o sistema por pilotaje, es un tipo de cimentación profunda de tipo puntual, que se hinca en el terreno buscando siempre el estrato resistente capaz de soportar las cargas transmitidas. (Contreras, 2019). Estos pilotes pueden ser de madera, concreto o acero. En la actualidad se hace mayor uso de los últimos dos.

Existen varias razones por las cuales se implementa el uso de pilotes:

- Cuando las cargas transmitidas por la infraestructura no se pueden distribuir adecuadamente en una cimentación superficial excediendo la capacidad portante del suelo.
- Puede darse que los estratos inmediatos a los cimientos produzcan asentamientos imprevistos y que el suelo resistente esté a cierta profundidad.
- Cuando la infraestructura está situada sobre agua o con la capa freática muy cerca del nivel de suelo.
- Cuando los cimientos están sometidos a esfuerzos de tracción.

En nuestro proyecto aplica la tercera razón en vista de que se está realizando la construcción de un muelle.

4.7 ELEMENTOS PREFABRICADOS

El concreto prefabricado es un elemento constructivo que se obtiene del mezclado, vaciado y curado del concreto en moldes reusables, de madera o de acero, de determinada geometría bajo condiciones ambientales controladas. El elemento resultante será transportado al sitio de construcción, para así ser ensamblado según ciertas pautas y conformar una estructura. A diferencia de una estructura fabricada y fundida en sitio, estos vienen listos para colocar al momento de llegar a la obra.

Generalmente, el concreto prefabricado es producido en plantas industriales, ya que en estas se pueden establecer y manipular a voluntad ciertos factores ambientales que influyen en el vaciado y curado del concreto, como lo son la humedad y la temperatura.

El concreto prefabricado es capaz de constituir tanto piezas macizas de concreto simple como piezas de concreto reforzado (con armadura de acero o con fibras metálicas, sintéticas y naturales) o de concreto presforzado. Los principales elementos estructurales de concreto prefabricado que se elaboran son vigas, columnas, losas, paneles de muros de carga, pilotes, cabezas de pilotes, viguetas y trabes.

¿Qué es el concreto presforzado?

Si bien el concreto presforzado puede ser considerado como un tipo particular de concreto, este normalmente es producido en el entorno industrial de la prefabricación, puesto que es un concreto al que se ha incorporado mecánicamente esfuerzos internos con el fin de reducir su debilidad a los esfuerzos de tracción provocados por las cargas.

Para presforzar al concreto se recurren a técnicas de pretensado y de postensado, o a una combinación de ambas. En estas técnicas se usan tendones de refuerzo (cables de acero) para inducir esfuerzos internos en el material.

- Pretensado: los tendones de refuerzo son instalados y esforzados a cierta magnitud en el molde de prefabricación, antes de que se vierta el concreto. Una vez es vertido, el concreto es compactado para garantizar su adherencia con los tendones. Finalmente, cuando se ha comprobado que el concreto ha alcanzado la resistencia deseada, el esfuerzo aplicado a los tendones cesa y se prepara la pieza para su transporte.
- Postensado: los tendones son esforzados a una magnitud dada cuando el concreto se ha endurecido en el molde de prefabricación. En este caso, los tendones son instalados por medio de ductos que atraviesan al molde. Además, cuando el concreto alcanza la resistencia deseada los tendones permanecerán estirados y anclados en los extremos de la pieza de concreto.

Ventajas:

- Las plantas industriales de prefabricación permiten obtener un elemento constructivo de calidad garantizada, debido a que se controla con alta precisión la calidad y dosificación de los componentes (para esto existe el departamento de control y calidad).
- Secciones estructurales con mayor resistencia y con una geometría más precisa.
- Los moldes de prefabricación pueden utilizarse un número significativamente grande de veces (aproximadamente cientos de miles de veces) antes de ser reemplazadas.

- Reducción de los tiempos de ejecución de las obras del proyecto gracias a la eficiencia del proceso de ensamblaje de las piezas prefabricadas, que posibilita prescindir del encofrado, apuntalamiento, relleno, tiempo de fraguado, desencofrado, etc.
- Reducción del personal en obra, puesto que ya no se necesitan individuos encargados de la colocación del encofrado, apuntalamiento, etc.

Desventajas:

- Las piezas estructurales de concreto prefabricado poseen escasa o nula rigidez a los esfuerzos horizontales, que pueden ser provocados por el viento, por ejemplo. Esto se debe principalmente a problemas en la resolución de uniones.
- El almacenamiento, manipulación y transporte puede afectar sensiblemente a las piezas de concreto prefabricado.
- Las piezas sufren estados transitorios de carga durante su transporte y ensamblaje, los cuales alteran su resistencia estructural.
- La adquisición de piezas de concreto prefabricado requiere una considerable inversión inicial.
- Se debe contar con maquinaria pesada para el ensamblaje de las piezas y un equipo de operarios especializadamente cualificados. Asimismo, debe haber suficiente espacio en la obra para que la maquinas puedan maniobrar.

Fuente: (Garcia, 2017)

4.8 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

El Departamento de Control de Calidad es aquella área o departamento que se ocupa de asegurar el cumplimiento del diseño y especificaciones técnicas en la fabricación y materiales utilizados en cada uno de los elementos elaborados en la empresa. Es decir, verifica y garantiza que la ejecución de la obra, los materiales utilizados y los equipos instalados cumplen los estándares previstos.

La verificación de este departamento permite la garantía en la disminución de la posible existencia de defectos no detectados y la utilización de materiales de calidad inferior a la requerida.

Mientras el departamento de Control de Calidad no dé el visto bueno en cuanto al armado, materiales y equipo, el departamento de Prefabricados no puede proceder a la fundición, estiba, resanes o despacho de los elementos dentro de la planta.

El departamento de Control de Calidad en CONHSA PAYHSA se rige estrictamente a las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) y las especificaciones del ACI (American Concrete Institute) para garantizar la calidad de los productos, centrándose básicamente en las siguientes:

Para el Control de Resistencias del Concreto

- ASTM C617 – Cabeceo de especímenes cilíndricos de concreto.
- ASTM C1231 – Uso de cabezas móviles para la determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido.
- ASTM C39 – Resistencia a la compresión de especímenes de concreto.

- ASTM C78 – Resistencia a la flexión del concreto.

Para el Control de Agregados

- ASTM D75 – Práctica normativa para el muestreo de agregados.
- ASTM C702 – Practica normativa para reducir las muestras de agregados a tamaño de prueba.
- ASTM C136 – Método de ensayo normalizado para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos.
- ASTM C127 – Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la gravedad específica y la absorción de agregados gruesos.
- ASTM C128 – Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la gravedad específica y la absorción de agregados finos.
- ASTM C29 – Método de ensayo normalizado para determinar la densidad aparente ("peso unitario") e índice de huecos en los agregados para concreto.
- ASTM C566 – Método de ensayo normalizado para medir el contenido total de humedad evaporable en agregados mediante secado.
- ASTM D4791 - Determinación de partículas planas y alargadas.
- ASTM C117 – Método de ensayo normalizado para materiales más finos que la malla No. 200 en agregados mediante lavado.
- ASTM C40 – Método de ensayo normalizado para la detección de impurezas orgánicas en agregados finos para concreto.

Para Control de Concreto Fresco

- ASTM C172 – Práctica normalizada para muestreo de concreto recién mezclado.
- ASTM C1064 – Método de ensayo estándar para la medición de temperaturas del concreto de cemento hidráulico recién mezclado.
- ASTM C143 – Método de ensayo estándar para determinar el revenimiento en el concreto a base de cemento hidráulico.
- ASTM C138 – Método de ensayo estándar para determinar por el método gravimétrico el peso unitario, volumen producido y contenido de aire del concreto.
- ASTM C231 - Método de ensayo estándar para determinar por el método de presión el contenido de aire del concreto recién mezclado.
- ASTM C173 - Método de ensayo estándar para determinar por el método gravimétrico el contenido de aire del concreto recién mezclado.
- ASTM C31 – Práctica normalizada para la preparación y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra.

Para Control en Diseños de Mezcla

- ACI 318 – Requisitos de reglamento de construcción para concreto estructural.
- ACI 211.1 – Práctica estándar para seleccionar proporciones para hormigón normal, pesado y masivo.
- ACI 211.2 – Práctica estándar para seleccionar proporciones para hormigón liviano estructural.

- ACI 211.3 – Práctica estándar para seleccionar proporciones para hormigón sin asentamiento.

4.9 ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

Trabajos de Oficina:

- Preparación del reporte de tensado para cada elemento conforme a planos de fabricación.
- Preparación de reporte de preinspección para cada elemento conforme a planos de fabricación.
- Preparación de reporte de posinspección para cada elemento conforme a planos de fabricación.
- Elaboración de reportes de corrección de humedad de los agregados.
- Recopilación de todos los reportes y archivarlos según el nombre del proyecto.
- Actualización de cuadros de resistencia de los cilindros de concreto de los elementos colados a 1, 7, y 28 días.

Trabajos en Planta según planos de fabricación:

- Revisión de las bancadas o moldes que cumplan con las dimensiones del elemento que se pretende elaborar.
- Revisión del tensado de cables.
- Supervisar colocación de separadores.
- Revisar la adecuada colocación del desmoldante.

- Supervisar la colocación del acero, la cual debe ser igual a lo estipulado en el plano de diseño.
- Supervisión del revenimiento del concreto.
- Supervisión del vibrado durante el colado de los elementos.
- Supervisión de la preparación de cilindros durante el colado de concreto de un elemento.
- Supervisión sobre el acabado que se le está aplicando al elemento durante el colado y lo resanes que se realicen al ser desmontado el elemento.
- Revisión de la longitud, anchos, fisuras, ubicación de placas de conexión del elemento como ser barreras, pilotes, etc. luego de haberse extraído del molde encofrado.

