



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE OBRA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y
PLANCHA COLABORANTE CUMPLIENDO PLAZOS ESTABLECIDOS, CASO:
LABOK CENTRO EMPRESARIAL – MIRAFLORES

**Línea de investigación:
Lenguajes de programación**

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

Autor (a):

Polastri Ruiz, Camilo Vicente

Asesor (a):

Tello Malpartida, Omart Demetrio

(ORCID: 0000-0002-5043-6510)

Jurado:

Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

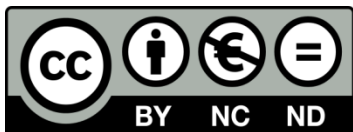
Jaramillo Tarazona, Francisco

Lima - Perú

2021

Referencia:

Polastri, C. (2021). *Planificación de la ejecución de obra de estructuras metálicas y plancha colaborante cumpliendo plazos establecidos, Caso: Labok Centro Empresarial - Miraflores*. [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5583>



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

**PLANIFICACION DE LA EJECUCION DE OBRA DE ESTRUCTURAS METALICAS Y
PLANCHA COLABORANTE CUMPLIENDO PLAZOS ESTABLECIDOS, CASO:
LABOK CENTRO EMPRESARIAL - MIRAFLORES**

Líneas de Investigación:

Lenguajes de programación

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

Autor:

Polastri Ruiz, Camilo Vicente

Asesor:

**Tello Malpartida, Omart Demetrio
(ORCID: 0000-0002-5043-6510)**

Jurado:

**Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino
Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique
Jaramillo Tarazona, Francisco**

**Lima – Perú
2021**

DEDICATORIA

La realización de este informe va dedicada a mí familia que siempre me impulso para ser mejor día a día, a mi esposa e hijo que son la fuente de mi lucha para seguir superando y perseverando en mis objetivos de vida para ser un ejemplo e imagen para ellos.

AGRADECIMIENTO

Mi enorme agradecimiento a los docentes de la Universidad Nacional Federico Villarreal por darme sus enseñanzas durante mi proceso de aprendizaje y ser un ejemplo a seguir para desempeñarme con pasión en la carrera de Ingeniería Civil, teniendo siempre en cuenta los valores fundamentales, tales como la ética, la honestidad, la responsabilidad y perseverancia.

INDICE

Resumen	IX
Abstract	X
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Trayectoria del autor	1
1.2. Descripción de la empresa.....	3
1.3. Organigrama de la empresa.....	3
1.4. Áreas y funciones desempeñadas	4
II. DESARROLLO DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA.....	5
2.1. Generalidades	5
2.2. Descripción del problema.....	5
2.2.1. Objetivo.....	6
2.3. Definición de teorías básicas.....	6
2.3.1. Planificación y control de obra	6
2.3.2. Cronograma de obra.....	8
2.3.4. Métodos para programar	9
2.3.5. Estructuras metálicas.....	16
2.3.6. Sistema de plancha colaborante	44

2.3.7. Proceso de ejecución de trabajos.....	V 54
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	75
IV. CONCLUSIONES	87
V. RECOMENDACIONES.....	88
VI. REFERENCIAS.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Programación en Microsoft proyect	9
Figura 2: Diagrama CPM para un evento de trabajo.	10
Figura 3: Aplicación del método PERT	11
Figura 4: Aplicación del diagrama GANTT.	12
Figura 5: Comparación del diagrama Gantt y los métodos PERT y CPM.....	15
Figura 6: Máquina de ensayo de tracción	17
Figura 7: Maquina Rockwell.....	18
Figura 8: Maquina Charpyl.....	18
Figura 9: Esquema del ensayo de doblado.....	19
Figura 10: Tuerca ASTM A563.....	20
Figura 11: Arandela ASTM F436.....	21
Figura 12. Propiedades de los materiales de los pernos.....	22
Figura 13: Dimensiones de pernos A325 y A490.....	22
Figura 14: Perno A325 y tuerca ASTM A563.....	23
Figura 15: Tipos de soldadura.....	28
Figura 16: Simbología estándar para soldadura	29
Figura 17: Ejemplo de simbología de soldadura.....	30
Figura 18: Partes de la barra Roscada, D. D. L. T. Elementos roscados	38
Figura 19: barra Roscada, D. D. L. T. Elementos roscados.....	38
Figura 20: Perno expansivo galvanizado	39
Figura 21: Perno expansivo de acero inoxidable	39
Figura 22: Perno expansivo galvanizado al caliente.....	40
Figura 23: Adhesivo HIT-HY 200	41
Figura 24: adhesivo HIT-RE 500 SD.....	42
Figura 25: adhesivo HIT-MM Plus.....	43
Figura 26: Tipos de placas.	46
Figura 27: Tipos de conectores.	48
Figura 28: Sustento de metrado, especialidad estructuras metálicas	54
Figura 29: Presupuesto de obra, especialidad estructuras metálicas.....	55
Figura 30: Pedido de materiales, especialidad estructuras metálicas.....	56

