



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE  
MODIFICADA POR CAMBIO DE USO PARA EL FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO  
DEL ÁREA DOCENTE DE LA FIEE- UNI MEDIANTE LA ADICIÓN DE PLACAS DE  
CONCRETO ARMADO, ADITIVOS Y COMPONENTES DE ÚLTIMA  
GENERACIÓN

### **Línea de investigación:**

**Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio**

Trabajo de Suficiencia Profesional para obtener el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

### **Autor:**

Roca Quispe, Juan David

### **Asesor:**

Barrantes Mann, Luis

(ORCID: 0000-0002-2026-0411)

### **Jurado:**

Tapia Julca, Elías Teodoro

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

Ramos Flores, Miguel Ángel

**Lima - Perú**

**2022**

#### Referencia:

Roca, J. (2022). *Proceso constructivo de la infraestructura existente modificada por cambio de uso para el funcionamiento óptimo del Área Docente de la FIEE- UNI mediante la adición de placas de concreto armado, aditivos y componentes de última generación*. [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6128>



#### Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

# **PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE MODIFICADA POR CAMBIO DE USO PARA EL FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO DEL AREA DOCENTE DE LA FIEE- UNI MEDIANTE LA ADICION DE PLACAS DE CONCRETO ARMADO, ADITIVOS Y COMPONENTES DE ULTIMA GENERACION**

### **Línea de Investigación:**

Construcción Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Territorio

Modalidad de Suficiencia Profesional para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

### **Autor:**

Roca Quispe, Juan David

### **Asesor:**

Barrantes Mann, Luis  
(ORCID: 0000-0002-2026-0411)

### **Jurado:**

Tapia Julca, Elías Teodoro  
Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique  
Ramos Flores, Miguel Ángel

Lima - Perú  
2022

### **Dedicatoria**

Este trabajo lo dedico a mis padres Juan y Daria, por el inmenso apoyo que me brindaron y a pesar de todo siempre creyeron en mí. A mi esposa Erika por estar siempre a mi lado.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	8
1.1 Trayectoria del autor .....	8
1.2 Descripción de la empresa .....	8
1.3 Organigrama de la Empresa.....	9
1.4 Área y función desempeñada .....	9
<b>II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA</b> .....	10
2.1 Generalidades.....	10
2.2 Descripción del problema .....	11
2.3 Objetivo General.....	11
2.4 Objetivos específicos. ....	12
2.5 Definiciones teóricas básicas .....	12
2.6 Sistemas constructivos en el Perú.....	13
2.7 Sistemas estructurales .....	14
2.7.1 Acero.....	14
2.7.2 Concreto armado .....	15
2.7.3 Zapatas y cimentaciones.....	15
2.7.4 Albañilería armada y confinada .....	20
2.7.5 Aditivos y componentes más usados en la construcción.....	21
2.7.6 Acero dimensionado con tecnología 4D.....	23
2.7.7 Caso de referencia .....	23
2.8 Descripción del proyecto .....	24
2.8.1 Ubicación de la edificación .....	24
2.8.2 Estructuración.....	24

	4
2.8.3 Programación y cronograma de avance de obra .....	25
2.9 Procedimiento constructivo .....	27
2.9.1 Encofrado caravista con Triplay Fenólico doble film.....	28
2.9.2 Especificaciones técnicas triplay fenólico doble film.....	28
2.9.3 Recomendaciones técnicas de uso .....	29
2.9.4 Bastidores para fenólicos .....	30
2.9.5 Uso de andamios metálicos tipo Acrow.....	30
2.9.6 Concreto en obra .....	31
2.10 Análisis de rendimiento en obra .....	39
2.10.1 Comparación de ratios en los rendimientos de obra.....	44
2.11 Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST) .....	54
2.11.1 Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles (IPERC) y mapa de riesgos.....	55
2.11.2 Plan de seguridad y salud ocupacional.....	55
2.11.3 Responsabilidades en la implementación y ejecución del plan.....	56
2.11.4 Análisis de riesgos: identificación de peligros, evaluación de riesgos y acciones preventivas.....	59
2.11.5 Medidas de control y/o acciones preventivas/correctivas .....	62
2.11.6 Evaluación de riesgos de seguridad y salud ocupacional.....	63
2.11.7 Procedimientos de trabajo para las actividades de alto riesgo .....	64
2.12 Plan de mitigación de impacto ambiental .....	70
2.12.1 Estudio de impacto ambiental.....	71
2.12.2 Métodos de evaluación de impactos ambientales.....	71
2.12.3 Demarcación y aislamiento del área del proyecto objetivo .....	72
2.12.4 Manejo de tránsito vehicular y peatonal objetivo .....	73

	5
2.12.5 Operación de equipos .....	73
2.12.5 Manejo y eliminación de residuos solidos .....	74
<b>III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA .....</b>	<b>75</b>
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>VI. REFERENCIAS .....</b>	<b>78</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>80</b>

## RESUMEN

La Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica es de las últimas creadas en la UNI debido a la demanda por la especialización y los avances tecnológicos que se han ido dando en lo que respecta a sistemas eléctricos, de electrónica y últimamente en lo que respecta a telecomunicaciones , por consiguiente en el año 2005 se realiza un proyecto arquitectónico para la construcción del Pabellón de Docentes de la FIEE de la UNI, aunque su construcción fue interrumpida cuando solamente se había avanzado en su infraestructura el casco estructural del primer piso y fue abandonado durante 5 años resaltando que dicho proyecto respondió a las necesidades existentes en ese momento y en el año 2010 se retoma el proyecto y se realiza una nueva propuesta arquitectónica considerando las nuevas tendencias en edificaciones destinadas al uso docente. Esta propuesta arquitectónica planteada parte de la necesidad de dotar de ambientes adecuados para el desarrollo de las actividades de los docentes en la FIEE, en lo que corresponde a lo académico y actividades complementarias, para lo cual se propone una edificación de tres niveles considerando el cambio de uso, a diferencia del proyecto inicial que contemplaba ambientes de oficina personalizados y más amplios distribuidos en cuatro niveles. Después de retomar y replantear el proyecto en el año 2010 se procede con la ejecución del mismo en Octubre del 2012 y se culmina la obra en Diciembre del 2016.

*Palabras clave:* infraestructura, proyecto arquitectónico, casco estructural.

## ABSTRACT

The Faculty of Electrical and Electronic Engineering is one of the last ones created at UNI due to the demand for specialization and the technological advances that have been taking place regarding electrical systems, electronics and lately regarding telecommunications. Therefore, in 2005, an architectural project was carried out for the construction of the UNI FIEE Teachers' Pavilion, although its construction was interrupted when only the structural hull of the first floor had been advanced in its infrastructure and it was abandoned for 5 years. Highlighting that said project responded to the existing needs at that time and in 2010 the project was resumed and a new architectural proposal was made considering the new trends in buildings for educational use. This architectural proposal arises from the need to provide adequate environments for the development of the activities of the teachers in the FIEE, in what corresponds to the academic and complementary activities, for which a three-level building is proposed considering the change of use, a difference from the initial project that contemplated personalized and larger office environments distributed on four levels. After resuming and rethinking the project in 2010, the execution of the same proceeds in October 2012 and the work is completed in December 2016.

*Keywords:* infrastructure, architectural project, structural helmet

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se describe el proceso constructivo del pabellón para los docentes de la FIEE-UNI que inicialmente fue construido en el año 2005, solo casco estructural en el primer nivel, la ejecución fue interrumpida por diversos motivos, lo cual se retoma el proyecto con una nueva propuesta arquitectónica que contempla una estructura de 3 niveles con ambientes no solo para uso académico sino también actividades complementarias para los docentes. Para la ejecución de este nuevo proyecto se tiene en cuenta el cambio estructural incorporándose placas de concreto armado distribuidas de manera simétrica de acuerdo al diseño estructural del proyectista. En el proceso constructivo también se considera el uso de componentes de última generación como los aditivos para el concreto y el curado que son parte vital en el proceso constructivo de una estructura existente. Se tiene en cuenta el uso de encofrado con triplay fenólico para acabado caravista en los elementos estructurales.

### 1.1. Trayectoria del autor

En el año 2012 realicé prácticas pre profesionales en la Municipalidad de Lince apoyando al área de infraestructura urbana, también fui asistente de obra para la empresa Coral S.A.C en la construcción de la cafetería Starbucks en el distrito de San Borja.

Luego, ocupe el cargo de asistente de supervisor en la colocación de concreto en losas con la empresa contratista País S.A.C para el consorcio AESA-HV en la construcción del centro comercial la Rambla.

En el año 2013 al 2015 trabajé como asistente de ingeniero residente en la obra Construcción del Pabellón para los docentes de la FIEE-UNI y otras obras que se ejecutaban a la par que tuvo como ente ejecutor el centro de infraestructura universitaria de la UNI.

En el año 2017 al 2020 ocupe el cargo de coordinador de servicios de proyectos y mantenimiento de estructuras metálicas con la empresa contratista LVC SAC para la empresa REPSOL en las diferentes estaciones de servicio.

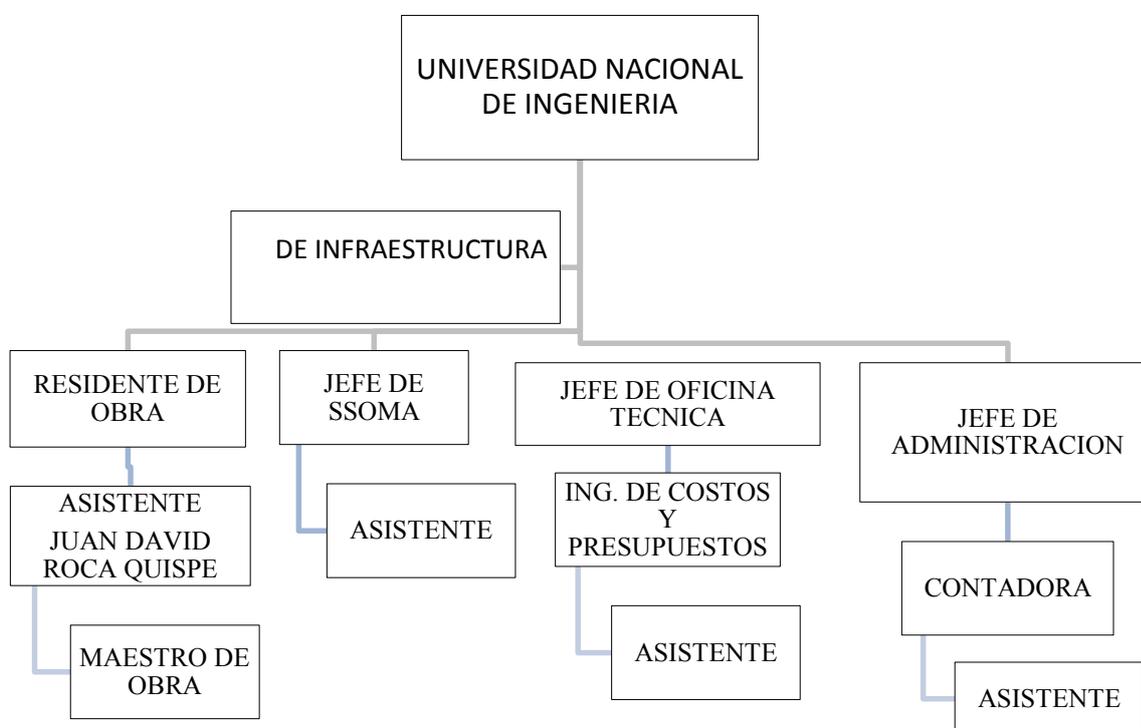
## 1.2. Descripción de la empresa

La OCIU (Oficina central de infraestructura universitaria) es un órgano desconcentrado perteneciente a la Universidad Nacional de Ingeniería que se encarga de administrar y ejecutar las actividades de infraestructura requeridas en el sector universitario ya sea por proyecto completo y mantenimiento.

## 1.3. Organigrama de la empresa

**Figura 1**

*Organigrama de la UNI*



## 1.4. Área y función desempeñada

Me desempeñé como asistente del ingeniero residente teniendo como función el control de avance de obra mediante los metrados diarios, apoyo en las valorizaciones, verificación del cumplimiento de los procesos constructivos, control del personal operativo y control de materiales en obra.

## II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

### 2.1. Generalidades

El proyecto de arquitectura se plantea sobre un casco existente, el cual ha condicionado en gran medida el partido arquitectónico elegido, que plantea una adecuación de dicha infraestructura construida a las necesidades específicas del proyecto.

De esta forma, el proyecto de Construcción del Pabellón para las facilidades académicas de los Docentes de la FIEE de la UNI no contempla la demolición de la infraestructura existente, salvo un puente construido que comunica con el pabellón de aulas, cuya demolición se ha establecido como necesaria para asegurar la seguridad y el control de la nueva edificación.

El proyecto contempla la organización de espacios adecuados para el desarrollo de las actividades concernientes a la docencia en la FIEE-UNI sobre el área ocupada por el casco existente, así como la distribución de nuevo mobiliario y equipos para las funciones que se desarrollen en dichos espacios.

Se considera la construcción de 14 ambientes en el primer piso, 12 ambientes en el segundo piso y 18 ambientes en el tercer piso que hacen un total de 44 ambientes, organizados en tres niveles.

En el primer piso se tiene un área techada de 440.625 m<sup>2</sup>, en el segundo piso un área techada de 379.00 m<sup>2</sup> y en el tercer piso un área de 445.85 m<sup>2</sup>. En total se cuenta con un área techada de 1 265.475 m<sup>2</sup>.

Para cada ambiente se considera una adecuada configuración del espacio para el funcionamiento del respectivo uso, en lo que respecta a la construcción física, es decir, pisos, muros, techos, puertas, ventanas, la implementación de instalaciones eléctricas, sanitarias, de comunicaciones y el orden y la distribución del mobiliario.