En la elaboración de los elementos prefabricados-pretensados, el departamento de control de calidad es la responsable de realizar los reportes de preinspección, reportes de tensados y reportes de posinspección.

Reporte de Pre-Inspección

El reporte de preinspección consiste en hacer una evaluación del estado de los materiales, moldes, equipos y armado del acero antes del colado de los elementos. Este reporte consta de dos etapas, la primera etapa se da antes de realizar el tensado y la segunda etapa se lleva a cabo luego de haber terminado el tensado de cables.

Etapa I de la Pre-Inspección

1. Revisión de la bancada o molde:

La planta de prefabricación deberá contar con las instalaciones propias para la elaboración de elementos de concreto de alta calidad. Para ello se requieren moldes que permitan al personal encargado de la producción, fabricar elementos que cumplan con las especificaciones de calidad y dimensiones del proyecto. La apariencia en la superficie de cualquier elemento precolado está directamente relacionada con el material y la calidad de los moldes. Los moldes deberán de construirse suficientemente rígidos para poder soportar su propio peso y la presión del concreto fresco, sin deformarse más allá de las tolerancias convencionales.

Las características de los moldes utilizados en los elementos presforzados y prefabricados deben ser:

- Encontrarse en buen estado.
- Libre de abolladuras.
- Superficie lisa para obtener un buen acabado en el elemento.
- Debe tener tensores a lo largo de la bancada para que nos permita abrir y cerrar el molde. Estos tensores deben estar muy bien anclados, engrasados y muy bien distribuidos.

Uno de los aspectos importantes en la preinspección de las bancadas es la limpieza tanto dentro del molde como en la parte externa del mismo. Una vez limpio el molde se aplica el desmoldante.

El desmoldante que se aplica en las bancadas es una mezcla de diésel y grasa. Es importante que se aplique el desmoldante en toda el área en las que tendrá contacto el concreto para así evitar daños en los elementos en el proceso de desmolde debido a la fricción que se puede generar.

2. Revisión de la colocación y estado de los separadores:

Es importante que los separadores se coloquen según el plano ya que estos sirven para respetar la longitud del elemento. Los separadores deben de estar en buen estado, elaboradas de una lámina de acero gruesa y de alta resistencia ya que en esta parte se recibe gran fuerza cuando el cable es destensado.

3. Revisión del estado del cable y del acero de refuerzo:

La revisión sobre las condiciones del cable que se va a utilizar para el tensado es uno de los aspectos importantes en el tema de la seguridad y prevención de accidentes. El cable de 1/2", que es uno de los cables más utilizados en todos los elementos producidos en el plantel de prefabricado, está compuesto por siete alambres torcidos, parte de la supervisión consiste en que los alambres no estén cortados o recalentados por la caída de alguna viruta al usar la pulidora o el equipo de oxicorte.

4. Revisión de enhebrado de cables:

El enhebrado de cables consiste en colocar todos los cables en los agujeros de los separadores, con el fin de obtener una mejor distribución de los cables.

Reporte de Tensado.

El reporte de tensado es un paréntesis que se da en la preinspección debido a que no se puede realizar la supervisión sobre la ubicación y separación de anillos. Para esta supervisión los cables deben estar previamente tensados.

Para el tensado de cable es importante tener en cuenta varios aspectos como los son:

- La longitud de la bancada.
- El tipo de cable.
- El tipo de producto.
- El grado del cable.
- Longitud de cabezal a cabezal.
- El módulo de elasticidad.
- Área del cable.

Para cada elemento es necesario realizar el reporte de tensado ya que esto nos permite tener un mejor control de deflexiones deseadas en el elemento y también en los elementos en los cuales no se requieren deflexiones.

Todos los aspectos o factores mencionados anteriormente son utilizados para encontrar la elongación total y la fuerza de tensión que se le aplicara al cable.

La fuerza de tensión última la obtenemos de multiplicar el área del cable por el grado del cable.

$$\text{Fuerza tensión última} = \text{Área del cable} \times \text{Grado del cable}$$

Una vez obtenido la fuerza última de tensión se calcula la elongación básica.

$$\text{Elongación básica} = \frac{\text{Fuerza última de tensión} * \text{Longitud de cabezal a cabezal}}{\text{Área del Cable} * \text{Módulo de Elasticidad}}$$

Luego de haber obtenido la elongación básica, se debe realizar una corrección de tensado debido a las pérdidas estimadas en este proceso. Las posibles pérdidas son:

- Rotación del Chuck.
- Deslizamiento pasivo.
- Si se utiliza doble Chuck.
- Deslizamiento activo.
- Temperatura.

Para poder obtener la elongación total se debe de realizar una resta de la elongación básica menos las pérdidas de tensado. Los cables de cada elemento deben ser tensados bajo este parámetro.

Es posible encontrar variaciones en la fuerza y longitud de elongación al ser aplicado el proceso en físico, pero estas variaciones deben de estar bajo el rango o intervalo que el diseño lo permite. Por lo tanto, se debe dejar escrito el valor de la elongación que se le aplico a cada cable en el reporte.

Es importante mencionar que parte de la supervisión y de la realización de un buen tensado depende del estado en el que se encuentre el gato hidráulico, la exactitud o calibración de los manómetros, personal con experiencia, el estado en el que se encuentre las cuñas o shock y que los cables estén bien enhebrados.

Cabe destacar que el proceso de tensado es una de las actividades peligrosas en la fabricación de estos tipos de elemento. Dentro de las medidas de seguridad es

recomendable que todo el personal o cuadrillas que estén trabajando sobre la bancada en la que se va a tensar o bancadas aledañas despejen el área.

Luego de haber realizado el tensado de los cables, se procede a la segunda etapa de la preinspección:

Etapa II de la Pre-Inspección

5. Revisión de la distribución de anillos y acero de refuerzo:

Una vez que los cables han sido tensados se procede al amarre de placas, anillos y aceros de refuerzo.

Parte de la preinspección consiste en revisar que la distribución de los anillos se realice conforme aparece en el plano de diseño. Otro aspecto importante es la colocación de aceros de refuerzo y de mallas en aquellos elementos que lo requieren, los cuales tienen que ir colocados según lo determine el diseño estructural del elemento.

6. Revisión de agujeros de diafragma y encofrados:

Luego de tener correcto la distribución de los anillos y aceros de refuerzo, se realiza la revisión de los agujeros de diafragma que debe coincidir con todas las vigas que se prefabriquen, ya que las vigas diafragmas se funden en sitio y estos agujeros sirven para unir las vigas diafragmas con las vigas principales. También se hace la revisión de los agujeros de encofrado.

7. Revisión de ganchos de levante:

La revisión de los ganchos de levante debe realizarse después de haberse tensado; este punto es muy importante durante el proceso de desmontaje, una mala colocación de los ganchos podría causar daños al elemento debido a que no existirá una correcta

distribución de cargas al sacar el elemento del molde de encofrado y al realizar el montaje en sitio.

En la revisión de los ganchos de levante se debe verificar la alineación de gancho a gancho, la altura, la ubicación, la forma, el amarre y el estado del acero que se va a utilizar.

8. Revisión de colocación de placas:

Otro aspecto importante es la colocación de las placas, estas deben estar ubicadas según aparece en el plano de diseño. Es importante que las placas tengan un refuerzo que evite que se realicen desplazamientos que se pueden presentar en el proceso de vibrado durante la fundición de concreto, el método de anclaje de la placa que se utiliza es por soldadura.

9. Revisión del equipo antes del colado:

Es necesario hacer una inspección del equipo y extensiones eléctricas que se van a utilizar en el procedimiento de colado. El equipo que más se utilizó durante las coladas era el vibrador de inmersión.

10. Revisión de los moldes de encofrado:

Supervisar la correcta colocación de los moldes de encofrado: nivelados, sin abolladuras y fijados correctamente.

Luego de haberse completado la preinspección, el departamento de control de calidad aprueba la preparación y fundición de concreto en todo el elemento.

Colado del Concreto

Antes de la preparación del concreto, el departamento de Control de Calidad deber realizar una corrección de humedad de los agregados, para cumplir este requisito se debe tomar una muestra de los agregados, los cuales, el personal de laboratorio deberá de pesar al momento de extraerlas del sitio y luego de secarlas en el horno.

Es importante realizar la corrección de humedad ya que estos cálculos nos van a arrojar la cantidad de agua que se va a necesitar para diseñar nuestra mezcla de concreto.

Hay muchos aspectos que se deben tomar en cuenta antes de preparar una mezcla de concreto como lo es:

- La temperatura ambiente.
- La temperatura de la bancada.
- La humedad de los agregados.
- La cantidad de aditivo.
- La resistencia que se desea alcanzar.
- El revenimiento, el cual va de la mano con la temperatura.

El concreto que se utilizaba en planta para la fundición de los diferentes elementos era un concreto 6000 psi, con un revenimiento de siete a ocho pulgadas.

Una vez lista la mezcla de concreto, este es transportado por medio de montacargas, los cuales llevan un recipiente llamado cubilete, el cual tiene una capacidad de transportar un metro cubico de concreto. La capacidad de la planta de dosificación del plantel de prefabricados es para elaborar un metro cubico de concreto.

En toda colada o fundición de concreto, se deben obtener cuatro grupos de cilindros, los cuales determinan la resistencia que pueden alcanzar los elementos. Cada grupo está compuesto por cuatro cilindros a los cuales se les practica rotura al día después de haber sido fundido, en esta etapa el elemento debe haber alcanzado un 75% de su resistencia para que se puedan destensar y/o desmoldar, que en el caso del proyecto Muelle Mahogany Bay la resistencia al desmolde es de 3500 psi.

La segunda rotura se realiza a los siete días después de la fundición, en esta etapa el elemento debería tener un 90% de su resistencia. La tercera rotura se practica a los veinte ochos días y el elemento deberá de tener como mínimo, su resistencia de diseño.

Las muestras de concreto que se van a utilizar para la elaboración de los cilindros deben ser tomadas aleatoriamente de los viajes que se realicen.