Figura 31: Pedido de pernos, tuercas y arandelas, especialidad estructuras metálicas	57
Figura 32: Sectorización del plano de estructuras metálicas	58
Figura 33: Programación de obra para un mes de plazo establecido por el cliente	59
Figura 34: Se procede con la entrega de zona con trazos definidos para instalación de anclajes.	60
Figura 35: Al término de instalación de anclajes se debe cubrir los hilos expuestos de varillas para que al momento del vaciado de concreto estas no se estropeen debido a la acumulación de concreto.....	61
Figura 36: Se debe realizar la inspección topográfica de ejes de machinas antes del vaciado de concreto para no cometer errores	62
Figura 37: Después de vaciado de losa se procede a realizar el replanteo de medidas.....	62
Figura 38: Con el replanteo de medidas procederemos a realizar los planos de fabricación.....	63
Figura 39: Plano de montaje - planta	64
Figura 40: Plano de fabricación – elementos de detalle.....	64
Figura 41: Plano de modulación de plancha colaborante	65
Figura 42: Los materiales llegan a taller para ser procesados.....	66
Figura 43: Los materiales son izados con la torre grúa de la obra.....	67
Figura 44: Los materiales llegan al séptimo nivel con éxito.....	67
Figura 45: Montaje de columnas, vigas y viguetas metálicas del sector 1	68
Figura 46: Empernado de columna con vigas principales y secundarios del sector 1	68
Figura 47: Llegada de planchas colaborantes de manera adecuada en tiempo	69
Figura 48: Se logra montar estructura de techo correspondiente de una parte del sector 1	69
Figura 49: Se concluye el sector 1	70
Figura 50: Montaje de columnas, vigas y viguetas de sector 2.....	70
Figura 51: Soldeo plancha colaborante y conectores del sector 2	71
Figura 52: Se concluye el sector 2	71
Figura 53: Montaje de columnas y vigas del sector 3.....	72
Figura 54: Montaje de vigas y viguetas metálicas en sector 3.....	72
Figura 55: Soldeo de plancha colaborante y conectores en sector 3.....	73
Figura 56: Se concluye el sector 3	73
Figura 57: Entregada la obra se procede con el retiro de equipos y herramientas de obra.....	74
Figura 58: Obra culminada en plazo establecido	74

Figura 59: El cliente añade una columna metálica adicional.....	75
Figura 60: Trazo de columna nueva.....	76
Figura 61: Se realiza el replanteo de medidas con nuevos ejes de proyecto.	76
Figura 62: Se inicia con los trabajos del adicional.	77
Figura 63: Se genera el primer adicional de obra	78
Figura 64: Instalación de anclajes con químico Hilti V3 500.....	79
Figura 65: Viga metálica inclinada.....	80
Figura 66: Falta de apoyo para plancha colaborante.....	80
Figura 67: Se genera el Segundo adicional de la obra	81
Figura 68: Se instala pata de gallo y se suelda planchas de refuerzo.....	82
Figura 69: Instalación de vigas de soporte para plancha colaborante.....	82
Figura 70: Muestra 1, Z gloss aluminio fino.....	83
Figura 71: Muestra 2, Z gloss aluminio fino mate.....	83
Figura 72: Se realizó el picado considerando 2" de contorno para el vaciado de grouting	84
Figura 73: Se instalan las planchas base y con ello garantizamos un ensamble ideal	84
Figura 74: Según la figura no hay mucha variación con la ganancia aproximada.....	87

Resumen

El presente informe tuvo como objetivo planificar la ejecución de la construcción con estructuras metálicas y plancha colaborante para cumplir los plazos en la obra Labok centro empresarial en Miraflores mediante la programación simple teniendo en cuenta la sectorización y secuencia de actividades. **Metodología:** el procedimiento se basa en una programación Gantt, en la que se divide la obra en 3 sectores de manera secuencial tratando en todo momento solucionar los problemas que se generan durante la etapa de ejecución para no generar retrasos en plazo de fecha fijada como recepción de obra (especialidad estructuras metálicas y plancha colaborante). **Resultados:** Los resultados obtenidos son positivos debido a que las coordinaciones echas en las diferentes áreas que están involucradas en el avance de la obra lograron reaccionar de manera objetiva y sin mucha demora. **Conclusiones:** nos recomiendan el uso de buenos sistemas de pintado con pintura epoxica según el medio ambiente en el que serán expuestas y el empleo del programa TEKLA STRUCTURES para la elaboración de planos de fabricación.