## **2.2. Descripción del problema**

El problema se encuentra en que se tiene que reestructurar la edificación existente y también que la misma se encuentra con problemas de corrosión en el acero expuesto de los elementos estructurales existentes.

Teniendo en cuenta la ejecución inicial del proyecto en el año 2005 y que ésta queda construida solo en el primer piso a nivel de casco estructural, la FIEE-UNI tiene la necesidad de continuar la construcción del pabellón para las facilidades académicas de los docentes ,pero en el año 2010 la infraestructura existente presentó problemas de corrosión en el acero de las mechas de las columnas que quedaron expuestas varios años sin las medidas adecuadas de protección (mojón de concreto de baja resistencia) y según las nuevas exigencias del cliente por cambio de uso se replantea el proyecto considerando para su diseño las normativas vigentes.

Este cambio de uso considero la incorporación de cinco pórticos con sus respectivas zapatas, lo cual se sumó a la cimentación existente.

### ***Pregunta***

¿Qué procedimientos son los más adecuados para hacer cumplir las nuevas exigencias del cliente considerando las normas vigentes?

## **2.3. Objetivo general**

Cumplimiento de la nueva meta de acuerdo a la nueva necesidad del cliente lo que significa reestructurar la infraestructura existente considerando el cambio de uso de los ambientes cumpliendo los parámetros establecidos en las normas de construcción vigentes.

## **2.4. Objetivos específicos**

Verificación de la resistencia del concreto en los elementos estructurales como columnas y vigas con el ensayo no destructivo, extracción de diamantina, ya que la obra estuvo paralizada por 5 años.

Realizar el tratamiento adecuado del acero corrugado expuesto existente en columnas y columnetas con aplicación del producto químico transformador de óxido y su aplicación según procedimiento.

Como parte del procedimiento constructivo para este caso se considera el uso del adhesivo Sikadur 32 entre la unión entre concreto nuevo y el existente.

Optimizar el rendimiento y costo en la partida revestimiento de placas haciendo uso del encofrado con triplay fenólico caravista en comparación de un encofrado tradicional.

Verificar la cantidad de puntales a utilizar en el uso de encofrados para fondos de vigas y losas.

## **2.5. Definiciones teóricas básicas**

### **Infraestructura**

Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.

### **Código de edificación**

El código de edificación es el conjunto de normativas de un estado, país o ente supranacional que regulan los mínimos de seguridad y calidad para la construcción de edificios en general o cualquier estructura artificial, inclusive especialmente las viviendas.<sup>1</sup> Los códigos de edificación se dividen en función de su objetivo: regular la seguridad estructural, regular el confort y bienestar de los usuarios (aislamiento acústico, calefacción) y regular los requisitos mínimos de seguridad que debe disponer una construcción (seguridad ante incendio o

terremotos). Cada país adopta su propio código de construcción, y en algunos casos, organismos supranacionales imponen sus recomendaciones como la Unión Europea.

En nuestro país se encuentra activo actualizado el Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por decreto supremo N011-2006 – Vivienda

### **Estructura aporticada**

Un sistema aporticado es el que utiliza como estructura una serie de pórticos dispuestos en un mismo sentido, sobre los cuales se dispone un forjado. Es independiente de su arriostramiento, que podrá hacerse con pórticos transversales, cruces de San Andrés, pantallas u otros métodos; y del material utilizado, generalmente hormigón o madera. Este sistema es el más utilizado hoy en día en las zonas desarrolladas, especialmente en hormigón desde la patente Domino de Le Corbusier. Los forjados transmiten las cargas a los pilares o muros, y éstos a la cimentación.

### **Elemento estructural**

Elemento estructural es cada una de las partes diferenciadas, aunque vinculadas, en que puede ser dividida una estructura a efectos de su diseño.

El diseño, cálculo y comprobación de estos elementos se hace de acuerdo con los postulados de la resistencia de materiales en el ámbito de la arquitectura, la ingeniería civil, la ingeniería mecánica y la ingeniería estructural.

## **2.6. Sistemas constructivos en el Perú**

Los sistemas constructivos han ido evolucionando en el Perú desde épocas muy remotas, considerando como principal legado las construcciones realizadas en piedra por nuestros antecesores los Incas hasta las más modernas construcciones industrializadas para diferentes sectores de la sociedad.

Durante el pasar de los años los sistemas constructivos fueron evolucionando de acuerdo a las exigencias y usos que la población requiere, los materiales y equipos que forman parte de este proceso también fueron mejorando con influencia de la industrialización que beneficia en la etapa del proceso constructivo aminorando costos y tiempos de ejecución.

Se considera sistemas constructivos convencional y no convencional.

Para este informe se presenta un procedimiento constructivo de tipo convencional que considera los lineamientos anotados en las normas de construcción vigente.

## **2.7. Sistemas estructurales**

### **2.7.1. Acero**

El sistema de construcción en acero es una gran alternativa de construcción que día a día crece en Perú. Su objetivo es el de ofrecer nuevas tecnologías de vanguardia que satisfagan las necesidades y exigencias de las diversas empresas de los sectores Comercio, Industria, Minería, Agro-pesca, entre otras. Nace como una solución de alto valor tecnológico para todo tipo de edificaciones, desde los conocidos y modernos centros comerciales, tiendas por departamentos, las cada vez más numerosas cadenas de autoservicio, los hoy funcionales edificios de oficinas, los establecimientos que resaltan la imagen corporativa, hasta modernas viviendas de arquitectura vanguardista. El sistema de construcción en acero está conformado por:

- Componentes estructurales. Flexibilidad en diseño y alta resistencia estructural.
- Placa colaborante. Alta eficiencia estructural, rápida instalación y menores costos.
- Coberturas y Revestimientos mayor resistencia, versatilidad y óptimo acabado- coberturas aislantes, óptimo aislamiento.
- Muros aislantes. Gran capacidad de aislamiento térmico y eficiencia en climatización.
- Paneles arquitectónicos, para fachadas arquitectónicas y con fijación oculta.

Un sistema de construcción en acero aporta características técnicas e innovadoras como: flexibilidad de diseño, que permite a los profesionales de la construcción, arquitectos y constructores desarrollar proyectos con diseños modernos y de gran flexibilidad que permiten innovar a través de las formas y texturas de las diferentes edificaciones urbanas o industriales de nuestras ciudades (Suplementos especiales de Construcción & Vivienda Comunicadores Sac año II / serie 2 / edición 18).

Menores tiempos de ejecución en ventaja al sistema tradicional de construcción (ladrillo/cemento) al trabajar con cualquiera de los componentes del sistema, los tiempos de ejecución de obra se acortan al ser productos ligeros, pre ensamblados y con estándares de calidad.

Menores costos. La suma de manejar menores tiempos de ejecución y sumando el hecho de obtener mayores luces o espacios entre apoyos, implica un ahorro en estructura.

### ***2.7.2. Concreto armado***

El sistema estructural del concreto armado corresponde el resultado de la unión del concreto con el acero de refuerzo en elementos estructurales como zapatas, columnas, vigas, placas y losas armadas.

Cada una de ellas es diseñada de acuerdo a las características de la distribución arquitectónica, cargas proyectadas, externas, uso de la infraestructura, teniendo en cuenta los parámetros de las normas de construcción.

### ***2.7.3. Zapatas y cimentaciones***

La subestructura o cimentación es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo o roca subyacentes. Todos los suelos se comprimen al someterlos a cargas y causan asentamientos en la estructura soportada. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el

asentamiento total de la estructura esté limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que, en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine. Con respecto al posible daño estructural, la eliminación de asentamientos distintos dentro de la misma estructura es incluso más importante que los límites impuestos sobre el asentamiento uniforme global.

Para limitar los asentamientos de la manera indicada, es necesario (1) transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente, y (2) distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto. Si no se encuentran suelos adecuados justo debajo de la estructura, es necesario recurrir a cimentaciones profundas como pilotes o pilas para transmitir la carga hasta estratos más profundos y de mayor firmeza.

Si existe un suelo satisfactorio inmediatamente debajo de la estructura, es suficiente distribuir la carga mediante zapatas u otros medios. Estas subestructuras se conocen como cimentaciones superficiales.

**2.7.3.1. Zapatas superficiales.** Las zapatas superficiales pueden clasificarse como zapatas para muros y zapatas para columnas. Los esquemas en planta de los tipos más comunes se presentan en la figura 1. Una zapata para muro consiste en una franja de concreto reforzado más ancha que el muro y que distribuye su presión. Las zapatas para columnas individuales son por lo general cuadradas, algunas veces rectangulares, y representan el tipo de cimentación más sencillo y económico. Su utilización para columnas exteriores tiene algunas dificultades si los derechos de propiedad impiden la utilización de zapatas que se extiendan más allá de los muros exteriores. En este caso, se utilizan zapatas combinadas o zapatas amarradas para permitir el diseño de una zapata que no se extienda más allá del muro o columna. Las zapatas combinadas para dos o más columnas se utilizan también para columnas interiores con cargas considerables

y poco espaciadas entre sí, donde las zapatas individuales, si se hicieran, quedarían casi o totalmente traslapadas (Nilson, 2001).

Las zapatas individuales y las zapatas combinadas para columnas son los tipos de cimentaciones superficiales más utilizados en suelos con capacidad razonable de carga. Si el suelo es blando o las cargas de las columnas son grandes, las áreas requeridas para las zapatas son tan grandes que se convierten en antieconómicas; en este caso, a menos que las condiciones del suelo exijan una cimentación profunda, se adopta una solución consistente en una losa de cimentación o en una cimentación flotante.

Este tipo de cimentación consta de una losa maciza de concreto reforzado que se extiende bajo todo el edificio y que, en consecuencia, distribuye la carga de la estructura sobre la máxima área disponible.

Esta cimentación, gracias a su propia rigidez, también minimiza los asentamientos diferenciales. En su forma más sencilla, consta de una losa de concreto reforzada en las dos direcciones. Una forma que proporciona mayor rigidez consiste en una losa de entrepiso invertida y conformada por vigas secundarias y principales. Las vigas principales se localizan en los ejes de columnas en cada una de las dos direcciones, y se proyecta una losa reforzada en las dos direcciones y apoyada en las vigas. También se utilizan losas planas invertidas con capiteles en la parte inferior de las columnas, como losas de cimentación.

**2.7.3.2. Columnas.** Las columnas se definen como elementos que sostienen principalmente cargas a compresión. En general, las columnas también soportan momentos flectores con respecto a uno o a los dos ejes de la sección transversal y esta acción de flexión puede producir fuerzas de tensión sobre una parte de la sección transversal. Aun en estos casos, se hace referencia a las columnas como elementos a compresión puesto que las fuerzas de compresión dominan su comportamiento. Además del tipo más común como son los elementos

verticales de estructuras, los elementos a compresión incluyen elementos principales de arcos, de pórticos rígidos inclinados o no, elementos a compresión en cerchas, cascarones o porciones de éstas que soportan compresión axial y otras formas estructurales.

**2.7.3.3. Vigas.** Son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arriostre horizontal.

La utilización de vigas soleras de concreto armado tiene como objetivo contribuir a formar un diagrama rígido en el nivel en que se construya, puede ser colocado en varios niveles formando anillos cerrados, pero principalmente debe colocarse en la parte superior. Se puede combinar con elementos de refuerzo verticales como cañas o columnas de concreto armado.

**2.7.3.4. Losas.** En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado (y se vacía por lo general en forma monolítica con estas vigas), en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas o en el terreno en forma continua.

Las losas se pueden apoyar sólo en dos lados opuestos, como en la figura 12.1 a, caso en que la acción estructural de la losa es fundamentalmente en una dirección, puesto que transmite las cargas en la dirección perpendicular a la de las vigas de apoyo. También es posible que haya vigas en los cuatro lados, como en la figura 12.1b, de modo que se obtiene una acción de losa en dos direcciones. Asimismo, pueden suministrarse vigas intermedias, como aparece en la figura 12. Si la relación entre la longitud y el ancho de un panel de losa es mayor que un valor alrededor de dos, la mayor parte de la carga se transmite en la dirección corta hacia las

vigas de apoyo y se obtiene, en efecto, acción en una dirección, aunque se proporcionen apoyos en todos los lados.

En algunos casos, las losas de concreto se pueden apoyar directamente sobre columnas, como en la figura 12.1d, sin la utilización de vigas secundarias o principales. Estas losas se identifican como placas planas y se utilizan a menudo cuando las luces no son muy largas y las cargas no son particularmente pesadas. La construcción del tipo losa plana, ilustrada en la figura 12.1d, tampoco incluye vigas pero incorpora una región con un sobre espesor de losa en la vecindad de la columna y emplea con frecuencia columnas con forma acampanada en la parte superior; ambos son mecanismos para reducir los esfuerzos generados por cortante y flexión negativa alrededor de las columnas; por lo general se llaman paneles con ábacos o sobre espesores y capiteles de columna, respectivamente. En estrecha relación con la placa plana está la losa con viguetas en dos direcciones o losa reticular que ilustra la figura 12.1f. Con el fin de reducir la carga muerta de la construcción con losas macizas, se forman vacíos en un patrón rectilíneo mediante elementos de aligeramiento contruidos en metal o en fibra de vidrio. Se obtiene así una construcción nervada en dos direcciones. Por lo general, los aligeramientos se omiten cerca de las columnas de manera que se forme una losa maciza para resistir mejor los momentos y cortantes en estas áreas.

Además de los tipos de construcción apoyados en columnas que aparecen en la figura 12.1, muchas losas están apoyadas continuamente sobre el terreno, como en el caso de carreteras, pistas de aeropuerto y pisos de bodega. En tales casos, se proporciona por lo general una capa de piedra triturada o de grava bien compactada para asegurar un apoyo uniforme y permitir un drenaje adecuado del subsuelo.