Unos de los aspectos que requería una mayor supervisión en el proceso de colado era la aplicación de vibrador de inmersión. Este proceso es muy importante ya que si no se realiza una buena aplicación del vibrador se va a ver afectado el acabado y la resistencia del elemento.

La técnica que se utiliza para el correcto vibrado de los elementos es aplicar el vibrado durante 15 segundos en cierta área y luego moverlo en zig zag cada pie. Esto se realiza con el fin de eliminar las partículas de aire de manera más uniforme a lo largo del elemento.

Luego de que se ha colado toda la bancada, es necesario que se cubra con lona para que se pueda realizar el primer curado inicial que tiene una duración aproximada de 4 horas. Una de las principales ventajas de la prefabricación es la rapidez con la que se

ejecutan las obras. Esto se debe en gran medida a la velocidad con la que se hacen los ciclos de colado de los elementos prefabricados. Para ello se requiere que el método de curado del concreto acelere las reacciones químicas que producen un concreto resistente y durable. El método de curado más utilizado en elementos prefabricados y especialmente en los pretensados es el curado a vapor. Con la aplicación de este método es posible la producción de elementos presforzados en forma económica y rápida al permitir la utilización diaria de los moldes.

Reporte Post Inspección

El reporte de posinspección es el paso que se lleva a cabo una vez finalizada la fundición del elemento. En esta revisión se toman en cuenta muchos aspectos, entre ellos están:

1. Revisión del destense de los elementos:

En el sistema de pretensado se requiere que el concreto haya alcanzado la resistencia a la compresión f'_c necesaria para resistir los esfuerzos debidos a la transferencia del presfuerzo al cortar los cables cuando sea el caso, y liberar a las piezas para su extracción. Generalmente el valor de f'_c se considera del 70 u 80 por ciento del f'_c de diseño, y como he mencionado previamente, en el proyecto Muelle Mahogany Bay, el f'_c de desmolde era de 3500 psi.

Es importante que el corte individual de los cables se haga simultáneamente en ambos extremos de la bancada y alternando cables con respecto al eje centroidal del elemento para transferir el presfuerzo uniformemente y evitar esfuerzos que produzcan grietas, alabeos o pandeo lateral.

2. Desmolde o desmontaje del elemento:

El desmolde de los elementos precolados se realiza mediante el uso de grúas, marcos de carga, grúas carrileras o montacargas. Los elementos cuentan con accesorios de sujeción, ganchos de levante, izaje (orejas) diseñados para soportar el peso propio del elemento más la succión generada al momento de la extracción de esta. Su localización está dada de acuerdo con el diseño particular de la pieza que deberá especificarse en los planos.

3. Almacenamiento y estibas:

Es una etapa muy importante en la que la supervisión debe estar presente. Un elemento deberá almacenarse soportado únicamente en dos apoyos localizados en o cerca de los puntos usados para izaje y manejo de la pieza. En caso de utilizar otros puntos de apoyo para el almacenaje de las piezas, deberá revisarse su comportamiento para dicha condición.

Si por cuestiones de diseño se requieren más de dos apoyos, se deberá asegurar que el elemento no quede sin algún soporte debido a asentamientos diferenciales en los apoyos.

Esto es particularmente importante en elementos preesforzados donde el efecto del presfuerzo suele ser muy relevante.

4. Revisión de deflexiones y dimensiones del elemento:

Esta revisión se realiza a todos los elementos fabricados, debido a sus características de diseño. Estas deflexiones son parte del diseño y su fin es reducir las tensiones de tracción provocadas por las cargas aplicadas, incluyendo el peso propio del

elemento. Por lo tanto, es muy importante mantener un control del crecimiento de deflexión que pueda presentar cada producto.

Uno de los objetivos importantes de la posinspección es mantener un control de datos sobre el comportamiento de las deflexiones de dichos elementos. Con el incremento de la contra flecha la longitud del elemento puede variar uno a dos centímetros como máximo.

5. Revisión de fisuras menores:

Debido al proceso de destensado, temperatura, manejo al desmoldar y los esfuerzos internos que se generan dentro de los elementos, hacen posible la presencia de pequeñas fisuras. Las fisuras que se presentan en los elementos prefabricados son de dos tipos:

- Fisuras Longitudinales.
- Fisuras Transversales.

Fisuras longitudinales: La adherencia entre el alambre y el concreto es fundamental para la transmisión de tensiones entre los dos materiales en el concreto pretensado. La adherencia es debida a:

- La adhesión química
- La fricción

Fisuras transversales: Estas fisuras se presentan comúnmente por el efecto de la temperatura.

Cuando un elemento presenta uno de estos dos tipos de fisura, se asigna a un empleado altamente calificado para que realice los resanes en dicho elemento. Los resanes solo se aplican a elementos que no muestran fisuras estructurales.

V. TRABAJO DESARROLLADO

SEMANA 1

En mi primera semana de prácticamente, primeramente, se me dió una inducción a la empresa, se me fue brindado un recorrido por todo el plantel, al igual que la presentación de diversos ingenieros. Mi primera asignación fue la lectura y estudio de los planos del proyecto Mahogany Bay, que se está realizando en Roatán, Islas de la Bahía. El proyecto consiste en la renovación de un muelle, es por ello por lo que los planos incluyen losas, capiteles, vigas longitudinales, vigas de defensa y algo muy curioso son las vigas U. Estas últimas cumplirán la función de apoyos sobre los capiteles para apoyar las vigas longitudinales. Los planos de este proyecto fueron diseñados por un contratista de Estados Unidos llamado "*Soletanche Bachy Cimas*", la empresa CONHSA se ha basado en estos planos para la elaboración de los prefabricados, pero elaborando sus propios planos basados en los planos del contratista. Cada plano ha sido dibujado y detallado nuevamente, sin embargo, estos planos han tenido que ser aprobados por el contratista para poder hacer uso de ellos.

La ingeniera Ana Luz Borjas es mi jefa inmediata en el departamento de Ingeniería. Se me ha asignado con el ingeniero Alexander Soriano. El Ing. Soriano es el encargado del departamento de ingeniería en campo, él se dedica a la supervisión de que todos los armados estén conforme a planos, al igual que llevar un conteo o registro de todo el acero cortado para los diferentes armados. En mi caso, se me ha asignado especialmente la supervisión de la bancada de las losas, en la primera semana hemos colocado todos los moldes, tensado los 24 cables de media @75 fpu, requeridos al igual que colocar todos los anillos necesarios.

En esta semana hemos trabajado en las losas DP-2, DP-4 y DP-7. Lo interesante de estas losas en comparación las del resto del proyecto es que este tipo de losa en sus extremos llevan 3 tubos de PVC de 50 mm de diámetro al igual que cuentan con un desnivel de 50 mm a 0.9 m de la cara del concreto hacia adentro, esto en el caso de las losas DP-2 y DP-4, la DP-7 cuenta únicamente con estos tubos en uno de sus lados. Estos tubos de PVC están siendo colocados en vista de por este agujero generado pasará una barra que será colocada en sitio, esta barra en sitio funcionará de amarre. La razón de esto es que estas losas estarán colocadas sobre una estructura ya existente en sitio. Por lo tanto, se realizará una perforación en la estructura existente colocando como un apoyo del cual saldrá perpendicular al apoyo una barra que entrará por los agujeros de PVC y luego sobre este se fundirá en sitio para generar un mejor amarre.

Durante la semana también se me fue asignado la revisión de una armadura de acero, el cual se puede apreciar en el *anexo 2*, de Plaza Miraflores de Tegucigalpa, para el cual hice use de los softwares de AUTOCAD, para el dibujo de la armadura y la obtención de las medidas con mayor facilidad, y RISA 3D en donde me toco dibujar la armadura, colocar las cargas muertas y vivas calculadas previamente al igual que los apoyos y el tipo del armado. En este caso se estaba utilizando una estructura de ángulos dobles.

SEMANA 2

Durante la segunda semana se continuó con los armados de las mismas losas mencionados previamente en la semana 1. En esta segunda semana se logró tener el armado casi completo en su totalidad. Uno de los aspectos interesantes mencionados eran los tubos de PVC, sin embargo, la colocación de éstos fue algo complicado y se tuvo que corregir varias veces,

finalmente lo que se propuso fue utilizar un molde de madera que contara con la ubicación exactas de los tubos y que de esta manera fuera mucho más práctico colocarlo a las distancias requeridas. Todos los días existe una supervisión por parte del ingeniero Johan, que es el representante del contratista de Estados Unidos, el elabora un reporte con todos los armados que se han realizado al igual que revisa que se esté cumpliendo con los planos. Es decir que tenga los recubrimientos necesarios, que los anillos estén separados y ubicados a las distancias solicitadas, las alturas y ubicaciones de los ganchos de levante..., básicamente revisa todos los armados, tanto de losas, como capiteles, vigas y vigas U.

Para ello también se me fue otorgado un formato de preinspección de las losas, en donde se marca con un "check" los puntos o aspectos que estén cumpliendo con los planos o especificaciones indicadas. Es necesario realizar una hoja por cada losa que se está construyendo.

Se me fue entregado un Excel con las fechas de entrega de productos establecidos, es decir que para tal fecha el armado de "x" prefabricado debe estar listo para fundición, la tarea asignada fue la de unificar todas las entregas de todos los prefabricados en un solo, para tener una idea clara de cuales prefabricados se deben tener listos por fecha.

También se me fue asignado la revisión de otra estructura de techo, pero esta vez para el Comercial Larach que se está construyendo en Siguatepeque. Esta estructura se puede apreciar en el anexo 3. A diferencia de la estructura anterior, esta era mucho más sencilla. Siempre utilizando ángulos dobles, en este caso para la cuerda superior LL 2 ½ x 2 ½ x 3/8, la cuerda inferior LL 2 ½ x 2 ½ x 3/16.