Palabra Clave: Estructuras metálicas, plancha colaborante, conectores, soldadura, pernos expansivos, cronograma de obra, programación de obra, diagrama Gantt, planos de fabricación.

Abstract

The purpose of this report was to plan the execution of the construction with metallic structures and collaborating plate to meet the deadlines in the work at the Labok business center in Miraflores through simple programming taking into account the sectorization and sequence of activities. **Methodology:** the procedure is based on a Gantt programming, in which the work is divided into 3 sectors in a sequential manner, trying at all times to solve the problems that are generated during the execution stage so as not to generate delays within the deadline set as reception of work. (specialty metal structures and collaborating plate). **Results:** the results obtained are positive because the coordination made in the different areas that are involved in the progress of the work managed to react objectively and without much delay. **Conclusions:** recommend us the use of good systems of painting with epoxy paint according to the environment in which they will be exposed and the use of the TEKLA STRUCTURES program for the elaboration of manufacturing drawings.

Keywords: Metal structures, collaborating plate, connectors, welding, expansive bolts, work schedule, work schedule, Gantt chart, manufacturing drawing

1. INTRODUCCIÓN

Para la ejecución de obras de corto plazo siempre es necesario tener una buena planificación de obra para evitar retrasos o retrabajos, es por ello que la planificación diaria de actividades es necesariamente importante y llevar un buen control de ello.

Una buena programación determinara mucho la secuencia y la advertencia de posibles obstáculos que se deben de consultar, evaluar y esclarecer con tiempo, con la finalidad de evitar tener retrasos en la ejecución, en el desarrollo de cada capítulo se verá cómo influye tener una buena programación de secuencia de actividades en cada proceso y como se da la solución ante un evento no programado para la especialidad de estructuras metálicas y planchas colaborantes.

1.1. Trayectoria del autor

- Centro Comercial Mall Plaza Comas – Inarco – Comas – Lima – Ingeniero de calidad (especialidad de estructuras metálicas, fabricación e instalación de estructura metálica y carpintería metálica, setiembre 2019 – noviembre 2019).
- Planta Quimpac – Eital – Ventanilla – Callao – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, fabricación e instalación de carpintería metálica, julio 2019 – agosto 2019).
- Planta Prosegur Cede Norte – MMG – San Martin De Porres – Lima – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, fabricación y montaje de estructuras metálicas, abril 2019 – junio 2019).
- Museo Arqueológico De Lima – Consorcio CMUNA - Aprosa – Lurín – Lima – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, instalación de plancha colaborante, febrero 2019 – marzo 2019).
- Construcción De La Sala Para Envasado UHT Trujillo De Gloria S.A – Dagosi S.A –

Gloria S.A – Trujillo – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, fabricación e instalación de estructura metálica, abril 2018 – junio 2018).

- Planta Comercio HUB – Eital Ingeniería Y Construcción – Pueblo Libre Sede Pueblo Libre – Lima – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, fabricación e instalación de estructura metálica y carpintería metálica, enero 2018 – marzo 2018).
- Labok Centro Empresarial – Labok S.A.C – Miraflores – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, fabricación e instalación de estructura metálica e instalación de plancha colaborante, octubre 2017 – noviembre 2017).
- Colegio Santa Rosa – Aceros Procesados S.A – Lince Sede Lince – Lima – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, fabricación e instalación de estructura metálica y carpintería metálica, abril 2017 – junio 2017).
- Edificio Bloom Tower – Eital S.A. – San Isidro – Lima – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, fabricación e instalación de estructura metálica y carpintería metálica, enero 2017 – marzo 2017).
- Edificio Torre Del Parque - COSAPI – San Isidro – Ingeniero residente (especialidad estructuras de metálicas, fabricación e instalación de carpintería metálica, setiembre 2016 – diciembre 2016).
- Ampliación Mega plaza Libertadores – Independencia – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, instalación de plancha colaborante, abril 2016 – agosto 2016).
- Planta De Elaboración Línea 3 – Planta Gloria – Ingeniero residente (especialidad de estructuras metálicas, fabricación y montaje de estructuras metálicas, setiembre 2015 – diciembre 2015).