### **2.7.4 Albañilería armada y confinada**

**2.7.4.1. Albañilería armada.** La estructura de una edificación de Albañilería Armada está compuesta por la cimentación, los muros, las vigas y losas de techo. La diferencia principal entre el sistema confinado y el armado radica en los muros. En el caso de la Albañilería Armada (Fig.1) el refuerzo horizontal y vertical se aloja repartiéndolos en el interior de los muros, cuya albañilería está compuesta por bloques asentados con mortero. Los alvéolos (o celdas) de los bloques se rellenan con concreto líquido (“grout”) después de haberse construido la albañilería, para así integrar al refuerzo con la albañilería en una sola unidad denominada “Albañilería Armada” (San Bartolomé, 2008).

De acuerdo con la Norma E.070 (Ref.1), los muros que desempeñan función sísmica, por ejemplo, aquellos que intervienen en el cálculo de la densidad mínima de muros (acápito 12.3), deben estar completamente rellenos con grout. El uso de muros parcialmente rellenos (con grout sólo en las celdas donde exista refuerzo vertical), no está permitido, porque las celdas vacías terminan triturándose ante los terremotos (Fig.2); sin embargo, los muros parcialmente rellenos pueden emplearse como tabiques o incluso como muros portantes de carga vertical, o cuando se demuestra que la edificación se comportará elásticamente (sin fisuras) ante los sismos severos.

Usualmente, este tipo de construcción se utiliza cuando los ambientes son modulares para evitar el retaceo de los bloques. Cuando los ambientes dejan de ser modulares, los bloques recortados deben emplearse en la zona central de los muros.

Un error que frecuentemente se comete, es utilizar los bloques de concreto vibrados vacíos en la construcción de los muros de Albañilería Confinada. Ante los terremotos, después que los muros se agrietan diagonalmente, los bloques vacíos terminan triturados (Fig.4),

perdiéndose sustancialmente la resistencia y rigidez lateral de los muros. Es decir, estos bloques fueron creados para emplearlos en las edificaciones de Albañilería Armada rellena con grout.

**2.7.4.2. Albañilería confinada.** La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc.

En este tipo de viviendas primero se construye el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas.

Desde hace muchos años atrás, las viviendas de este tipo son las construcciones más populares en las zonas urbanas de nuestro país y en la actualidad esta tendencia continúa. Por otro lado, se debe tener en cuenta tres factores:

- a. El diseño estructural.
- b. El control de los procesos constructivos.
- c. El control de la calidad de los materiales.

Es importante que se considere estos tres factores, ya que para que una vivienda pueda soportar exitosamente los efectos devastadores de un terremoto, debe tener una estructura sólida, fuerte y resistente. Un sismo causará daños a una vivienda, si ésta carece de diseño estructural o si fue mal construida. La vivienda puede incluso derrumbarse, causando pérdidas materiales importantes, heridas graves a sus ocupantes y hasta la muerte de alguno de ellos.

#### ***2.7.5 Aditivos y componentes más usados en la construcción.***

a) ***Sikadur 32 Gel.*** Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes, sirve como adhesivo puente adherente entre concreto endurecido y nuevo. También sirve como anclaje de pernos en concreto o rocas.

**b) Transformador de óxido.** Ácido fuerte que se utiliza para facilitar la remoción de las partes oxidadas de elementos metálicos, sean estos decorativos o estructurales.

Es un producto líquido incoloro a base de ácidos y tensoactivos ideal para remover las partes oxidadas de elementos metálicos, sean estos decorativos o estructurales.

**c) Curador membranal.** Es un líquido de curado a base de polímero acrílico especialmente aditivado que lo hace formar una membrana impermeable de alta retención de agua sobre el concreto fresco, evitando que esta se evapore proporcionando una hidratación adecuada del concreto. Este tratamiento reemplaza al curado tradicional que se realiza durante 7 días con agua.

**d) Plastificantes.** Cuando se agregan a una mezcla de concreto, los plastificantes (agentes reductores de agua) son absorbidos en la superficie de las partículas de los aglomerantes, haciendo que se repelan entre sí, lo cual da como resultado una mejora en la trabajabilidad y proporciona una distribución más uniforme de las partículas del aglomerante a través de la mezcla.

**e) Incorporadores de aire.** Un agente incorporador de aire introduce aire en forma de diminutas burbujas distribuidas de modo uniforme a través de toda la pasta de cemento, se usa donde se requiera una resistencia mejorada del concreto endurecido contra los daños causados por congelación y deshielo. Para una trabajabilidad mejorada, en especial, en mezclas gruesas o pobres.

**f) Acelerantes.** Estos aditivos aceleran la reacción química del cemento y el agua, y de este modo aceleran la tasa de fraguado y/o la ganancia temprana en la resistencia del concreto, se usa cuando se requiera un fraguado rápido y de altas resistencias tempranas, por ejemplo en la profundización de pozos, también se usa para la reutilización rápida de los encofrados.

También se considera su uso cuando se presentan condiciones climáticas adversas como el exceso de frío.

**g) Retardantes.** Estos aditivos disminuyen la velocidad de la reacción química del cemento y el agua conduciendo a tiempos más largos de fraguado y ganancia de resistencia iniciales más lentas. Se usa cuando se coloca el concreto en clima caliente, sirve para evitar las juntas frías y cuando el concreto es transportado por un largo periodo de tiempo.

#### ***2.7.6 Acero dimensionado con tecnología 4D***

Las herramientas tradicionales de diseño y planificación se aplican generalmente perdiéndose oportunidades de mejorar procesos y costos de producción. Un modelo 4D combina el diseño estructural 3D con la programación de obra en un programa CPM, de esta manera se puede visualizar la secuencia de los trabajos a través del tiempo.

Se compatibilizan los planos iniciales en 2D, se crean los planos 3D en autocad, luego los 4D en secuencia con la programación de los trabajos y se analizan todos los detalles que nos tomarían tiempo tomar decisiones en campo.

Aceros Arequipa es la empresa encargada de brindar este servicio mediante Acedim quienes apoyándose en la tecnología BIM nos ofrecen este servicio el cual es una alternativa innovadora ya que uno de sus beneficios es que se evita el desperdicio del acero que comúnmente es habilitado en obra, también se puede evitar errores al construir estructuras atípicas que requieran mayor análisis para la ejecución.

Esta innovación nos ayuda en la disminución de tiempos y mano de obra para la habilitación del acero en obra.

#### ***2.7.7 Caso de referencia***

Reforzamiento lateral en infraestructura del pabellón B de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

En el último nivel del pabellón B de dicha facultad se observa el acero con corrosión en estructuras de concreto reforzado afectando la resistencia y durabilidad, también se observa ambientes con cambio de uso, sobrecarga y deformaciones.

Normatividad aplicada al tema

Norma E-030.

## **2.8 Descripción del proyecto**

El proyecto comprende la construcción del edificio Docentes FIEE de tres pisos. El cálculo de diseño estructural contempla una estructura aporticada en los ejes X e Y, los diafragmas rígidos son las losas aligeradas en un sentido de 25 cm y losas macizas de 20 cm.

### ***2.8.1 Ubicación de la edificación***

La construcción del edificio de Docentes se encuentra dentro del campus de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI, ubicada en la Av. Túpac Amaru 210, Dist. Rímac, Dpto. de Lima.

### ***2.8.2 Estructuración***

La estructuración se lleva a cabo, según los planos de distribución Arquitectónico y de acuerdo a los planos de estructuras existentes de la construcción del primer piso. El análisis estructural de esta edificación contempla tres pisos, los aceros requeridos serán las que figuren en los planos E-01, E-02, E-03 y E04.

Se considera el comportamiento sísmico que tendrá que soportar en algún momento la estructura, para lo cual se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- La distribución de masas como rigideces.
- Continuidad de la estructura, tanto en planta como en elevación.
- Peso de la estructura.

Se consideró, la orientación de los pórticos según los ejes X e Y, los elementos que intervienen son: columnas, vigas estructurales, placas, zapatas aisladas armadas, muros de albañilería y cimientos corridos de concreto ciclópeas.

Para el diafragma se usó losas aligeradas en un sentido de 25 cm de espesor y losas macizas de 20 cm de espesor.

La edificación tiene elementos de concreto armado ,como vigas de 0.15 x 0.55 , 0.35 x 0.55 , 0.40 x 0.55m con el fin de rigidizar la estructura se colocó columnas rectangulares de 0.40 x 0.80 , 0.40 x 0.40 , 0.40 x 0.55 , 0.30 x 0.50 , 0.30 x 0.60 , placas de sección mostrada en los planos , las mismas que soportan las cargas de los diafragmas rígidos , sismo y/o viento , la estructuración está concebida para limitar los desplazamientos debido a las fuerzas sísmicas laterales en las direcciones X e Y , de acuerdo a la norma técnica de edificación de diseño sismo resistente E-030.

Para la evaluación adecuada de la estructura, se consideró: el peso propio, las sobrecargas, el sismo y la capacidad portante del suelo.

### ***2.8.3 Programación y cronograma de avance de obra***

La programación y avance de la obra está en relación al monto asignado según el MEF para un periodo anual y de acuerdo a ello se elabora un plan de trabajo y presupuesto operativo lo cual es revisada por el supervisor para su aprobación.

#### **Descripción:**

**Presupuesto:** Construcción del pabellón para las facilidades académicas de los docentes de la FIEE de la UNI

**Usuario:** Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

**Ejecutor:** Oficina Central de Infraestructura Universitaria

**Lugar:** Lima - Lima - Rímac.

**Tabla 1***Presupuesto operativo elaborado en el año 2014*

Item	Descripción	Saldo a ejecutar
1.00	Estructuras	327,515.86
2.00	Arquitectura	488,514.18
3.00	Instalaciones electromecánicas	190,000.00
4.00	Instalaciones sanitarias	54,210.31
	Total costo directo	1,060,240.35
	Gastos generales (13%)	137,831.25
	Subtotal	1,198,071.60
	Total del presupuesto	1,198,071.60

**Tabla 2***Cronograma de avance de obra proyectado para el año 2014*

<b>CRONOGRAMA DE AVANCE DE OBRA</b>													
Presupuesto	CONSTRUCCIÓN DEL PABELLON PARA LAS FACILIDADES ACADEMICAS DE LOS DOCENTES DE LA FIEE DE LA UNI												
Usuario	FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA												
Ejecutor	OFICINA CENTRAL DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA												
Lugar	LIMA - LIMA - RIMAC												
Item	Descripción	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.00	<u>ESTRUCTURAS</u>												
1.01	OBRAS PRELIMINARES	X	X	X	X	X	X						
1.02	SEGURIDAD Y SALUD	X	X										
1.03	CONCRETO ARMADO	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
2.00	<u>ARQUITECTURA</u>												
2.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA		X	X		X	X		X				
2.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.03	CIELORRASOS				X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.04	PISOS Y PAVIMENTOS	X	X	X	X								
2.05	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				X	X							

2.06	CARPINTERIA DE MADERA					X	X												
2.07	CARPINTERIA METALICA							X	X	X	X								
2.08	CERRAJERIA					X	X	X											
2.09	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES							X	X	X	X								
2.10	PINTURA					X	X					X	X	X					
2.11	APARATOS SANITARIOS							X	X										
2.12	GRIFERIA							X	X										
2.13	ACCESORIOS SANITARIOS							X	X										
2.14	VARIOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.00	<u>INSTALACIONES ELECTROMECAICAS</u>																		
3.01	SALIDAS PARA ALUMBRADO											X	X						
3.02	TABLEROS	X	X																
3.03	INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS			X															
3.04	CABLES Y CONDUCTORES				X	X							X	X	X				
3.05	ARTEFACTOS DE ALUMBRADO						X	X					X	X	X				
3.06	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	X	X	X								X	X	X	X	X			
3.07	SISTEMA DE COMUNICACIONES						X	X		X	X	X	X	X	X				
4.00	<u>INSTALACIONES SANITARIAS</u>																		
4.01	SISTEMA DE DESAGUE				X	X	X	X	X										
4.02	SISTEMA DE AGUA FRIA	X	X	X		X	X								X	X			
4.03	TRABAJOS VARIOS EN IISS	X	X	X								X	X	X	X	X			

## 2.9. Procedimiento constructivo

Se continúa con la ejecución del proyecto de acuerdo con las nuevas especificaciones técnicas indicadas en el nuevo expediente.

Se encuentra una edificación de primer nivel con mechas de acero expuestas y con presencia mínima de corrosión al cual se le hizo el tratamiento con un aditivo específico.

Se da inicio con las obras provisionales como son habilitar el cerco perimétrico, la caseta de ingeniero residente, servicios higiénicos, duchas, vestidores y almacén los cuales son de vital importancia para el desarrollo de la obra.

Se realizó el ensayo no destructivo de extracción de testigos de diamantina para verificar la resistencia del concreto existente en vigas y columnas

Se realiza el trazo y replanteo para así ejecutar el corte con equipo en falso piso existente a fin de realizar la excavación para la construcción de zapatas de 0.60 m de profundidad y cimientos corridos de acuerdo con los planos establecidos.

De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos se encuentra un suelo con capacidad admisible  $\sigma=2.7 \text{ kg/cm}^2$  clasificado como suelo mal graduado (GP) con matriz arenosa, en el diseño se consideró un suelo rígido (S1) para suelos gravosos, por lo tanto, el valor considerado en el diseño fue  $S=1.0$ .

Respecto a los materiales se designó el área para la habilitación del acero corrugado corte y doblado según las dimensiones que indican en los planos de estructuras para los diferentes elementos estructurales, se verifica la distribución de los estribos de columnas, vigas y placas.

Se realiza el tratamiento del acero corrugado existente antes de empalmar con los nuevos, se respetan los procedimientos operativos y consideraciones de seguridad que están indicadas en el producto.

### ***2.9.1 Encofrado caravista con Triplay Fenólico doble film***

Para el encofrado se designó el área para la habilitación de este, se utilizó encofrado de triplay tipo fenólico para lograr un acabado cara vista, con esta técnica y procedimiento se está ahorrando en la partida de revestimiento con tarrajeo ya que solo se hará un solaqueo para uniformizar la superficie de pequeñas porosidades que suelen quedar al desencofrar.