SEMANA 3

Durante la semana 3, finalmente se aprobaron los permisos para la fundición de los elementos prefabricados. El miércoles 28 de octubre se comenzó a fundir las primeras dos vigas. Se comenzó a fundir dos elementos (vigas) aproximadamente a las 2:10 pm. Y se terminó la colada aproximadamente en dos horas. Es decir, a las 4:10 pm del mismo día se había terminada por completo la fundición de estos elementos incluyendo los detalles de acabados finales como por ejemplo el uso de un bisel en los extremos superiores de las esquinas de las vigas para darle un mejor acabado. En la primera mezcla hubo una complicación por la temperatura, la mezcla llegó al sitio de colado con una temperatura de 34.2°C, cabe mencionar que el contratista mexicano ha estado presente durante toda la fundición, es por ello por lo que casi rechaza el primer cubilete, pero nos quedamos a la espera de la temperatura de los demás cubiletos. Para ello el Ing. Sergio, quien es el que coordina la fundición, ordenó que se comenzará a implementar hielo en la mezcla, para obviamente reducir la temperatura. La segunda mezcla llegó con una temperatura 30.3 °C. Por lo cual, con esta temperatura se estaba cumpliendo con las indicaciones necesarias.

Al igual que en nuestras clases de laboratorio, se realizó la prueba de revenimiento y se hicieron cilindros para comprobar la capacidad de la mezcla. Se hicieron 4 cilindros por cada elemento. Una vez terminada toda la fundición y acabados, y esperar a que el concreto endureciera un poco, se comenzó el proceso de curado. Para esto, hicieron uso de tubería de PVC con agujeros los cuales permitían mantener húmedo a todo el elemento.

El jueves, 29 de octubre, 24 horas después se realizó la prueba de compresión de testigos, y todos estos dieron arriba de los 3.5 ksi necesarios, por lo tanto, la mezcla cumple con los

parámetros establecidos. Este mismo día, se realizó la fundición de 3 capiteles comenzando aproximadamente a las 8:00 am y terminando en aproximadamente 4 horas y 25 minutos. Para ésta fundición a diferencia de las vigas, no se hizo uso de cubiletes para verter el concreto de manera directa. En este caso fue necesario la implementación de una bomba que impulsaría el concreto hasta la parte superior de los capiteles. La fundición de estos elementos, son muy similares a las columnas. Durante toda la fundición obviamente se hizo de un vibrador el cual se aplicaba de 3 a 6 segundos en cada zona, para que este llegue a todas las esquinas del encofrado y al mismo tiempo evitando usarlo demasiado tiempo para evitar el fenómeno de la segregación. La función cumplida a lo largo de toda esta semana ha sido meramente de supervisión, observando el proceso de fundición de los elementos, al igual que ver de qué manera de puede ser más eficientes.

Se realizó un formato en Excel titulado "Listado de Verificación de Prefabricados". Este formato tiene el objetivo de tener como una "*checklist*" en donde se pueda verificar que se tiene todo el personal, equipo y herramientas necesarias para la fundición de los elementos, sin ningún inconveniente. E incluso en este se menciona equipo de respaldo.

SEMANA 4

Durante esta semana se llevó a cabo la fundición de más capiteles, de vigas y vigas U. Son una gran cantidad de estos elementos que se deben de producir para la fecha de entrega y de esta manera generar las estimaciones para obtener el pago. De igual manera se realizó la supervisión de los elementos a los cuales se está realizando el curado en el patio de curado de CONHSA PAYHSA. En este patio, es donde se transportan los elementos después de ser

desmoldados para seguir con su curado. También fue necesario la construcción de carpas temporales y el uso de lonas para cubrir el armado de las lluvias y así evitar que estos se oxiden.

Desafortunadamente durante esta semana el fenómeno natural ETA afectó a gran parte del país en la zona norte. La empresa dio las indicaciones de irse temprano el miércoles, y regresar a actividades hasta el sábado 7 de noviembre. Al llegar el sábado, el agua había causado estragos, varios muros prefabricados de losetas y un muro de contención de bloques cuatropedados se cayeron en la empresa, la oficina se inundó y el agua subió aproximadamente 5 cm de la pared.

En el caso de los armados realmente ninguno se vio afectado, las losas estaban llenas de agua en su interior nada más, no de lodillo, por lo tanto, solo era necesario extraer el agua con bombas achicadoras de los moldes. Las vigas, tanto LB como tipo U, no sufrieron ningún daño. Los capiteles fueron los únicos elementos prefabricados que fueron necesario desarmar el molde para limpiarlo por dentro.

En el caso del departamento de control y calidad el agua llegó a nivel de las mesas, aproximadamente 75 cm. Debido a todo lo ocasionado, se brindó el apoyo en las labores de limpieza tanto en el departamento de ingeniería, como de prefabricados al igual que control de calidad. Lastimosamente en control de calidad se perdieron una gran cantidad de planos históricos, hechos a mano, fotografías de los proyectos realizados a lo largo de la empresa, disquetes con información, entre otras cosas. Esta semana no hubo mucho avance en el proyecto debido al fenómeno mencionado, pero se trabajó todo el sábado para poder dejar todo listo y volver a operaciones. Sin embargo, para la siguiente semana faltó limpiar con asistín todos los departamentos.

SEMANA 5

Durante esta semana se volvió a operaciones. Se reactivaron las fundiciones de los elementos prefabricados hasta el miércoles de esta semana. Esto debido a que fue hasta este día que los contratistas y representantes de Rodio y Carnival se presentaron. Finalmente, esta semana se llevó a cabo la fundición de las 5 losas, 2 losas tipo DP-2, 2 losas tipo DP-4 y una DP-7. Estos tres tipos de losas cuentan con un detalle especial, aparte de los ganchos de levante y un desnivel a 1 metro de ambos extremos de 5 cm, es el hecho de que cuentan con tres agujeros (en cada extremo, excepto la losa DP-7), formados por un PVC de diámetro 50. El objetivo de estos agujeros es que dentro de este se colocará una barra #6 en sitio, debido a que estas losas irán colocadas sobre otro elemento ya existente en sitio.

También se llevó a cabo la fundición de vigas LB-2, vigas U y capiteles. Cabe mencionar que en todos los armados fue necesario hacer uso de gasolina para remover el óxido superficial que tenían las barras. Obviamente previo a todas estas fundiciones es necesario realizar una preinspección. Estas preinspecciones se realizan primeramente cuando se genera todo el armado y luego cuando el armado está colocado dentro de los moldes. Se revisa altura de los ganchos de levante, ubicación de los ganchos de levante, longitudes del acero proyectado, separación de los anillos, los recubrimientos, etc.

Como se mencionó en la semana 4, desafortunadamente por la destrucción causada por el fenómeno ETA, fue necesario realizar el diseño de un muro de contención de mampostería reforzado, hecho de bloque de 8". Este muro tiene una longitud aproximada de 75 metros. Las condiciones brindadas para este diseño fue un desplante de 0.6 m, diferencia de altura de 0.90

metros del terreno de CONHSA PAYHSA con el terreno vecino, y una altura de muro de 2.10 metros. Un peso específico del suelo de 1762 kg/m^3 , un coeficiente de fricción del suelo de 32° , y las propiedades de bloque, con un peso específico de 163.2 kg/m^3 con un $f'c$ de 1.5 ksi. Una carga admisible de 16.15 ton/m^2 . Para ello se hizo uso de Excel, para de esta manera facilitar los cálculos y en el caso de generar un cambio que fuera todo automático. Fue necesario realizar las revisiones de volteo y deslizamiento, al igual que diseñar y calcular todo el acero de refuerzo necesario.

En esta semana también se apoyó al departamento de control de calidad, en la posinspección de los elementos prefabricados. Para ello existen formatos que deben de ser llenados en inglés donde se verifica que todos los elementos estén bien. Entre algunas de las revisiones tenemos por ejemplo el pandeo del elemento, las dimensiones, ubicaciones de detalles especiales, el acero proyectado, etc.

SEMANA 6

Durante esta semana se me fue transferido al departamento de Control de Calidad siempre en el mismo proyecto del muelle en Mahogany Bay, Islas de la Bahía. El ingeniero encargado es el jefe de control de calidad, el cual fue quien me solicitó, el Ing. Omar Banegas. Trabajó junto con él y la Ing. Rosa Perdomo.

En cuanto al proyecto en las losas se volvió a tensar los 24 cables de media a 0.75 del f_{pu} la semana pasada, para esta semana se terminó de armar el armado de cada una de las losas DP-7 (las últimas 5). En cuanto al armado se hace referencia a que los anillos queden con el espaciamiento indicado en planos. Estas losas cuentan con 49 anillos #4.

También se llevó acabo la fundición de dos vigas LB-1. Al igual que vigas UB-3 y UB-4 y capiteles PC-3. En el caso de los capiteles al igual que los demás elementos, en la parte de control de calidad es necesario llenar un formato de concreto en sitio, en este se indican elementos como el número del viaje, el elemento que se está fundiendo, el f'c de diseño, el tipo de agregado, el tiempo de llegada del cubilete lleno de concreto (1m³). También el recubrimiento y la temperatura con el que este llegó, en algunos casos se hace contenido de humedad y se anotan otros datos importantes. Para la comprensión más fácil de este formato, la Ing. Rosa Perdomo explicó paso a paso como se realiza y el porqué de este.

Al igual se llena otro formato de control del concreto en la planta de mezclado. En este formato se indican aspectos como la cantidad de agregado utilizado para cada viaje, tanto de arena, como de grava, también la cantidad en galones de agua, el hielo, el aditivo que se utilizó, la temperatura ambiente, temperatura de los agregados, la del chiller, etc. Todos estos son de suma importancia para entregar el "paquete" a Rodio, quienes son los supervisores del proyecto. Este paquete incluye los formatos de preinspección de los elementos fundidos, la hoja del diseño de la mezcla, el formato de concreto en sitio y el de concreto en la planta de mezclado.