### ***2.9.2 Especificaciones técnicas Triplay Fenólico doble film***

Los triplay fenólicos se utilizan en estructuras de concreto armado, puentes, columnas, vigas, paredes, etc. La utilización de este material no necesita de tarrajeo posterior a la obra. Da una caravista muy lisa, abaratando los costos en la construcción. Este hecho de Pino Alamo Poplar (Nuevaera, 2019).

**Tabla 3***Especificaciones técnicas del Triplay Fenólico*

Fenólico estándar	Fenólico Premium
Pino álamo Abedul	Pino álamo Abedul
Medida de 1.22x2.44	Medida de 1.22x2.44
Espesor del 8 mm	Espesor del 8 mm
# de usos 10	# de usos 15
Capas 11	Capas 10
Doble film	Doble film
Pegamento WBP	Pegamento fenólico
Procedencia China	Procedencia China

*Fuente:* Maderera Nueva Era.

**2.9.3 Recomendaciones técnicas de uso**

El triplay fenólico viene con sus cantos sellados de fábrica, sin embargo, para una mejor utilización, durabilidad y aminorar el ingreso de humedad por capilaridad en sus primeros usos, sugerimos sellar siempre los cantos antes de sus usos, con selladores para madera o en base aceite, poliuretanos, acrílicos o epóxicos.

Usar un desmoldante adecuado (se recomienda un desmoldante químicamente reactivo, para superficies no porosas) antes del inicio, como luego de cada descimbrado.

Al limpiar los moldajes, una vez usados, utilizar espátulas de fibra, materiales sintéticos o de madera, para no dañar sus caras con herramientas metálicas. Siempre almacenar los paneles a la sombra. Los triplays fenólicos son muy resistentes a la abrasión y al impacto, no obstante, al igual que con toda superficie terminada, se debe cuidar el aspecto de la velocidad de colada y utilizar vibradores adecuados para no dañar las caras del encofrado.

#### **2.9.4 Bastidores para fenólicos**

Los bastidores son usados frecuentemente en paneles para los encofrados de columna, encofrados de vigas, paredes, piso de losa, etc. Se arman con triplay fenólicos doble film, triplay lupuna nacional, fenólico b/c, etc. Los bastidores ayudan a la estructura triplay dando rigidez al panel finalizando con el llenado del concreto (Nuevaera, 2019).

**Especies de madera utilizadas:** selecta nacional, Tornillo

**Aplicaciones:** Encofrado con Fenolico para concreto armado.

**Medidas Estándar:** 2"x3"x8' 3"x3"x8'

#### **2.9.5 Uso de andamios metálicos tipo Acrow**

Para la construcción de este proyecto se utilizaron andamios tubulares metálicos tipo acrow los cuales son propiedad del ente ejecutor y antes de su uso son constatemente verificados y llevan un control de calidad periódico en la misma entidad que tiene laboratorio de ensayo de materiales, por lo tanto todos los andamos son certificados por la UNI.

Se utilizaron para los diferentes trabajos en altura respetando las medidas de seguridad que estas conllevan anotadas en el plan de prevención de seguridad y salud.

#### **Características de los andamios Acrow**

- Tubo redondo estructural de 1 1/2" x 2 mm de espesor, en marcos verticales.
- Crucetas de rigidez de 2mm de espesor
- Barras de escaleras de tubo de 1/2" x 2 mm de espesor.
- Barandas de protección en los niveles de trabajos
- Plataforma metálica antideslizante y autodrenante
- Proceso de soldadura MIG
- Medidas el andamio A=1.30m x L=2.30m x H=2.00m

- Apilables hasta 40 metros (15 pisos).

### **2.9.6 Concreto en obra**

Para el proyecto se utilizó concreto premezclado de resistencia a la compresión  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, los cuales llegaron a obra de acuerdo a la programación .

Con el premezclado en obra se procedió a realizar la prueba del slump (asentamiento) con el cono de Abrahms , verificando 3” tal y como indica en los planos y especificaciones técnicas de la memoria descriptiva del proyecto.

Se realiza la preparación de los testigos para las pruebas de resistencia a la compresión en laboratorio de ensayo de materiales a los 28 días.

Para evitar las juntas frías antes del vaciado de concreto en losa aligerada se utilizó el adhesivo Sikadur 32 como puente adherente entre el concreto endurecido y el nuevo .

Aplicación del producto adhesivo Sikadur 32 Gel en superficie de concreto endurecido, así como en las perforaciones que quedaron en las vigas por la extracción de la diamantina. La aplicación debe ser de acuerdo a las especificaciones e indicaciones que vienen en el producto para su optimización y efecto.

## Comparación de análisis de precios unitarios

**Tabla 4**

*Análisis de precios para revestimiento con Solaqueo*

Partida		03.02		<b>Solaqueo de placas</b>			31/01/2011
Rendimiento		m2/DIA	100.0000 EQ.	100.0000	<b>Costo unitario</b>	4.49	
					directo		
					por : m2		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		Mano de obra					
0147010001	Capataz		hh	0.1000	0.0080	15.59	0.12
0147010002	Operario		hh	1.0000	0.0800	12.99	1.04
0147010004	Peón		hh	0.7500	0.0600	10.47	0.63
							<b>1.79</b>
<b>Materiales</b>							
0204000000	Arena fina		m3		0.0160	45.22	0.72
0221000001		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0600	18.00	1.08
0229030105	Cal hidráulica		bls		0.0100	14.40	0.14
							<b>1.94</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	Herramientas manuales		%MO		5.0000	4.08	20.40
0348800004	Andamio metálico		hm	2.0000	0.1600	3.50	0.56
							<b>0.76</b>

*Nota.* Expediente técnico pabellón docentes - A.P.U.

**Tabla 5***Análisis de precios para revestimiento con tarrajeo*

2.02		TARRAJEO DE PLACAS C:A 1:5 e = 1.5cm			31/01/2011	
m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario		
				directo por :	20.92	
				m2		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	hh	0.1000	0.0667	15.59	1.04	
Operario	hh	1.0000	0.6667	12.99	8.66	
Peón	hh	0.7500	0.5000	10.47	5.24	
					<b>14.93</b>	
<b>Materiales</b>						
Arena fina	m3		0.0160	39.00	0.62	
Cemento portland tipo I (42.5 kg)	bls		0.1170	18.50	2.16	
Agua	m3		0.0040	2.20	0.01	
Madera tornllo	p2		0.5800	4.00	2.32	
Madera pino (reglas)	p2		0.0250	4.20	0.11	
					<b>5.22</b>	
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%MO		0.0300	16.27	0.49	
andamio metálico	hm	2.0000	0.1600	3.50	0.56	
					<b>0.76</b>	

*Nota.* Expediente técnico pabellón Docentes - A.P.U.

**Comparación de costo unitario de revestimiento de placa con acabado caravista y tarrajeo tradicional**

**Tabla 6**

*Costos para construir 1 placa de concreto armado con encofrado normal*

<b>Costo para 1 placa con encofrado normal</b>				
<b>Placas</b>	<b>und</b>	<b>metrado</b>	<b>p.u</b>	<b>parcial</b>
Concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en placas	m <sup>3</sup>	4.80	377.71	1,813.01
Encofrado y desencofrado normal en placas	m <sup>2</sup>	27.80	46.37	1,289.09
Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	915.00	5.65	5,169.75
Curado	m <sup>2</sup>	27.80	1.46	40.59
				8,312.43
Tarrajeo	m <sup>2</sup>	27.80	20.92	581.58
			<b>Total</b>	<b>8,894.01</b>

**Tabla 7**

*Costos para construir 1 placa de concreto armado con encofrado caravista*

<b>PLACAS</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>P.U.</b>	<b>Parcial</b>
Concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en placas	m <sup>3</sup>	4.80	377.71	1,813.01
Encofrado y desencofrado con triplay fenólico	m <sup>2</sup>	27.80	72.00	2,001.60

Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	915.00	5.65	5,169.75
Curado	m <sup>2</sup>	27.80	1.46	40.59
				9,024.95
Solaqueo	m <sup>2</sup>	27.80	4.49	124.82
<b>Total</b>				<b>9,149.77</b>

*Nota.* Se observa una ligera diferencia en costo final al construir una placa utilizando encofrado tradicional vs encofrado caravista con triplay fenolico, la ventaja en esta partida es en el rendimiento y la mayor trabajabilidad cuando se utiliza el encofrado caravista ya que solo requiere solaqueo en toda su superficie.

### **Cálculo de separación de puntales en vigas**

Para el soporte del encofrado de la losa aligerada y de los fondos de vigas se utilizaron puntales metálicos extensibles hasta 4m certificados cuyas características de resistencia a carga de acuerdo con la altura se muestran en el siguiente cuadro:

**Tabla 8**

*Ficha técnica puntal electro galvanizado GYN con certificación de calidad ISO 9001*

<b>Puntal electro galvanizado 4 metros</b>	
<b>Tipo de puntal</b>	<b>Puntal 4m</b>
P/O NO. GMZ17105	
Material	Q235
Altura mínima	2.20m
Altura máxima	4.00m
Ø Tubo exterior (mm )	48 mm
Espesor tubo exterior (mm )	1.8 mm
Ø Tubo interior (mm )	40 mm
Espesor tubo interior (mm )	1.8 mm

Peso (Kg )	9.70 kg
Base cuadrada	120 * 120 * 4 mm
Acabado final	Electro galvanizado
<b>Carga de uso</b>	
2.20m	1.530 kg
2.40m	1.428 kg
2.60m	1.326 kg
2.80m	1.224 kg
3.00m	1.122 kg
3.20m	1.020 kg
3.40m	918 kg
3.60m	816 kg
3.80m	714 kg
4.00m	612 kg

*Nota.* Ficha técnicas puntales metálicos GYN. Para nuestro caso la altura entre entrepiso y fondo de cielo raso para el segundo nivel corresponde a 2.95m según se detalla en el plano de arquitectura, por lo que se considera para nuestros cálculos la altura de h=3.00m y de carga admisible del puntal 1122 kg según su ficha técnica.

### Tabla 9

#### *Metrado de viga de concreto armado*

VIGA 207-40X55					
LONGITUD DE VIGA		5.6m			
DISTRIBUCION DE ESTRIBOS		1 ø 3/8", 1 @.05 ,8 @.10 , 4 @.15 , r @.25 c/e			
<b>ACERO EN VIGA 207-40X55</b>					
ACERO	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD (m)	VECES	PESO (kg/ml)	PESO TOTAL (kg)
HORIZONTAL L	3/4"	5.6	6	2.250	75.60
HORIZONTAL L	3/4"	1.4	3	2.250	9.45
HORIZONTAL L	3/4"	1.9	3	2.250	12.83
ESTRIBOS	3/8"	1.86	36	0.557	37.30
Peso del acero (kg)					135.17
<b>CONCRETO EN VIGA 207-40X55</b>					
<b>CONCRETO</b>	<b>SECCION DE VIGA</b>				

	BASE (m)	ALTURA(m)	LONGITU D (m)	DENSIDA D (kg/m3)	PESO TOTAL (kg)
VIGA	0.4	0.55	5.6	2400	2956.8
Peso del concreto (kg)					2956.80
<b>PESO TOTAL DE LA VIGA (kg)</b>					<b>3091.97</b>

**Tabla 10**

*Peso de la losa aligerada*

Peso de la losa aligerada (sección de área tributaria)				
Dimensiones (m)		Peso propio por m2 para h=0.25m	Peso del área tributaria (kg)	
1.6	5.6	350	3136	

**Tabla 11**

*Losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto armado con vigueta de 0.10 m de ancho y 0.40m entre ejes*

Espesor del aligerado (m)	Espesor de la losa superior (m)	Peso propio ( kg/m2)
0.17	0.05	280
0.2	0.05	300
<b>0.25</b>	<b>0.05</b>	<b>350</b>
0.3	0.05	400

### **Pesos por metros lineales**

Peso por metro lineal de viga

3091.97/5.6

552.14

kg /m

Peso por metro lineal de losa aligerada (área tributaria) 3136/5.6	560.00	kg /m
Peso por metro lineal de viga y área tributaria	1112.14	kg/m

Sea "n " el número de puntales en viga

Se tiene que cumplir :

$$\frac{\text{long.viga}}{(n-1)} * q \leq P \text{ admisible}$$

**Donde:**

q = peso por metro lineal de viga y área tributaria

p = admisible del puntal es dato de la ficha técnica = 1122 kg.

Para nuestros datos:

Long. viga	5.6 m
q	1112.14 kg/m
P admisible (puntal)	1122 kg.

Reemplazando:

$$\frac{5.60}{(n-1)} * 1112.14 \leq 1122$$

$$n \geq 6.6 \quad n = 7$$

Distancia de separacion de puntales:

$$\frac{5.60}{7} = 0.8\text{m}$$

Por lo tanto se colocaran 7 puntales cada 0.8m

**2.9.6.1 Curación del concreto en losas y elementos estructurales.** Entre las diferentes técnicas existentes que se utilizan para el curado del concreto tales como:

- La continua y directa aplicación de agua.
- Para el caso de pisos o techos: las arroceras.
- Mantas o alfombras empapadas con agua con las cuales se cubre el concreto generalmente en columnas y placas (elementos verticales).
- Aplicación de productos químicos diluyentes.

Para esta obra se utilizó el producto químico Z Membranil Blanco.

**2.9.6.2. Z Membranil Blanco.** Curador de color blanco que evita la evaporación del agua en el concreto, facilita la retención de la humedad resistente a los cambios de temperatura, se aplicó con mochila pulverizadora en toda el área de la losa aligerada, columnas y placas. Se aplicó 20 minutos después de la exudación.

Se considero el uso de Epps adecuados de acuerdo a las indicaciones en la hoja de seguridad del producto.

## **2.10. Análisis de rendimiento en obra**

Según Botero (2002) en el proceso del desarrollo de un proyecto de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración de este, indispensables para determinar la viabilidad del proyecto.

Cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos y consumos de mano de obra, como se dijo anteriormente, los cuales los podemos agrupar bajo siete categorías, como se muestra en la tabla.

**Tabla 12**

*Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra*

1	Economía general
2	Aspectos Laborales
3	Clima
4	Actividad
5	Equipamiento
6	Supervisión
7	Trabajador

*Nota.* Estimator's general construction man-hour manual, John S. Page.

Adaptación de los ingenieros Antonio Cano R y Gustavo Duque V, a nuestro medio.

En referencia al elemento estructural de estudio se muestra los datos y análisis de precios unitarios para la colocación del concreto y el encofrado desencofrado de la placa PL-3 entre los ejes 2/C-D.

**Datos:**

Hora de inicio del vaciado: 9:00am

Hora de finalización : 12:00 pm



El disponer del equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento y la reparación oportuna, afectan el rendimiento de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:

### **Herramienta**

La calidad, estado y adecuación a la operación realizada, afecta el rendimiento.

### **Equipo**

El estado y la disponibilidad del mismo facilitan la ejecución de las diferentes actividades.

### **Mantenimiento**

La oportunidad en el mantenimiento de equipos y herramientas afecta la productividad.

### **Suministro**

Disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorece un alto desempeño del operario.

### **Elementos de protección**

Debe considerarse como parte del equipamiento, todos aquellos elementos de protección personal pendientes a garantizar la seguridad industrial, que como se dijo anteriormente, facilita la realización de actividades.

**Tabla 13***Costos de recursos, materiales y equipos*

05.02.01	Concreto fc =210 kg/cm2 en placas			31/01/2011	
m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por m3	377.71	
<b>Descripción Recursos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Operador	hh	6.0000	3.0000	14.14	42.42
Capataz	hh	0.2000	0.1000	18.38	1.84
Operario	hh	2.0000	1.0000	14.14	14.14
Oficial	hh	1.0000	0.5000	12.40	6.20
Peon	hh	10.0000	5.0000	11.21	56.05
					<b>120.65</b>
<b>Materiales</b>					
Piedra chancada de 1/2"	m3		0.5600	55.00	30.80
Arena gruesa	m3		0.5500	35.00	19.25
Cemento portland tipo I (42.5 kg)	bls		9.5000	18.50	175.75
Gasolina 84 octanos	gal		0.3000	12.00	3.60
Agua	m3		0.1800	2.20	0.40
Grasa pote 200 gr	u		0.0200	4.56	0.09
					<b>229.89</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%MO		1.0000	120.65	1.21
Vibrador de concreto 5 hp	hm	1.0000	0.5000	14.12	7.06
Mezcladora de concreto 20-35hp 16 p3	hm	1.0000	0.5000	37.80	18.90
					<b>27.17</b>

**Tabla 14***APU para colocación de concreto en placas*

<b>05.02.02</b>		<b>Encofrado y desencofrado normal en placas</b>			<b>31/01/2011</b>	
m2/Día	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>	46.37	
<b>Descripción Recursos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de obra</b>						
Capatáz	hh	0.1000	0.0800	18.38	1.47	
Operario	hh	1.0000	0.8000	14.14	11.31	
Oficial	hh	1.0000	0.8000	12.40	9.92	
					<b>22.70</b>	
<b>Materiales</b>						
Alambre negro recocido # 8	kg		0.3000	3.50	1.05	
Clavos con cabeza de 2 1/2", 3", 4"	kg		0.3500	5.55	1.94	
Madera tornillo	p2		5.0000	4.00	20.00	
					<b>22.99</b>	
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%MO		3.0000	22.70	0.68	
					<b>0.68</b>	

**2.10.1 Comparación de ratios en los rendimientos de obra**

Se calculan los ratios para las diferentes partidas con la comparación entre horas hombre y metrado (hh/metrado) que corresponde al ratio ideal. En el proceso de ejecución y al registrar los datos reales de obra se encuentran ratios variables que son producto de muchos factores que influyen en el rendimiento del personal. Es notorio que cuando la ratio real es mayor que el ideal es porque hemos tardado más tiempo en ejecutar la actividad con la misma

cantidad de operarios, caso contrario si aumentamos el rendimiento de la misma cantidad de operarios para esa misma actividad el ratio real será menor que el ratio ideal.

Tomemos como ejemplo la ejecución en el mes de enero de las siguientes partidas.

### Fórmula para Ratio

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Horas Hombre}(\text{recurso})}{\text{Metrado}(\text{avance})}$$

### Analisis de ratios por partidas

**Tabla 15**

*Valorización en concreto armado en placas para el periodo Enero - 2013*

DESCRIPCION	PRESUPUESTO EJECUTADO					
	VALORIZACION ANTERIOR			VALORIZACION ACTUAL		
	METRADO	VALORIZACION	%	METRADO	VALORIZACION	%
<b>PLACAS</b>						
CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> EN PLACAS	0.00	0.00	0%	20.40	7705.28	31%
<b>ENCOFRADO Y</b>						
DESENCOFRADO NORMAL EN PLACAS	0.00	0.00	0%	114.20	5295.45	25%
ACERO CORRUGADO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	0.00	0.00	0%	2425.00	13701.25	20%
CURADO	0.00	0.00	0%	114.20	166.73	25%

**Tabla 16***Acero corrugado en placas fy = 4200 kg/cm2 por semana*

<b>Semana 1</b>							
ACERO CORRUGADO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
Fy 4200 kg/cm2	31/12/2012	01/01/2013	02/01/2013	03/01/2013	04/01/2013	05/01/2013	
METRADO (Kg)			165.00	130.00			295.00
HH			8.00	6.00			14.00
RATIO (HH/Kg)			0.05	0.05			0.05
RATIO META (HH/Kg)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
			OK	OK			OK
<b>Semana 2</b>							
ACERO CORRUGADO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
Fy 4200 kg/cm2	07/01/2013	08/01/2013	09/01/2013	10/01/2013	11/01/2013	12/01/2013	
METRADO (Kg)	195.00		110.00				305.00
HH	8.00		7.00				15.00
RATIO (HH/Kg)	0.04		0.06				0.05
RATIO META (HH/Kg)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	OK		X				OK
<b>Semana 3</b>							
ACERO CORRUGADO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
Fy 4200 kg/cm2	14/01/2013	15/01/2013	16/01/2013	17/01/2013	18/01/2013	19/01/2013	
METRADO (Kg)			186.00	110.00			296.00
HH			8.00	6.00			14.00
RATIO (HH/Kg)			0.04	0.05			0.05
RATIO META							
(HH/Kg)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
			OK	X			OK

**Semana 4**

ACERO CORRUGADO Fy 4200 kg/cm2	MIÉRCOLE						TOTAL L
	LUNES	MARTES	S	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
	21/01/2013	22/01/2013	23/01/2013	24/01/2013	25/01/2013	26/01/2013	
METRADO (Kg)	185.00	105.00					290.00
HH	8.00	6.00					14.00
RATIO (HH/Kg)	0.04	0.06					0.05
RATIO META (HH/Kg)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	OK	X					OK

**Resumen**

ACERO CORRUGADO Fy 4200 kg/cm2	05-ene	12-ene	19-ene	26-ene
Avance semanal	295.00	305.00	296.00	290.00
HH Semanal	14.00	15.00	14.00	14.00
Avance Acumulado	295.00	600.00	896.00	1,186.00
HH Acumulado	14.00	29.00	43.00	57.00
Ratio Semanal	0.05	0.05	0.05	0.05
Ratio Acumulado	0.05	0.05	0.05	0.05
Ratio Meta	0.05	0.05	0.05	0.05

**Tabla 17***Encofrado y desencofrado de placas por semana***Semana 1**

ENCOFRADO DE PLACAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
	31/12/2012	01/01/2013	02/01/2013	03/01/2013	04/01/2013	05/01/2013	
METRADO (M2)					20.00	12.00	32.00
HH					16.00	8.00	24.00
RATIO (HH/M2)					0.80	0.67	0.75
RATIO META (HH/M2)	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
					OK	OK	OK

**Semana 2**

ENCOFRADO DE PLACAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
	07/01/2013	08/01/2013	09/01/2013	10/01/2013	11/01/2013	12/01/2013	
METRADO (M2)				21.00	9.00		30.00
HH				16.00	8.00		24.00
RATIO (HH/M2)				0.76	0.89		0.80
RATIO META (HH/M2)	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
				OK	OK		OK

**Semana 3**

ENCOFRADO DE PLACAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
	14/01/2013	15/01/2013	16/01/2013	17/01/2013	18/01/2013	19/01/2013	
METRADO (M2)					22.00	10.00	32.00
HH					16.00	8.50	24.50
RATIO (HH/M2)					0.73	0.85	0.77
RATIO META (HH/M2)	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
					OK	OK	OK

**Semana 4**

ENCOFRADO DE PLACAS	LUNES 21/01/2013	MARTES 22/01/2013	MIÉRCOLES 23/01/2013	JUEVES 24/01/2013	VIERNES 25/01/2013	SÁBADO 26/01/2013	TOTAL
METRADO (M2)			25.00	7.00			32.00
HH			16.00	8.00			24.00
RATIO (HH/M2)			0.64	1.14			0.75
RATIO META (HH/M2)	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
			OK	OK			OK

### Resumen

Encofrado de placas (HH/M2)	05-ene	12-ene	19-ene	26-ene
Avance Semanal	32.00	30.00	32.00	32.00
HH Semanal	24.00	24.00	24.50	24.00
Avance Acumulado	32.00	62.00	94.00	126.00
HH Acumulado	24.00	48.00	72.50	96.50
Ratio Semanal	0.75	0.80	0.77	0.75
Ratio Acumulado	0.75	0.77	0.77	0.77
Ratio Meta	1.24	1.24	1.24	1.24

**Tabla 18***Concreto en placas por semana***Semana 1**

CONCRETO EN PLACAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
fc=210 kg/cm2	07/01/2013	08/01/2013	09/01/2013	10/01/2013	11/01/2013	12/01/2013	
METRADO (M3)		6.00					6.00
HH		36.00					36.00
RATIO (HH/M3)		6.00					6.00
RATIO META (HH/M3)	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20
		OK					OK

**Semana 2**

CONCRETO EN PLACAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
fc=210 kg/cm2	14/01/2013	15/01/2013	16/01/2013	17/01/2013	18/01/2013	19/01/2013	
METRADO (M3)		6.00					6.00
HH		38.00					38.00
RATIO (HH/M3)		6.33					6.33
RATIO META (HH/M3)	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20
		X					X

**Semana 3**

CONCRETO EN PLACAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
fc=210 kg/cm2	21/01/2013	22/01/2013	23/01/2013	24/01/2013	25/01/2013	26/01/2013	
METRADO (M3)					4.40	4.40	8.80
HH					35.00	36.00	71.00
RATIO (HH/M3)					7.95	8.18	8.07
RATIO META (HH/M3)	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20
					OK	OK	OK

**Resumen**

Concreto en placas (HH/M3)	<b>05-ene</b>	<b>12-ene</b>	<b>19-ene</b>	<b>26-ene</b>
Avance Semanal	6.00	6.00	8.80	
HH Semanal	36.00	38.00	71.00	12.00
Avance Acumulado	6.00	12.00	20.80	
HH Acumulado	36.00	74.00	145.00	157.00
Ratio Semanal	6.00	6.33	8.07	
Ratio Acumulado	6.00	6.17	6.97	
Ratio Meta	6.20	6.20	8.20	8.20

### Muro de soja ladrillo King-Kong

#### Semana 1

MURO DE SOGA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
LADRILLO KING-KONG	31/12/2012	01/01/2013	02/01/2013	03/01/2013	04/01/2013	05/01/2013	
METRADO (m2)			8.00	9.00	8.00		25.00
HH			12.00	12.00	12.00		36.00
RATIO (HH/m2)			1.50	1.33	1.50		1.44
RATIO META (HH/m2)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
			OK	OK	OK		OK

#### Semana 2

MURO DE SOGA	MIÉRCOLE						TOTAL
LADRILLO KING-KONG	LUNES	MARTES	S	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
	07/01/2013	08/01/2013	09/01/2013	10/01/2013	11/01/2013	12/01/2013	
METRADO (m2)	8.00	9.00	8.00	7.00	8.00	3.00	43.00
HH	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	6.00	66.00
RATIO (HH/m2)	1.50	1.33	1.50	1.71	1.50	2.00	1.53
RATIO META (HH/m2)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	OK	OK	OK	X	OK	X	X

### Resumen

MURO DE SOGA LADRILLO KING-KONG	05-ene	12-ene	19-ene	26-ene
Avance Semanal	25.00	43.00	-	-
HH Semanal	36.00	66.00	-	-
Avance Acumulado	25.00	68.00	68.00	68.00
HH Acumulado	36.00	102.00	102.00	102.00
Ratio Semanal	1.44	1.53		
Ratio Acumulado	1.44	1.50	1.50	1.50
Ratio Meta	1.50	1.50	1.50	1.50

### Tarrajeo de muro exterior

**Tabla 19**

*Valorización en revoques y enlucidos para el periodo diciembre 2014*

DESCRIPCION	VALORIZACION ACTUAL			
	METRADO	VALORIZACION	METRADO	VALORIZACION
<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				
TARRAJEO PRIMARIO Y RAYADO C/MEZCLA 1:5	123	2094.69	24.85	423.2
TARRAJEO MURO INTERIOR MEZCLA C:A 1:5 E=1.5 cm	1770.86	38781.83	0	-
TARRAJEO MURO EXTERIOR FROTACHADO MEZC C:A 1:4	599.7	14758.62	<b>155</b>	<b>3,814.55</b>
VESTIDURA DE DERRAMES ANCHO=15 cm	233.5	2624.54	0	-
BRUÑAS	203.61	1095.42	0	-