También durante la semana realizamos la posinspección de cada uno de los elementos desencofrados y colocados en el pateo de curado. Para esta semana se terminó de fundir todos los elementos necesarios para la entrega del primer pedido. Solamente queda esperar los 7 día de curado de estos elementos. De igual manera se sigue trabajando en los armados de cada uno de los elementos para seguir fundiendo.

SEMANA 7

Durante esta semana trabajé en el departamento de Control de Calidad siempre de el mismo proyecto del muelle en Mahogany Bay, Islas de la Bahía. En cuanto al proyecto en las losas se volvió a tensar los 24 cables de media a 0.75 del fpu la semana pasada, para esta semana se terminó de fundir las losas DP-7 (5). Estas losas cuentan con 49 anillos #4.

También se llevó acabo la fundición de dos vigas LB-1. Al igual que vigas U y capiteles. En el caso de los capiteles, al igual que en los demás elementos, en la parte de control de calidad es necesario llenar un formato de concreto en sitio, en este se indican elementos como el número del viaje, el elemento que se está fundiendo, el f'c de diseño, el tipo de agregado, el tiempo de llegada del cubilete lleno de concreto (1.0 m³) también el recubrimiento y la temperatura con el que este llegó, en algunos casos se hace contenido de humedad y se anotan otros datos importantes.

Al igual se llena otro formato de control del concreto en la planta de mezclado o también conocido como "batching". En este formato se indican aspectos como la cantidad de agregado utilizado para cada viaje, tanto de arena, como de grava, también la cantidad en galones de agua, el hielo, el aditivo que se utilizó, la temperatura ambiente, temperatura de los agregados, la del chiller, etc. Todos estos son de suma importancia para entregar el "paquete" a Rodio, quienes son los supervisores del proyecto.

Este paquete incluye los formatos de preinspección de los elementos fundidos, la hoja del diseño de la mezcla, el formato de concreto en sitio y el de concreto en la planta de mezclado. También durante la semana realizamos la posinspección de cada uno de los elementos

desencontrados y colocados en el pateo de curado. Para esta semana se comenzó a fundir los elementos necesarios para la siguiente entrega a fin de mes. Solamente queda esperar los 7 días de curado de estos elementos. De igual manera se sigue trabajando en los armados de cada uno de los elementos para seguir fundiendo.

SEMANA 8

Durante esta semana trabajé en el departamento de Control de Calidad siempre de el mismo proyecto del muelle en Mahogany Bay, Islas de la Bahía. En cuanto al proyecto en las losas se volvió a tensar los 24 cables de media a 0.75 del fpu la semana pasada, para esta semana se comenzó a fundir las 5 losas DP-1, DP-5 y DP-8. A diferencia de las otras losas, estas cuentan con un cambio de sección, en un lado no cuentan con un bisel. Estas losas cuentan con 55 anillos #4.

También se llevó acabo la fundición de dos vigas LB-1, las cuales son las vigas que más se deben producir. Al igual que vigas U, UB-5, UB-6 y UB-1 y capiteles PC-1 y PC-6. En el caso de los capiteles, al igual que en los demás elementos, en la parte de control de calidad es necesario llenar un formato de concreto en sitio, en este se indican elementos como el número del viaje, el elemento que se está fundiendo, el f'c de diseño, el tipo de agregado, el tiempo de llegada del cubilete lleno de concreto (1.5 m³), ahora se hacen en dos batidas de 0.75 m³ cada uno. También el recubrimiento y la temperatura con el que este llegó, en algunos casos se hace contenido de humedad y se anotan otros datos importantes. Al igual se llena otro formato de control del concreto en la planta de mezclado o también conocido como "batching".

En este formato se indican aspectos como la cantidad de agregado utilizado para cada viaje, tanto de arena, como de grava, también la cantidad en galones de agua, el hielo, el aditivo

que se utilizó, la temperatura ambiente, temperatura de los agregados, la del chiller, etc. Todos estos son de suma importancia para entregar el "paquete" a Rodio, quienes son los supervisores del proyecto. Este paquete incluye los formatos de preinspección de los elementos fundidos, la hoja del diseño de la mezcla, el formato de concreto en sitio y el de concreto en la planta de mezclado. También durante la semana realizamos la posinspección de cada uno de los elementos desencofrados y colocados en el pateo de curado. Para esta semana se comenzó a fundir los elementos necesarios para la siguiente entrega a fin de mes. Solamente queda esperar los 7 días de curado de estos elementos.

Cabe mencionar que esta semana el Ing. Omar Banegas se tomó el tiempo de explicarnos como se realiza el diseño de mezclas. Nos explicó todos los datos teóricos de laboratorio que son necesarios, al igual que el método que utiliza, CONHSA realiza diseños de mezcla en cuanto a peso. Diferente a como se nos fue enseñado en la universidad que fue por medio de volumen. Sin embargo, el proceso es el mismo, se calcula los pesos necesarios de agua, grava, el volumen del aire, el peso de la arena, la cantidad de cemento, y en todo caso el peso de los aditivos. En cuanto a estos, es necesario que el proveedor brinde una hoja en donde indique el porcentaje de agua que este aporta a la mezcla.

SEMANA 9

En cuanto al progreso proyecto del proyecto se continuó en la fundición de elementos prefabricados para el Muelle Mahogany Bay en Roatán. Se llevó a cabo la fundición de vigas LB-1, las cuales son las vigas que más se deben producir y las vigas LB-6. Las vigas LB-6 tienen la característica especial de contar con anillos proyectados. Es la única viga que cuenta con esta

característica. En cuanto a las vigas U, se llevó a cabo la fundición de vigas U UB-5 y UB-1. En los capiteles se continuó con la fundición de capiteles PC-1 y PC-6. Por parte de control de calidad es necesario llenar un formato de preinspección, en donde se verifica que todo esté de acuerdo con planos, que las separaciones y ubicaciones de los anillos, ganchos de levantes, tubos, entre otros aspectos estén bien.

También se revisa de que el armado este de acorde a planos, que se haya realizado una limpieza de la bancada, que se coloquen espaciadores de concretos, entre otros. Otro de los formatos que se debe de llenar es el de concreto en sitio, en este se indican elementos como el número del viaje, el elemento que se está fundiendo, el f'c de diseño, el tipo de agregado, el tiempo de llegada del cubilete lleno de concreto (1.5 m³), ahora se hacen en dos batidas de 0.75 m³ cada uno. También el recubrimiento y la temperatura con el que este llegó, en algunos casos se hace contenido de humedad y se anotan otros datos importantes. Al igual se llena otro formato de control del concreto en la planta de mezclado o también conocido como "batching".

En este formato se indican aspectos como la cantidad de agregado utilizado para cada viaje, tanto de arena, como de grava, también la cantidad en galones de agua, el hielo, el aditivo que se utilizó, la temperatura ambiente, temperatura de los agregados, la del chiller, etc. Todos estos son de suma importancia para entregar el "paquete" a Rodio, quienes son los supervisores del proyecto.

Este paquete incluye los formatos de preinspección de los elementos fundidos, la hoja del diseño de la mezcla, el formato de concreto en sitio y el de concreto en la planta de mezclado. También durante la semana realizamos la posinspección de cada uno de los elementos

desencofrados y colocados en el pateo de curado. Para esta semana se comenzó a fundir los elementos necesarios para la siguiente entrega a fin de mes. Solamente queda esperar los 7 días de curado de estos elementos.

En todas las fundiciones se utilizan los cubiletes, en este caso hay dos tipos, los cubiletes amarillos y un cubilete rojo. Ambos tienen aproximadamente la capacidad de transportar 2.0 m^3 de concreto. Sin embargo, cuando estamos colando en sitio, generalmente es necesario realizar un ajuste. Por ejemplo, en dos capiteles se pueden ir teóricamente 9.80 m^3 de concreto, pero este dato teórico es sin quitar el acero. Entonces, si cada viaje que es de dos batidas de 0.75 m^3 , son 1.5 m^3 , estaríamos hablando de 6 viajes completos, más un complemento teórico de 0.8 m^3 , sin embargo, en la mayoría de los casos se lleva menos concreto por el acero. Es por ello por lo que para el último viaje es necesario cubicar cuanto es lo que hace falta. En vista de esta situación, resulta importante saber cuántos metros cúbicos quedan restantes en el cubilete, para poder cubicar de manera más eficiente. Cabe mencionar, que los tiempos de ciclo entre cada uno de los viajes debe ser de un máximo de 20 minutos. No se había realizado ningún cálculo de estos cubiletes con respecto a su altura y la cantidad de metros cúbicos. Por ello, con la ayuda de la Ing. Kristhel Galindo, del departamento de prefabricados, se logró medir las dimensiones de cada uno de estos cubiletes, y por medio de fórmulas de volumen, realizamos un diagrama para tener una idea más clara de cuántos metros cúbicos hay, con respecto a la altura del concreto dentro de este. Estos se pueden apreciar a continuación:

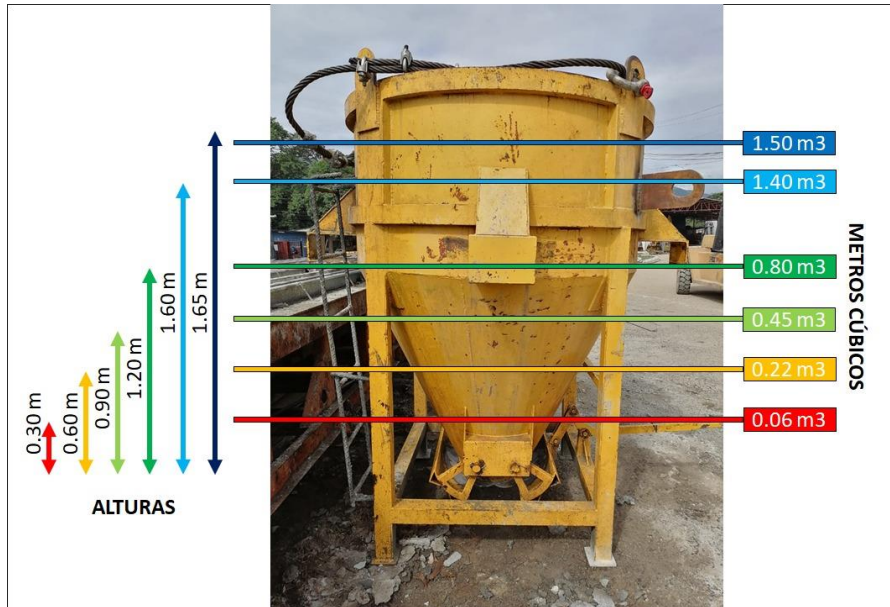


Ilustración 2 Altura vs Metros Cúbicos Cubilete Amarillo

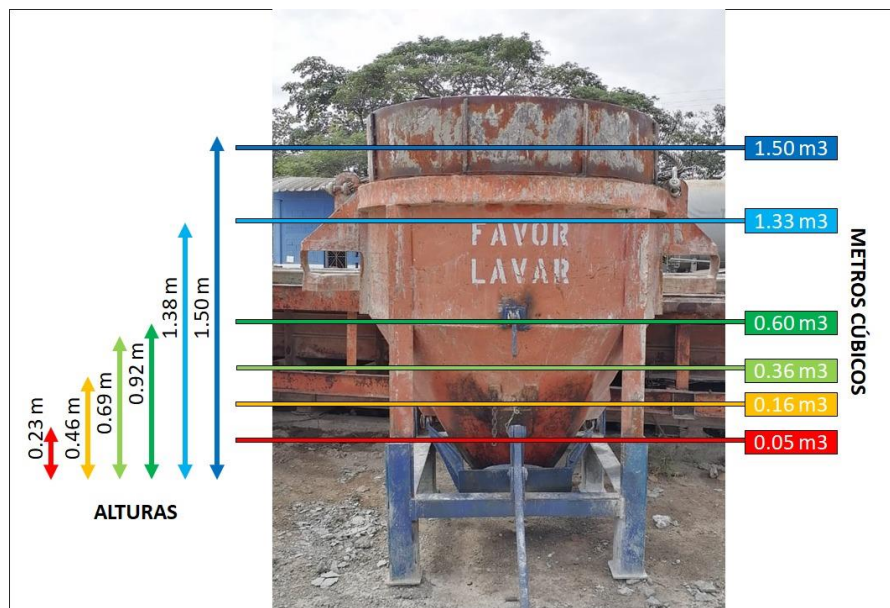


Ilustración 3 Altura vs Metros Cúbicos Cubilete Rojo

SEMANA 10

Durante esta semana se llevó a cabo la fundición de varios elementos como fue mencionado previamente. Se supervisó el encofrado de las vigas FB, pero este todavía no está

terminado. Todos estos elementos en la mayoría de sus esquinas cuentan con biseles de 25 mm a 45° y por ello para tomar una medida exacta de toda la longitud es necesario colocar las escuadras para poder proyectar su distancia. Los metros y las cintas métricas son utilizados para medir las dimensiones del elemento, con la única diferencia que la cinta métrica es utilizada para mayores distancias. Ambos instrumentos son de cinta metálica, debido a que estos son más eficientes.

Finalmente, la cuerda es utilizado para observar si existe una deformación en el elemento, donde más se puede apreciar son en las losas presforzadas en vista de que son cables presforzados este genera una contra flecha. Para fundir los elementos, como se ha mencionado en reportes previos, en el caso de los capiteles se hace uso de una bomba, que impulsa el concreto hasta la parte superior del molde. Una de las varillas longitudinales de la losa queda suelta, con el objetivo de poder meter la bomba en la columna del capitel con mayor facilidad. En el caso de las vigas longitudinales, vigas u, y losas se hace uso directamente de la grúa con el tecler y se levanta el cubilete para poder fundir directamente sobre el elemento.

Solamente si está lloviendo, se hace uso de la bomba para la fundición de las vigas longitudinales LB. Cabe mencionar que estos formatos de preinspección, posinspección y cualquier formato que será entregado a Rodio deben de llenarse en inglés. En estos formatos se especifican aspectos como la fecha del pre o posinspección, la fecha de colado, el clima, elementos básicos como si la bancada está limpia, si se le han colocado los quesitos para los recubrimientos necesarios, si cuenta con las dimensiones y cantidad de acero necesario, al igual que las tolerancias admisibles en cada una de las medidas.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó la práctica profesional de la mejor manera, logrando captar todos los conocimientos posibles. Se logró un gran desarrollo en cuanto al ámbito laboral de ingeniería civil.
- Se ampliaron los conocimientos teóricos obtenidos en clase y fueron aplicados en el campo laboral.
- Se desarrolló una actitud ética profesional en cuanto a disciplina dentro de la profesión.
- Se obtuvo experiencia en el campo sobre el quehacer profesional.

VII. RECOMENDACIONES

- Se debería manejar un solo juego de planos y copias iguales de planos para todos.
- La empresa podría cambiar la ubicación del acero para los armados, y que de esta manera exista mejor organización.
- Se debería de reciclar el papel para las copias de planos.
- Se debería de tener un mayor orden de los planos, es decir ordenar los formatos por elemento y fecha de fundición.
- Techar algunas de las zonas de prefabricados para evitar el obrero trabaje sobre acero a altas temperaturas y no tener el riesgo de tener que cubrir el acero cuando está lloviendo.
- Se puede comprar un metro laser para la realización de la posinspección con mayor facilidad.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ACI. (2020). *American Concrete Institute*. Obtenido de <https://www.concrete.org/aboutaci.aspx>
- AISC. (2020). *AISC*. Obtenido de <https://www.aisc.org/>
- AWS. (2020). *American Welding Society*. Obtenido de <https://www.aws.org/about>
- Camp, L. S. (2004). *The ancient engineers*.
- Construcción, A. (Octubre de 2020). *Portal de arquitectura Arqhys*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/construccion/muelles.html>
- Contreras, A. (2019). *Construmatica*. Obtenido de <https://www.construmatica.com/construpedia/Pilotes>
- García, D. (2017). *Becosan*. Obtenido de https://www.becosan.com/es/concreto-prefabricado/#Que_es_el_concreto_prefabricado
- Hudiel, S. N. (2015). *Historia y Origen de la Ingeniería*.
- Nilson, A. H. (2001). *Diseño de Estructuras de Concreto*. Bogotá.
- PAYSA, C. (2016). *CONHSA*. Obtenido de https://www.conhsapayhsa.com/new/?page_id=74958
- Pinto, A. (2018). *Revista de Ingeniería, Arquitectura, Ciencia y Tecnología*. Obtenido de <https://ingenieriareal.com/codigo-hondureno-la-construccion-2008/#:~:text=El%20C%C3%B3digo%20Hondure%C3%B1o%20de%20Construcci%C3%B3n%20ha%20sido%20elaborado%20con%20el,el%20cumplimiento%20de%20las%20mis>
mas.

Porto, J. P. (2013). *Definicionde*. Obtenido de <https://definicion.de/practica-profesional/>

Ramirez, R. (2020). *Geotecnia.Online*. Obtenido de

<https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/aashto/>

Samuel. (2012). *Civilizaciones*.