**Tabla 20***Valorización en revoques y enlucidos por semana***Semana 1**

TARRAJEO DE MURO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
EXTERIOR							
FROTACHADO	01/12/2014	02/12/2014	03/12/2014	04/12/2014	05/12/2014	06/12/2014	
METRADO (m <sup>2</sup> )	10.00	13.00	13.00	11.00	13.00		60.00
HH	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00		60.00
RATIO (HH/m <sup>2</sup> )	1.20	0.92	0.92	1.09	0.92		1.00
RATIO META (HH/m <sup>2</sup> )	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	X	OK	OK	X	OK		OK

**Semana 2**

TARRAJEO DE MURO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
EXTERIOR							
FROTACHADO	08/12/2014	09/12/2014	10/12/2014	11/12/2014	12/12/2014	13/12/2014	
METRADO (m <sup>2</sup> )	13.00	11.00	13.00	14.00	9.00		60.00
HH	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00		60.00
RATIO (HH/m <sup>2</sup> )	0.92	1.09	0.92	0.86	1.33		1.00
RATIO META (HH/m <sup>2</sup> )	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	OK	X	OK	OK	X		OK

**Semana 3**

TARRAJEO DE MURO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
EXTERIOR							
FROTACHADO	15/12/2014	16/12/2014	17/12/2014	18/12/2014	19/12/2014	20/12/2014	
METRADO (Kg)	13.00	11.00	11.00				35.00
HH	12.00	12.00	12.00				36.00
RATIO (HH/g)	0.92	1.09	1.09				1.03
RATIO META (HH/Kg)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	OK	X	X				X

**Resumen**

TARRAJEO DE MURO	01-dic	08-dic	15-dic	22-dic
EXTERIOR FROTACHADO				

Avance Semanal	60.00	60.00	35.00	-
HH Semanal	60.00	60.00	36.00	-
Avance Acumulado	60.00	120.00	155.00	155.00
HH Acumulado	60.00	120.00	156.00	156.00
Ratio Semanal	1.00	1.00	1.03	
Ratio Acumulado	1.00	1.00	1.01	1.01
Ratio Meta	1.00	1.00	1.00	1.0

## 2.11. Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST)

Actualmente las empresas a nivel mundial adoptan estrategias que les permitan asegurar que su negocio sea sostenible y rentable, el Perú no es la excepción, aquí se busca lo mismo en la medida que los responsables de establecer y aplicar dichas estrategias tengan las competencias y medios para hacerlo. Al respecto, parte de dichas estrategias tienen como punto de partida una eficiente administración que permita gestionar los aspectos generales y específicos del negocio, por lo que el concepto de “Sistema de Gestión” toma protagonismo y relevancia en cuanto a su aplicación, ya que este viene a ser un conjunto de elementos organizados e interrelacionados que busca alcanzar uno o más objetivos en una empresa.

La sigla MYPE hace referencia a las Micro y Pequeñas empresas, siendo estas unidades económicas que tienen como objeto desarrollar actividades de extracción, transformación, producción, comercialización de bienes o prestación de servicios.

A partir del 2 de julio del 2013, el número de trabajadores ya no es un determinante para la clasificación de la categoría empresarial, siendo solo necesario considerar los niveles de ventas anuales.

Un empleador que cuente con 20 o más trabajadores debe contar con CSST (Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo) según artículo 29 del Reglamento y si cuenta con menos de

20 trabajadores debe tener mínimo supervisor de SST(Supervisor de Seguridad y Salud en el Trabajo) según artículo 30 del Reglamento.

### ***2.11.1. Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles (IPERC) y mapa de riesgos***

#### **IPERC**

Es un proceso mediante el cual se procede a realizar la identificación de los peligros existentes en el desarrollo de las labores de los trabajadores, así como en las condiciones y medio ambiente de trabajo, ello a fin de realizar la evaluación de riesgos que brinde la información necesaria para la determinación de controles.

#### **Mapa de riesgos**

Es un plano de las instalaciones en el cual se señala los símbolos o pictogramas de los riesgos presentes en el ambiente de trabajo, así como las medidas de protección y prohibiciones a tener en cuenta.

### ***2.11.2. Plan de seguridad y salud ocupacional***

La construcción de la edificación obedece también al plan de seguridad y salud ocupacional que establece la ley 29783 “Ley de seguridad y salud en el trabajo “que se promulgo el 20 de agosto del 2012.

En dicho plan se establece los alcances respecto a la seguridad y la salud de todos los trabajadores, identificación de peligros y riesgos laborales, procedimientos específicos de trabajo, etc.

Concerniente a este plan se organiza el comité de seguridad y salud en la obra los cuales nos apoyan en la concientización de identificar peligros en obra.

Como inicio de actividad se realizan las charlas diarias de inducción al personal (5-10 min) respecto a temas de seguridad y salud, se firma el AST, se identifican los peligros, se realizan periódicamente simulacros ante posibles sismos, uso de extintores, primeros auxilios, etc. La gestión de seguridad y salud en obra es un punto muy importante a tomar en cuenta en todo el desarrollo de la obra ya que se debe preservar la vida ante todo y el personal obrero es el principal pilar del desarrollo del proyecto.

También se tiene control de eliminación de residuos sólidos seleccionados de acuerdo a su categoría.

### ***2.11.3. Responsabilidades en la implementación y ejecución del plan***

#### **Residente de Obra**

El residente de obra tiene las siguientes responsabilidades:

- Es responsable directo de la seguridad en Obra.
- Efectuar en conjunto con el Previsionista de la Obra, el análisis de riesgos de la zona de trabajo y de su entorno, identificando las situaciones de riesgo.
- Elaborar los Procedimientos de Trabajo Seguro en forma conjunta con el Previsionista, así como verificar su cumplimiento.
- Mejorar, modificar y corregir los Procedimientos de Trabajo Seguro, de acuerdo a las condiciones reales de la obra.

#### **Previsionista de obra**

- Desarrollar el Plan de Seguridad y Salud de la obra y administrarlo.
- Conocer los alcances y características de la obra, así como también las obligaciones legales y contractuales de la empresa.

- Asistir a la línea de mando en el cumplimiento de las funciones que les compete en la implementación y ejecución del Plan de Seguridad y Salud.
- Elaborar los planes de capacitación a los trabajadores de los diferentes aspectos del programa.
- Realizar un seguimiento del cumplimiento de las diferentes actividades del programa y elaborara pautas de evaluación.
- Determinar en conjunto con el Residente de Obra las diferentes tareas que impliquen un riesgo potencial de accidente.
- Informar e instruir periódicamente al personal en los diferentes aspectos de la seguridad.
- El Prevencionista es responsable de elaborar los siguientes documentos o registros:
  - Programa de Capacitaciones.
  - Reporte de investigación de incidentes/accidentes.
  - Reporte de investigación de no conformidades.
  - Resumen mensual de accidentes.
  - Programa de auditorías internas en obra.
  - Informes de auditoría.
  - Acta del Comité de Seguridad y Salud de la Obra.

#### **Maestro general de obra**

- Cumplir fielmente con los Procedimientos de Trabajo Seguro.
- Difundir entre los trabajadores, los procedimientos de trabajo seguro correspondientes a las actividades de cada uno de ellos.

- Instruir a los trabajadores en la forma correcta de llevar a cabo las diferentes tareas a desarrollar en la ejecución de la obra, disminuyendo al mínimo el riesgo de ocurrencia de un accidente.
- Verificar el cumplimiento por parte del personal a su cargo, de todas las instrucciones, advertencias y procedimiento del programa.
- Denunciar, investigar e informar todo tipo de accidentes y/o incidentes.
- Colaborar en la elaboración, corrección y/o modificación de los Procedimientos de Trabajo Seguro.

#### **Jefe de almacén y logística**

- Verificar que las herramientas, materiales y equipos de protección personal estén en buen estado antes de entregarlos al trabajador que lo solicite.
- Conocer el correcto almacenamiento de los equipos de protección personal y sistemas de protección colectiva, con el fin de mantener en buen estado estos implementos al momento de entregarlos al trabajador.
- Mantener registro de los equipos de protección personal entregados al personal de obra en el cual se indiquen: Nombres, Apellidos, DNI del trabajador, Equipo de Protección Personal entregado y firma en señal de conformidad. Así como también registrar la fecha en el cual se entregan los equipos de protección personal con el fin de estimar el tiempo de vida promedio de cada Equipo de Protección Personal para llevar un mejor control de los implementos de seguridad requeridos en obra.
- Tramitar de forma oportuna los requerimientos de compra de equipos de protección personal y sistemas de protección colectiva, mantener un stock mínimo que asegure el abastecimiento permanente y reemplazo inmediato en caso de deterioro durante el transcurso de la obra.

## Trabajadores

- Informar al nivel inmediato superior, todo incidente que ocurra en su área de trabajo o de cualquier condición que implique un riesgo, de tal forma de prevenir un accidente y/o incidente.
- Cumplir todos los Procedimientos de Trabajo Seguro y pautas de trabajo del programa.
- Informar de las distintas actividades a desarrollarse de acuerdo al Plan de Seguridad y Salud.

### *2.11.4. Análisis de riesgos: identificación de peligros, evaluación de riesgos y acciones preventivas*

#### **Procedimiento para la identificación del peligro**

El ingeniero de campo y el prevencionista inspeccionarán las distintas áreas de trabajo y los procesos que implican la realización de cada actividad, buscando identificar los peligros asociados a todos los procesos. Para ello se utilizará la "Planilla Guía para Identificación de peligros asociados a los riesgos en seguridad".

#### **Tabla 17**

*Planilla guía para identificación de peligros asociados a los riesgos en seguridad*

<b>Tipos de peligro</b>	<b>Riesgos</b>
<b>1. Mecánico</b>	
Superficies a desnivel o resbaladizas a menos de 1.8 m.	Lesión por caída a menos de 1.8 m. (Hematomas, contusión, fractura, muerte)

Manipulación de objetos en altura.	Lesión por objetos que caen (Cortes, Hematomas, contusión, fractura, muerte).
Trabajos en altura mayores a 1.8 m. sin equipos <i>de</i> seguridad.	Lesión por caída a más de 1.8 m. (Hematomas. Contusion. Fractura. Muerte).
Trabajos cerca o con máquinas en movimiento.	Lesión por atrapamiento (atrición, contusión, corte, amputación).
Instalación y/o colocación de objetos, equipos en forma inadecuada (sobre la cabeza).	Lesión por objetos que caen (Cortes, Hematomas, Contusión. Fractura, Muerte).
Trabajos en zonas de tránsito <i>de</i> vehículos.	Lesión por impacto con vehículos (cortes, hematomas, contusión. fractura, muerte)
Trabajos con objetos punzo cortantes o de vidrio.	Lesión por contacto con objetos (piquete, cortes, amputación).
Trabajos en zona <i>de</i> proyección de objetos.	Lesión por contacto con objetos (piquete, cortes, amputación).
<b>Eléctrico</b>	
Trabajo con líneas o círculos energizados de equipos o instalaciones eléctricas	Lesión por contacto eléctrico (quemaduras, shock, electrocución).
<b>Físicos</b>	
Exposición a ruidos	Efectos en la persona (trastornos, fatiga, hipoacusia, sordera)
Iluminación inadecuada	Efectos en la persona (fatiga, trastornos en la visión)
Ambiente técnicamente inadecuado	Efectos en la persona (trastornos, fatiga, estrés térmico, golpe de calor)
Exposición a radiaciones	Efecto en la persona (irritación, quemadura, alteración de tejidos o genética).

Exposición a vibraciones	Efectos en la persona (trastornos, fatiga, enfermedad ocupacional).
<b>Ergonómicos</b>	
Trabajos de levantamiento y manipulación de carga.	Lesión por movimiento inadecuado (trastornos, esguince, lumbago, enfermedad ocupacional )
Carga postura estática (repetitividad, postura inadecuada).	Lesión por movimiento inadecuado (trastornos, esguince, lumbago, enfermedad ocupacional).
Barandas y escalera inadecuada.	Lesión por posturas inadecuada / caída.
Diseño inadecuado del puesto de trabajo.	Lesión por postura inadecuada o por hacinamiento.

---

### **Psicosociales**

Trabajo repetitivo, monótono y excesivo.	Trastornos emocionales psicológicos.
Trabajo que involucra atención al público.	Trastornos emocionales psicológicos.
Trabajos que generan estrés a nivel individual.	Trastornos emocionales psicológicos.
Trabajos que generan estrés a nivel organizacional.	Trastornos emocionales psicológicos.
Factores de condiciones de trabajo.	Trastornos emocionales psicológicos.

### **Otros**

Trabajo en procesos y con equipos con altas temperaturas (trabajo en caliente).	Lesión por incendio/explosión (cortes, golpes, quemaduras, muerte).
---	---

---

Trabajos en procesos, zonas o con equipos que generan salpicaduras de sustancias corrosivas para las personas.	Lesión por efectos de la sustancia (irritación, quemadura química, intoxicación aguda, enfermedad ocupacional).
Trabajos en espacios confinados y/o con atmosferas agresivas o potencialmente peligrosas.	Efectos en la salud (irritación, intoxicación aguda, enfermedad ocupacional).
Trabajo durante o con presencia de clima laboral adverso (disturbios, violencia personal, sabotaje).	Lesión por agresiones (cortes, golpes, quemaduras, muerte).
Trabajos con equipos a presión y/o vapor.	Lesión por contacto (irritaciones, quemaduras).
Trabajos con sustancias u objetos a altas temperaturas.	Lesión por incendio/explosión (cortes, golpes, quemaduras, muerte).

---

*Nota.* Expediente técnico construcción del pabellón Docentes FIEE

### ***2.11.5. Medidas de control y/o acciones preventivas/correctivas***

Las acciones que se tomarán para controlar los riesgos de cada actividad en el proyecto serán las siguientes de acuerdo con los valores de la matriz de valoración de riesgos:

#### **Tabla 18**

##### *Medidas de control y/o acciones preventivas/correctivas*

RIESGO	VALOR	Acciones para el control
Bajo	1-2	Capacitación de cinco minutos + ATS

3-4 Capacitación de cinco minutos + AST+ listado de verificación + supervisión permanente.

Alto	6-9	Capacitación de cinco minutos +AST +listado de verificación específico+ supervisión permanente procedimiento +personal formalmente capacitado.
------	-----	--

*Nota.*

Expediente técnico construcción del Pabellón Docentes FIEE.

### 2.11.6. Evaluación de riesgos de seguridad y salud ocupacional

Una vez identificado cada uno de los peligros propios de cada proceso o actividad se procederá a llenar la "Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos - IPER", donde se evaluará el riesgo de los peligros de cada tarea de acuerdo a dos parámetros: consecuencia y probabilidad.

**Tabla 19**

*Matriz de valoración*

		Consecuencias		
		Leve	Moderado	Grave
Probabilidad	Baja	1	2	3
	Media	2	4	6
	Alta	3	6	9

Nota. El riesgo se calculará a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Magnitud del riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

### ***2.11.7. Procedimientos de trabajo para las actividades de alto riesgo***

**2.11.7.1. Procedimiento para vaciado de concreto premezclado.** Antes del inicio de los trabajos de vaciado, el capataz deberá inspeccionar el estado de las cimentaciones, los encofrados de los elementos en los cuales se vaciará el concreto. Cualquier anomalía se comunicará de inmediato al operador del Mixer para el control y espera hasta que esté listo el lugar donde se realizará el vaciado.

El capataz inspeccionará el estado de los apuntalamientos hechos a las construcciones colindantes, con el fin de prever posibles fallos indeseables y mala maniobra al momento de vaciar concreto.

El frente de avance y los elementos del vaciado serán revisados por el capataz antes de reanudar las tareas interrumpidas por cualquier causa, con el fin de detectar encofrados que denoten riesgo de Explosión.

Los operarios que se encuentren colocando el concreto en los frisos deben estar anclados a la línea de vida con el uso del arnés de seguridad.

Finalmente se procederá al vaciado de concreto siguiendo las indicaciones anteriormente descritas.

Un operario calificado direccionará el chute del Mixer y con el apoyo de buggies, será transportado el concreto a toda el área de vaciado.

Se medirá el asentamiento de la mezcla de concreto.

Se compactará el concreto con el uso de un vibrador.

**2.11.7.2. Procedimiento para trabajos de excavación.** Se sigue los siguientes procedimientos:

- Antes de realizar los trabajos de excavación, el ingeniero de campo verifica los apuntalamientos de las estructuras aledañas cuya estabilidad pudiera sufrir algún menoscabo a causa de la excavación, en cuyo deberán planificarse los refuerzos necesarios para minimizar el riesgo.
- Se verificará la presencia de instalaciones eléctricas domiciliarias u otro tipo de conexiones. Para ello se debe definir planos de replanteo y ubicar las interferencias en el terreno. Se avisará a los propietarios de la red con la finalidad de acordar las medidas de prevención necesarias.
- El capataz de la cuadrilla de excavación demarcará el perímetro de la excavación con malla naranja con portacintas a 2m. alejado del borde de la excavación.
- Se colocará carteles de “PELIGRO EXCAVACIÓN PROFUNDA” en diferentes puntos del perímetro de la excavación con el fin de evitar el tránsito al borde de la excavación.
- Todo material, equipo o herramienta deberá ser acomodado y apilado en el área de trabajo, dado que el área de trabajo siempre se debe mantener ordenada y limpia.
- Es obligación informar a los trabajadores sobre los riesgos existentes en las faenas y sus formas de prevenirlos, además de entregar una adecuada capacitación al respecto. Se debe realizar las charlas de cinco minutos antes de iniciar las labores y desarrollar el ATS.
- Los trabajadores que se encuentran en la excavación deben mantener un distanciamiento de 1.8 m. como mínimo dado que hay riesgo de caída de objetos o golpes al usar herramientas manuales, asimismo la distancia de retiro del material extraído ubicado al borde de la zanja será  $d = h/2$ , siendo h la profundidad de la zanja.

- Las personas que se encuentren en el área de trabajo, deberán cumplir con todas las normas de seguridad y hacer uso de los elementos de protección que se requieran en las labores.

**2.11.7.3. Procedimiento para habilitación y colocación de acero en obra.** Se sigue los pasos siguientes:

- El personal debe ser calificado y entrenado para dicho trabajo.
- El taller y frente de trabajo deben ser inspeccionados por el líder antes del inicio de los trabajos.
- En el almacenaje de los fierros de construcción, la altura de apilamiento no debe exceder los 0.50 m. También debe colocarse cuña en los costados para evitar que se desparramen, se señalará el área de almacenaje.
- La habilitación de acero para estructuras es básicamente un trabajo manual que se realizará con el empleo de herramientas como la cizalla, sierra de corte de 14", el martillo, trampa para fierro y grifa para el doblado. El uso adecuado de cada una de estas herramientas así como la pericia en el manejo son los que determinan fundamentalmente el procedimiento correcto de este trabajo.
- El estado de las herramientas y el procedimiento de cortes debe ser aprobado por el supervisor de área.
- La sierra de corte de 14", deberá de estar fijada sólidamente en un banco o mesa, debe tener protección guarda.
- La persona a cargo de la habilitación de fierro será operario calificado.
- Las trampas para el doblado de fierro corrugado deben ser resistentes, y adecuados según el estándar y diseñados de acuerdo al diámetro del fierro.

- La trampa para fierro deberá retirarse y guardarse en un lugar adecuado y seguro.
- Para el traslado de los fierros del taller hacia los frentes de trabajo se debe trazar una ruta debidamente señalizada. En forma general los elementos longitudinales deben ser transportados con sus extremos en lo posible hacia abajo.
- Cuando se traslade fierro corrugado en unidades móviles tales como camión, cargador frontal estos fierros deben ser señalizados mediante una banderola roja que indique PELIGRO.
- Los desechos deberán disponerse según al manual de procedimientos ambientales.
- Conservar las áreas de trabajo limpias y ordenadas.

**2.11.7.4. Procedimiento para trabajos en altura.** Se procede de la siguiente manera:

- Antes del comienzo de la actividad en altura se deberá establecer claramente el procedimiento particular a seguir y definir las protecciones de seguridad, elementos de protección personal y elementos de apoyo a considerar. Esto se realizará al momento de desarrollar el ATS.
- Como primera medida de prevención ante el riesgo de caída, se deberá delimitar o proteger toda el área donde exista peligro de caída de altura, tales como vanos de ascensor, aberturas a nivel, el borde del edificio las que deben quedar perfectamente señalizadas como zonas de peligro, demarcando el perímetro con barandas de madera cuyo riel superior tendrá una altura de 1.00 a 1.20 m. y el riel intermedio de altura 0.6 m y colocar malla naranja con portacintas.
- Se deberá cerrar la zona inferior a los trabajos de altura y prohibir estrictamente el paso de personas ajenas a los trabajos que se realicen.

- Asimismo, se debe proteger a los trabajadores con elementos de protección personal como es el arnés o cinturón de seguridad como sistema de restricción de caída y el EPP básico (casco, zapatos punta de acero, lentes y guantes).
- El uso de arnés es obligatorio, este sistema de protección contra caídas está compuesto por:
  - Arnés de cuerpo entero.
  - Línea de anclaje con absorbedor de impacto: punto de anclaje y línea de vida.

El arnés debe ser usado en los siguientes casos:

- Siempre que la altura de caída libre sea mayor a 1.80 m. sobre el nivel del piso.
- A menos de 1.50 m. del borde de techos, losas, aberturas y excavaciones sin barandas de protección perimetral.
- Sobre planos inclinados o en posiciones precarias (tejados, taludes de terreno), a cualquier altura.

El arnés de seguridad debe ser inspeccionado día a día, identificando fallas en las costuras u otros elementos del mismo.

- El arnés no tiene ninguna protección si no tiene lugar adecuado y seguro para ser fijado, las condiciones que se deben cumplir el lugar de amarre son: deberá ser a una estructura firme, a una altura nunca inferior a la de la cintura del trabajador.

En cuanto a los trabajos utilizando andamios se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Los andamios deben estar sólidamente contruidos, mantenidos y autorizados.
- El montaje o construcción de un andamio que sobrepase los 15 m. de altura desde la base de apoyo, debe ser supervisado por el Capataz o Supervisor responsable y su uso aprobado por el Ingeniero de Campo.

**2.11.7.5. Procedimiento para encofrado y desencofrado.** Se precisa de los siguientes

pasos:

- El frente de trabajo debe ser inspeccionado por el supervisor antes de su inicio.
- El personal recibirá la Capacitación Diaria de 5 minutos antes de iniciar las labores.
- Se desarrollará el IPER correspondiente a esta labor.
- En lo posible y dada las características de la estructura se realizará un diseño de encofrado que garantice no solo la estabilidad de la estructura en el momento de la colocación del concreto sino además protección para las personas y equipos participantes en el trabajo.
- El material básico para el encofrado de elementos de concreto es la madera, aunque también se utilizan los encofrados metálicos. En el caso de madera ésta debe encontrarse en buen estado, recta, alineada y limpia preferentemente seca y de ser posible protegida de la humedad mediante la aplicación de algún barniz o laca usando obligatoriamente el respirador.
- En los encofrados de madera es preciso tener en cuenta las operaciones de corte y preparación de las piezas para ajustarlas a las dimensiones requeridas de la obra a ejecutar. El personal encargado de estas labores será calificado.
- En los trabajos de corte con la sierra eléctrica, garlopa, cepilladora, sólo debe participar personal entrenado y autorizado por la supervisión.
- Se manipulará con sumo cuidado las herramientas y equipos necesarios para estas operaciones a fin de evitar cualquier riesgo de accidente. Cada máquina será empleada de manera adecuada y serán revisadas periódicamente a fin de evitar su estado de conservación y operatividad. Deben además poseer defensas, separadores, agarradores de piezas con el propósito de proteger adecuadamente al operario.

- Las formas o paneles grandes siempre serán trasladadas mínimo por dos personas.
- En caso de transporte tanto de encofrados de madera como metálicos, el personal autorizado estará provisto de guantes de cuero.
- Las rampas de ingreso para el personal que colocará el concreto deben ser seguras, en caso de colocación de concreto de altura, debe colocarse baranda de protección.
- No se desencofrará antes de plazo establecido que marque el proyecto o dicte la supervisión. Debe obligatoriamente extraerse o remacharse los clavos salientes.
- Antes de retirar los materiales y equipos de la obra se procederá a recoger todos los desechos y colocarlos en los recipientes respectivos.

## **2.12. Plan de mitigación de impacto ambiental**

### **¿Qué es un plan de manejo de residuos sólidos?**

El plan de manejo de residuos sólidos es un instrumento de gestión que surge de un proceso coordinado y concertado entre autoridades y funcionarios municipales, representantes de instituciones locales, públicas y privadas, promoviendo una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo procesos de minimización: reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos en donde se incluya a recicladores formalizados.

Marco Legal:

Constitución Política del Perú, 1993-Artículo 67 y 195.

Ley N° 28611, Ley General del Ambiente

D.S. N° 012-2009-MINAM, Política Nacional del Ambiente

Política del Estado N° 19 – Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental

Ley N° 26842, Ley General de Salud

Ley N° 28256, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

### ***2.12.1. Estudio de impacto ambiental***

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento importante para la evaluación del impacto ambiental de una intervención. Es un estudio técnico, objetivo, de carácter plural e interdisciplinario, que se realiza para predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, actividad ó decisión política permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo. Constituye el documento básico para el proceso de Evaluación del Impacto Ambiental.

#### **Objetivos de la EIA**

- Prevenir, mitigar los impactos ambientales negativos
- Desarrollar una descripción y diagnóstico del medio físico, biológico y medio sociocultural de las vías y de la ubicación de infraestructuras necesarias para el desarrollo del proyecto.
- Identificación y evaluación de los impactos potenciales originados por las actividades de ejecución del proyecto
- Definir las medidas y acciones necesarias en las actividades de la obra para atenuar los impactos negativos en la fase de ejecución y operación del proyecto.

### ***2.12.2. Métodos de evaluación de impactos ambientales***

Existen muchos métodos que permiten la evaluación de Impactos Ambiental, algunos son de ellos son los siguientes:

- Matriz de Leopold.
- Listas de chequeo.

- Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus.
- Método de transparencias (Mc Harg).
- Análisis costos-beneficios.
- Matriz de Impactos Ambientales.

### ***2.12.3. Demarcación y aislamiento del área del proyecto objetivo***

- Establecer y mantener la demarcación en los frentes de la obra.
- Sectorizar y organizar los diferentes ambientes dentro de la obra, de acuerdo con su zonificación de uso.
- Prevenir accidentes laborales y de terceros.

#### **Tipo de medida**

- Prevención y Mitigación

#### **Impactos mitigados**

- Riesgos para la salud pública.
- Riesgos de accidentes laborales

#### **Lugar y área afectada**

- Área de influencia directa de la Obra
- Comunidad estudiantil del área de influencia directa de la obra (aulas contiguas).
- Trabajadores de la ejecución de la obra.

#### **Actividades**

- Instalación y adecuación de cerco perimétrico, incluye almacén, oficina de residente y comedores.
- Demarcación de los frentes de obra.
- Implementación de un sistema de vigilancia y control durante la obra.

#### **2.12.4. Manejo de tránsito vehicular y peatonal objetivo**

- Programar adecuadamente el manejo del tráfico vehicular y peatonal en el área de influencia de la obra para las actividades de llegada de materiales, insumos, equipos, etc.
- Evitar accidentes vehiculares y peatonales en la zona perimetral de la obra.
- Prevenir accidentes en la comunidad estudiantil.
- Minimizar la obstrucción de vías y de accesos de circulación peatonal.