IX. ILUSTRACIONES

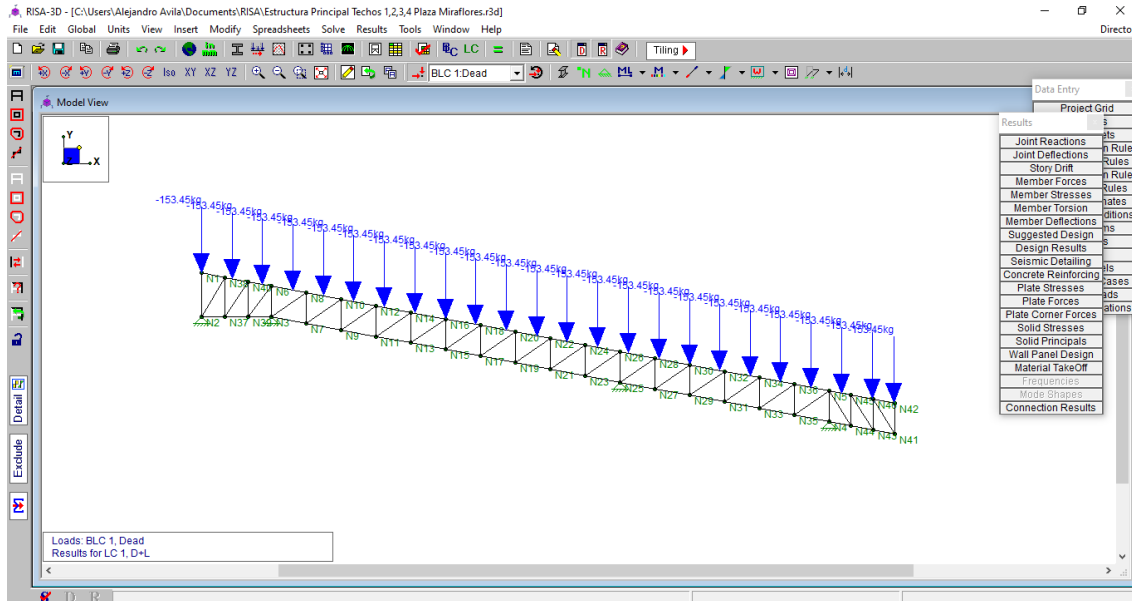


Ilustración 4 Diseño de Estructura de Techo Plaza Miraflores en RISA 3D

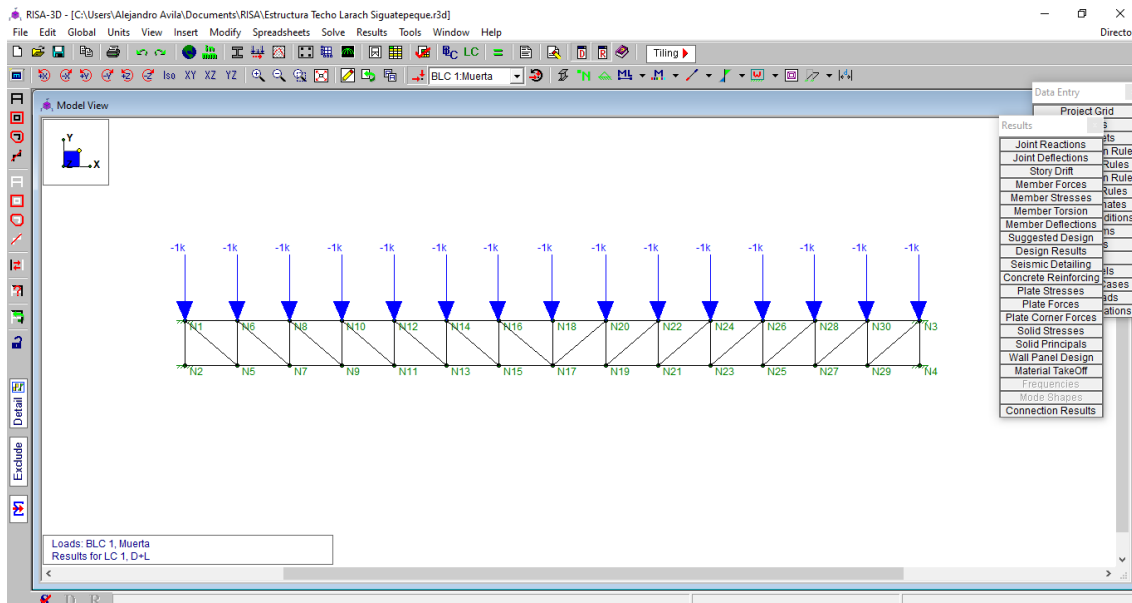


Ilustración 5 Diseño de Estructura de Techo Comercial Larach en RISA 3D



Ilustración 6 Vista del Armado de las Losas Prefabricadas



Ilustración 7 Colocación de Alambre de Amarre y tubos de PVC

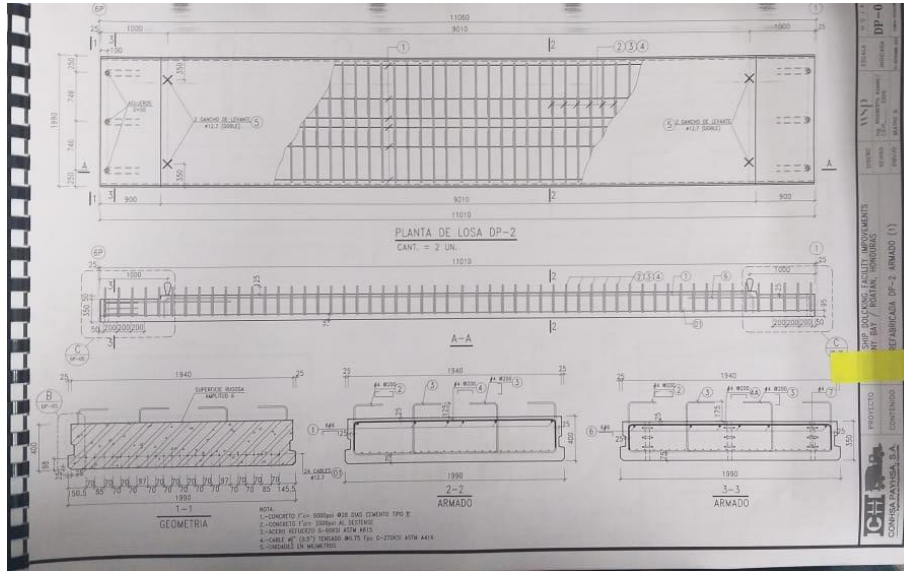


Ilustración 8 Plano de Losa DP-2



Ilustración 9 Muro Caído



Ilustración 10 Anillos de Losas DP



Ilustración 11 Colado de Losas DP



Ilustración 12 Acabado inicial de Losas



Ilustración 13 Acabado final de Losas



Ilustración 14 Perno de Anclaje de Losas DP-3, DP-6 y DP-9



Ilustración 15 Desmolde de Losas



Ilustración 16 Transporte de losas a patio de curado



Ilustración 17 Curado de Losas en el Patio de Curado



Ilustración 18 Armado de Vigas LB-1



Ilustración 19 Armado de Viga LB-6 colocado en molde



Ilustración 20 Colado de Vigas



Ilustración 21 Curado de vigas en sitio



Ilustración 22 Transporte de vigas a patio de curado



Ilustración 23 Viga LB-6 y LB-1 en patio de curado



Ilustración 24 Armado de Viga CB-1

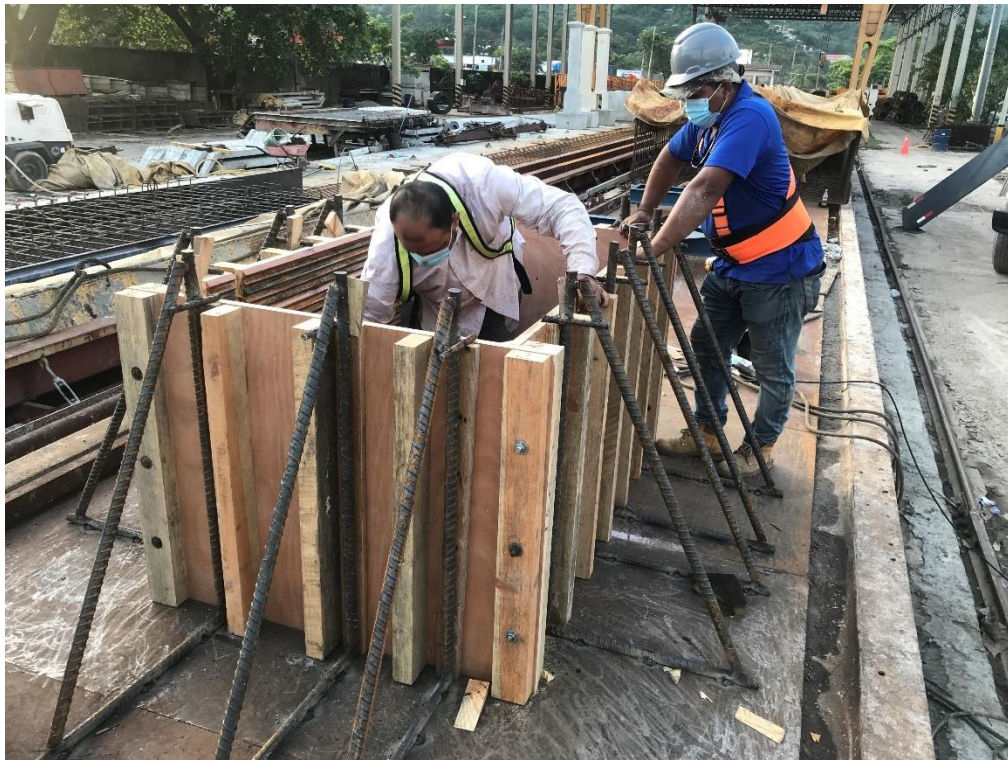


Ilustración 25 Encofrado de madera para viga CB-1



Ilustración 26 Colado de Viga CB-1



Ilustración 27 Acabado de Viga CB-1



Ilustración 28 Desmolde de Viga CB-1



Ilustración 29 Curado de Vigas CB-1 en patio de curado



Ilustración 30 Armado de Viga de Defensa FB-1



Ilustración 31 Armado de Viga FB colocado en encofrado



Ilustración 32 Armado de vigas UB-1

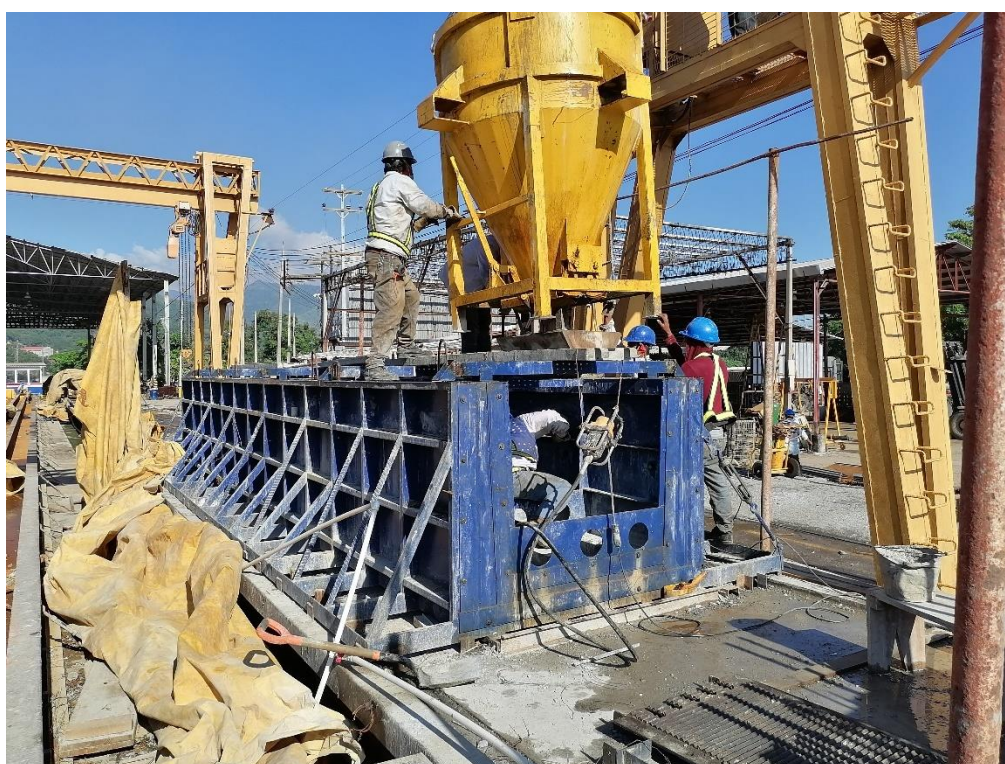


Ilustración 33 Colado de Vigas U



Ilustración 34 Curado de Vigas U en sitio



Ilustración 35 Desmolde de Viga U



Ilustración 36 Transporte de vigas U a patio de curado



Ilustración 37 Realización de Posinspección Vigas U



Ilustración 38 Armado de Columna Capitel



Ilustración 39 Armado de losa de capiteles



Ilustración 40 Preinspección de Capitel PC-6



Ilustración 41 Colado de Capiteles con bomba.



Ilustración 42 Llegada del Cubilete al sitio de colado de capiteles



Ilustración 43 Colado de losa de Capitel con bomba



Ilustración 44 Acabado de Capiteles



Ilustración 45 Curado de Capitel PC-6 en sitio.



Ilustración 46 Desmolde de Capiteles



Ilustración 47 Realización de Posinspección de Capiteles

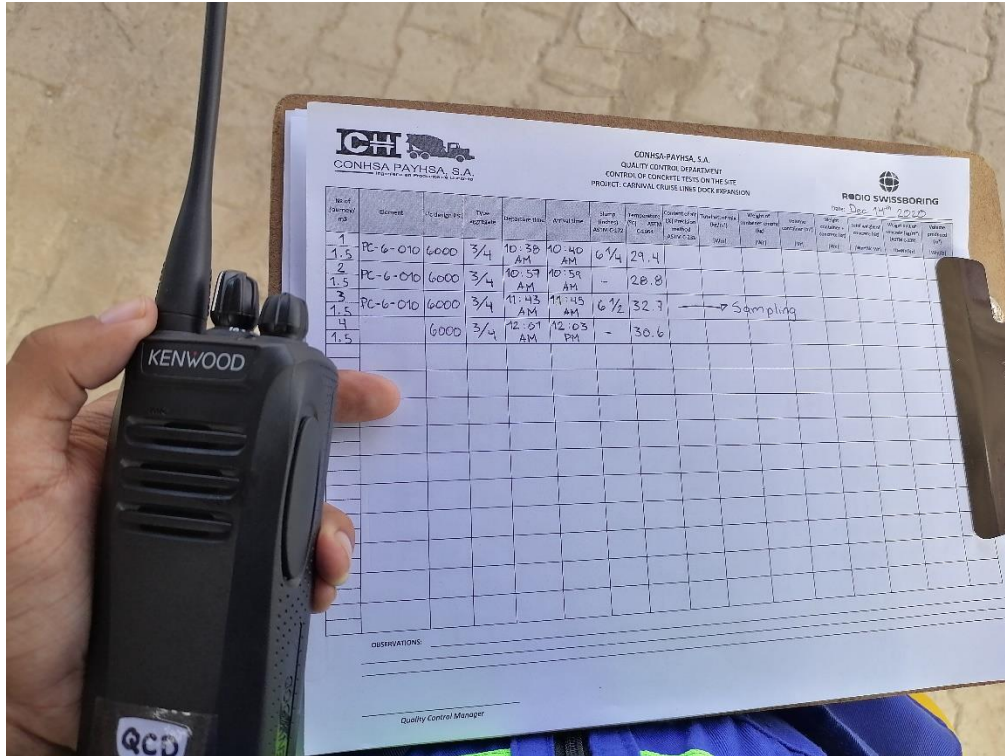


Ilustración 48 Llenado de Formato de Concreto en Sitio

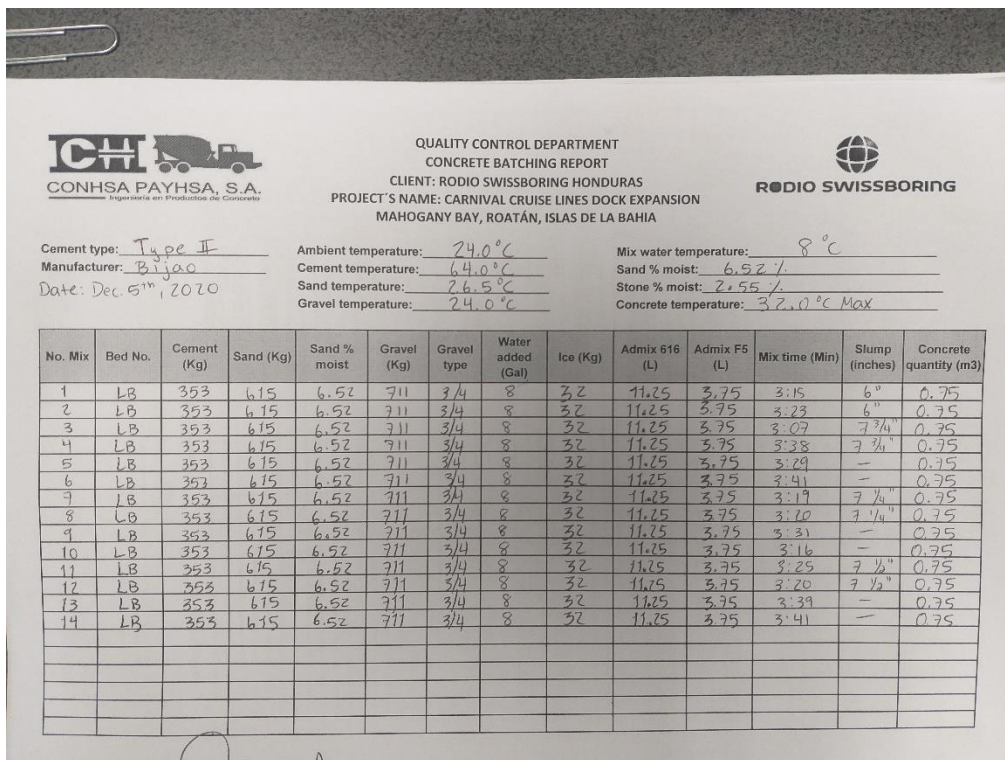


Ilustración 49 Llenado de Formato de Concreto en Planta de Mezclado



Ilustración 50 Realización de Cilindros para Ensayo de Compresión



Ilustración 51 Curado de Cilindros para Ensayo de Compresión en Sitio



Ilustración 52 Realización de Ensayo de Revenimiento



Ilustración 53 Curado de Cilindros



Ilustración 54 Peso de cilindro para ensayo de compresión

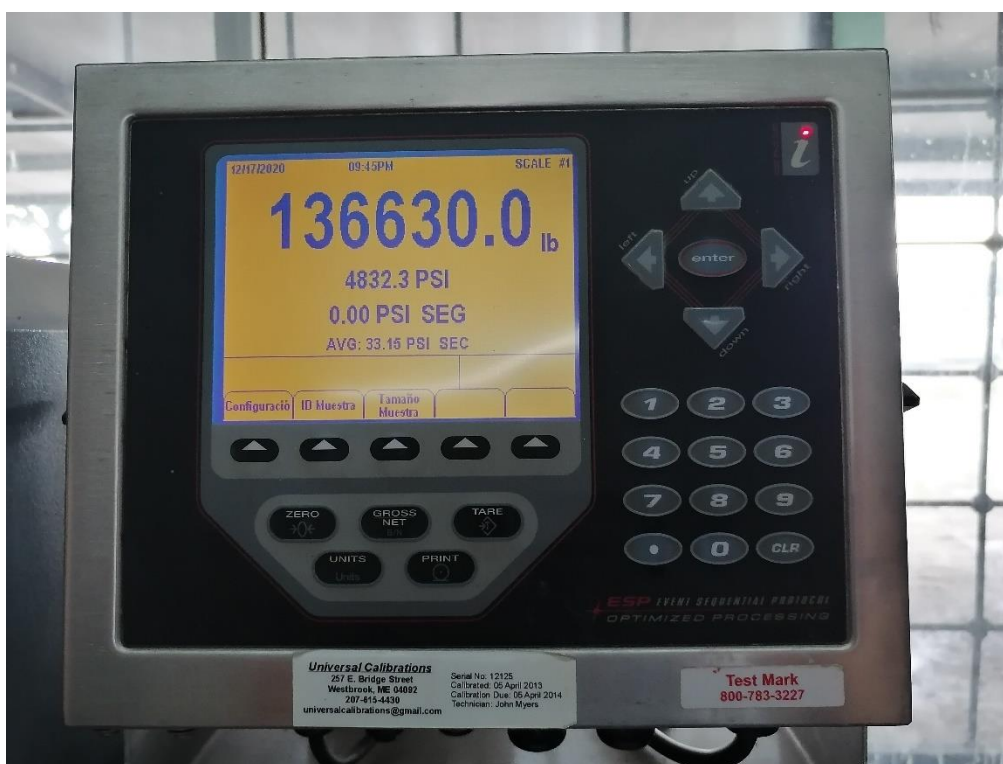


Ilustración 55 Lectura de Ruptura de Cilindros a 16 horas



Ilustración 56 Ruptura de Cilindro



Ilustración 57 Vista del Patio de Curado



Ilustración 58 Foto con la Ing. Rosa Perdomo y el Dibujante Will Posas



Ilustración 59 Foto con el Ing. Alexander Soriano



Ilustración 60 Después de labores de limpieza por Huracán ETA



Ilustración 61 Foto con la Ing. Kristhel Galindo y dibujante Will Posas



Ilustración 62 Toma de Temperatura de la Mezcla en el Cubilete

Ilustración 63 Formato de Tensado de Losas

Ilustración 64 Formato de Listado de Verificación Prefabricados