#### **Tipo de medida**

- Prevención y Mitigación

#### **Impactos Mitigados**

- Quejas y reclamos de la comunidad estudiantil por restricciones en el tránsito
- Generación de riesgos de accidentes (salud pública y accidentes laborables).

#### **Lugar y área afectada**

- Área de influencia directa de la Obra

#### **Actividades**

- Formulación e Implantación de un Programa de Señalización
- Cierre de vías (total o parcial).

#### **2.12.5. Operación de equipos**

##### **Objetivos**

- Implementar medidas de manejo para la operación adecuada de los equipos por utilizar en la construcción del pabellón para los docentes UNI.
- Realizar un estricto control al mantenimiento de equipos de obra.

##### **Tipo de medida**

- Prevención, Rehabilitación o Compensación

### **Impactos mitigados**

- Contaminación del suelo y del agua.
- Incremento de niveles de polvo en el aire.
- Incremento del nivel de ruido hasta límites no permitidos.
- Deterioro del nivel de salud pública y salud ocupacional.

### **Lugar y área afectada**

- Área de influencia directa de la obra
- Comunidad estudiantil del área de influencia directa de la obra.

### **Actividades**

- Adecuación de espacios para parqueo de vehículos y equipos.
- Control sobre el mantenimiento de los vehículos y equipos.
- Control de emisión de ruido.
- Control de emisión de material particulado.
- Control de emisión de los gases de combustión.
- Control de vertimientos accidentales.

#### ***2.12.5. Manejo y eliminación de residuos sólidos***

La Universidad Nacional de Ingeniería particularmente mantiene a orden el control de sus residuos sólidos, en tanto las obras internas generan residuos los cuales primero son seleccionados para luego ser eliminados mediante un sistema de gestión de eliminación masiva hacia el punto relleno sanitario en Zapallal, actualmente el Perú cuenta con 10 rellenos sanitarios activos los cuales se muestran en la siguiente imagen.

### **III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA**

1. Verificar la correcta aplicación de los adhesivos Sikadur 32 gel y transformador de óxido de acuerdo con lo requerido durante el proceso constructivo.
2. Comparar el uso de encofrado caravista con el encofrado tradicional, siendo el primero el más eficiente para su montaje y desmontaje.
3. Verificar en base a cálculos la cantidad correcta de encofrado, así como la cantidad de puntales a utilizar.
4. Apoyo en la elaboración del plan de trabajo por periodo de inversión.
5. Asegurar la calidad en los procedimientos constructivos, respetando las especificaciones técnicas.
6. Mejorar los rendimientos de personal operativo liberando frentes y coordinando con la logística para el abastecimiento de materiales ya que el proceso de gestión de compra toma tiempos significativos.
7. Control e inspección de pruebas y ensayos.
8. Seguimiento y actualización de información periódica de avance de obra a la página web de la Contraloría General.

#### IV. CONCLUSIONES

1. De acuerdo en lo descrito en el marco teórico se tiene una infraestructura de tipo aporticada la cual se reestructura adicionando placas de concreto armado los cuales se distribuyen simétricamente en toda el área construida. Estas placas aportan mayor resistencia y rigidez haciéndola sismo resistente.
2. Al realizar el ensayo no destructivo de extracción de diamantina en las vigas principales y llevándolas al laboratorio de ensayo de materiales y cuyo resultado de resistencia dará soporte al área técnica que se encarga del nuevo diseño reestructurado.
3. Al aplicarse el transformador de óxido en las varillas expuestas que presentan corrosión se logra eliminar en su totalidad las capas de óxido que se habían generado por el efecto de la corrosión atmosférica, quedando listas para los empalmes para las nuevas columnas del nivel superior.
4. Se optimiza la partida de encofrados utilizando puntales metálicos y planchas caravista con triplay fenólico al calcular las cantidades que se requieren de acuerdo a cada elemento estructural.
5. Al comparar el costo de la partida revestimiento de placas haciendo uso de triplay fenólico versus el encofrado tradicional para este proyecto se obtiene un costo por metro cuadrado de S/4.49 para acabado solaqueado y S/20.92 para acabado tarrajado respectivamente. Cuadro 1 y 2 (pag.54). Se observa también el cuadro comparativo de costo al construir una placa de concreto armado utilizando encofrado normal vs encofrado caravista con triplay fenólico notando una diferencia del 3% más cuando se utiliza el encofrado caravista Cuadro 3 (pag.55). La mayor ventaja se manifiesta en el proceso constructivo ya que ahorramos tiempos de ejecución y mano de obra.

## V. RECOMENDACIONES

1. La no inclusión de placas de concreto armado en el proceso de diseño para esta reestructuración generaría una estructura con una rigidez inapropiada, por lo cual es recomendable realizar siempre el cálculo considerando el estado actual de los elementos estructurales y factores externos.
2. Para asegurar el buen estado de los elementos estructurales existentes se recomienda realizar ensayos necesarios para nuestro caso se realizó el ensayo no destructivo de extracción de diamantina los cuales ayudaran a tomar decisiones en el proceso de reestructuración considerado las nuevas exigencias del cliente.
3. Es recomendable que se realice previamente una inspección visual a la infraestructura existente para así identificar patologías como el acero expuesto en columnas y vigas, si bien es cierto para este proyecto se realizó el tratamiento del acero con transformador de óxido.
4. Se recomienda realizar el metrado y compatibilizar los planos antes de ejecutar el proyecto y así optimizar los recursos como materiales, encofrados, etc.
5. Se recomienda realizar el mantenimiento periódico y adecuado al encofrado caravista ni bien se ejecuta el desencofrado para así asegurar la operatividad en el siguiente uso.

## VI. REFERENCIAS

- Botero, L. (2002). Análisis de Rendimiento y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, (128).  
<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-afit/article/view/843/751>
- Ministerio de Ambiente (2014). *Presentación de las metas 2014 del Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal*.  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_publ/migl/metas/MINAM\\_tipoC\\_2014.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/metas/MINAM_tipoC_2014.pdf)
- Ministerio del Ambientes [MINAM] (2015). *Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos*.  
<https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo [MTPE]. (2021). *Guía para la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en una MYPE*.  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2024381/guia\\_de\\_SGSST\\_para\\_MYPE.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2024381/guia_de_SGSST_para_MYPE.pdf)
- Nilson, A. (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. (12.<sup>a</sup> ed.) McGrawHill. [https://www.u-cursos.cl/usuario/7c1c0bd54f14c0722cefc0fa25ea186d/mi\\_blog/r/32988036-Nilson-Diseño-De-Estructuras-De-Concreto\\_\(1\).pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/7c1c0bd54f14c0722cefc0fa25ea186d/mi_blog/r/32988036-Nilson-Diseño-De-Estructuras-De-Concreto_(1).pdf)

Quiroz, F. (2020). *Detallamiento de acero dimensionado con 4D*. Aceros Arequipa.

<https://www.acerosarequipa.com/constructoras/boletin-construccion-integral/edicion-15/calidad.html>

San Bartolomé, A. (2008). *Manual de construcción, estructuración y predimensionamiento en albañilería armada hecha con bloques de concreto vibrado*.

[https://www.academia.edu/7586569/MANUAL\\_DE\\_CONSTRUCCION\\_Y\\_PREDIMENSIONAMIENTO\\_EN\\_ALBAÑILERIA\\_ARMADA\\_HECHA\\_CON\\_BLOQUES\\_DE\\_CONCRETO\\_VIBRADO](https://www.academia.edu/7586569/MANUAL_DE_CONSTRUCCION_Y_PREDIMENSIONAMIENTO_EN_ALBAÑILERIA_ARMADA_HECHA_CON_BLOQUES_DE_CONCRETO_VIBRADO)

*Triplay Fenólico doble Film*. (2019). Maderera Nueva Era.

<https://www.madereranuevaera.com/index.php/productos/triplay-para-construccion/triplay-fenolico-doble-film>

Universidad Nacional del Altiplano [UNAP]. (s.f.). *Estudio de Impacto Ambiental*.

<http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4282/ANEXO%20A.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Unidad de Programación e Inversiones – UNI. (2011). *Expediente técnico “Construcción del Pabellón para las Facilidades académicas de los Docentes de la FIEE – UNI”*,

Centro de Infraestructura y Proyectos, Área de estudios y proyectos internos.

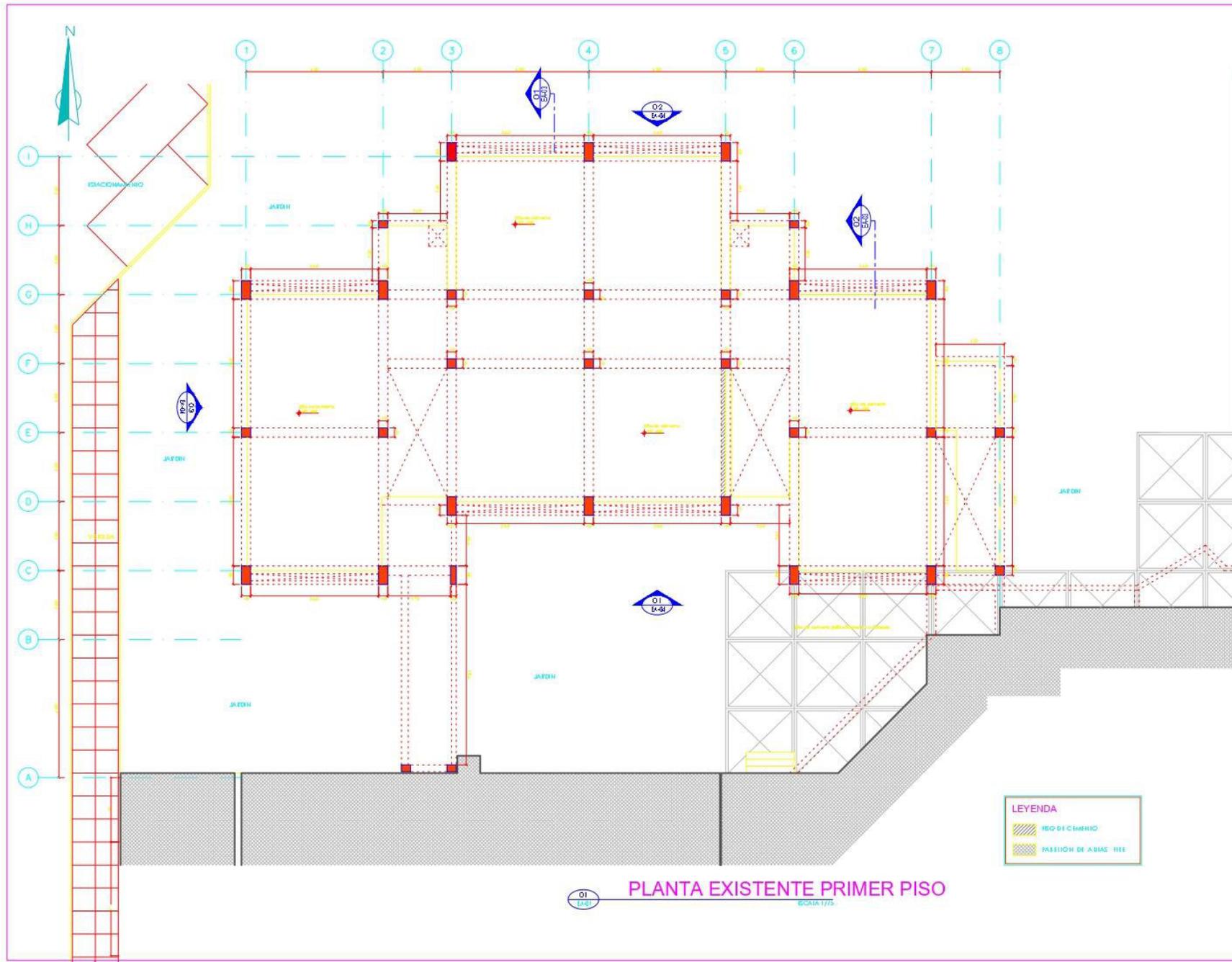
<http://www.ocpla.uni.edu.pe/transparencia/file/uplanyprogeinv/Proyectos/proyinv2011-mayo.pdf>

## **VII. ANEXOS**





# ANEXO C:



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE INGENIERIA**



**CENIP**

**CENTRO DE INFRAESTRUCTURA  
Y PROYECTOS**

**ARQ:** Juan Luis Palacios Rojas  
CAP 2793

**AREA:**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS  
INTERIOS

**RESPONSABLE:**  
Arq. Luis Alberto Delgado - CAP 8728  
Divulgación Área de Estudios y Proyectos UN

**COLABORADORES:**  
Arq. Juan Luis Palacios Rojas - CAP 2793  
Arq. Luis Alberto Delgado - CAP 8728  
Arq. Diana Isabel Castro - CAP 1028  
Arq. Francisco Antonio Salas - CAP 1276  
Arq. Dora Ester Caceres Pariza  
Arq. Dora Ester Caceres Pariza  
Eng. Mónica Gabriela  
Arq. Ing. Elizabeth Rojas Cabezas

**COORDINADOR:**  
Arq. Ing. Omar Fabezzara Tinoco

**OBJETO:**  
CONSTRUCCIÓN DEL RABELLÓN  
PARA LAS FACULTADES ACADÉMICAS  
DE LOS DOCENTES DE LA REE-9H

**TÍTULO:**  
ESTADO ACTUAL  
PLANTA PRIMER NIVEL



**FECHA:** FEBRAC 2010

**ESCALA:** 1/75

**CONTEXTO:** LRA - CENIP - DICIEMBRE 2010

**REVISIÓN:** LRA - 11 DE ABRIL 2010

**PROYECTO:** LRA - 1004

**LÁMINA:**

**EA-01**