1.2. Descripción de la empresa

La empresa donde cumpla con mis funciones es K´feso S.A.C que está dentro del rubro de la metal mecánica, otorga una alternativa eficiente, sólida y de compromiso honesto de poder desarrollar proyectos de manera colaborativa en el rubro de la metal mecánica con proyectos referidos a estructuras de tipo reticulada (recta o a dos aguas) estructuras parabólicas, naves industriales en alma llena, mezzanines metálicos, edificios de estructura mixta, así como también desarrolla proyectos como fabricación de spools, tolvas, chutes, fajas transportadoras, estructura para campamentos mineros, estructura para uso con tenso estructura, entre otros.

1.3. Organigrama de la empresa



1.4. Áreas y funciones desempeñadas

Me desempeño en el área de residente (especialidad estructuras metálicas), vinculada a la gestión del proyecto con enfoque en satisfacción del cliente, desarrollando los metrados, cotizaciones y propuesta económica para licitaciones, en el proceso de ejecución de obra realizo el procedimiento de montaje, los metrados para ejecución de obra, el requerimiento de materiales, la compatibilización de planos, la elaboración de planos de fabricación mediante el programa autocad, programación de actividades diarias y el control de avance de obra, en el proceso de calidad realizo el procedimiento de calidad, las pruebas de calidad con sus respectivos registros, el dossier de calidad y culmino mi función con la recepción de obra.

II. DESARROLLO DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

2.1. Generalidades

El proyecto centro comercial la mar se encuentra ubicado en la región lima, provincia de lima, distrito de Miraflores en la Av. Mariscal La Mar 726-736, el propietario de la obra es La Mar Investments S.A.C y empresa ejecutora del proyecto es Labok Grupo Inmobiliario S.A.C, el proyecto cuenta con un área de terreno de 1'225.00m² donde se construirán 5 sótanos para estacionamiento, 7 pisos para oficinas y una azotea para uso común, con un total de 9'858.90m² de área construida.

2.2. Descripción del problema

El techo de la azotea del centro empresarial la mar tuvo un cambio de sistema de estructura donde se reemplazó columnas y vigas de concreto armado por estructura metálica, también se sustituyó la losa de concreto armado por el sistema de losa colaborante, como fue un proceso que se realizó durante la ejecución, se tuvo como partida crítica la instalación de anclajes para columnas metálicas debido a que la losa de concreto del séptimo nivel iba a ser vaciada y al no contarse con la licencia de construcción para el techo de la azotea correspondiente al cambio de sistema, se generó retrasos y sobrecostos al igual que no se contaba con detalles bien definidos y presentaba incompatibilidades con otras especialidades teniéndose que corregir durante el proceso de la obra, para el inicio del proyecto nos dieron como límite de tiempo un mes para ejecución crítica.

¿De qué manera la planificación de la ejecución de la construcción con estructuras metálicas y plancha colaborante permitirá el cumplimiento de los plazos en la obra Labok centro empresarial en Miraflores mediante una programación simple teniendo en cuenta la sectorización y secuencia de actividades?

2.2.1. Objetivo

Planificar la ejecución de la construcción con estructuras metálicas y plancha colaborante para el cumplimiento de los plazos en la obra Labok centro empresarial en Miraflores mediante una programación simple teniendo en cuenta la sectorización y secuencia de actividades.

2.3. Definición de teorías básicas

2.3.1. Planificación y control de obra

La planificación y control de una tarea es el proceso de definir, coordinar y determinar el orden en que deben realizarse las actividades con el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los equipos, elementos y recursos de que se dispone y de eliminar diversificaciones innecesarias de los esfuerzos, proceso que se establece o define en un plan de trabajo, el cual debe ser controlado a lo largo de la faena para saber si se está cumpliendo o si debe ser sometido a una revisión o modificación a fin de que se pueda cumplir con el objetivo final fijado.

Para ello se debe establecer un sistema para medir el avance que se está realizando y poder compararlo con el proceso que se había programado o planeado; que, además, permita controlar lo empleado en mano de obra, equipos y materiales con relación al programa. El programa debidamente controlado permitirá:

- Conocer qué actividad no se está desarrollando de acuerdo al programa.
- Poder tomar una decisión en el momento adecuado.
- Mostrar un orden y disciplina de trabajo.
- Proporcionar un medio de comunicación tanto vertical como horizontal.
- Los principios básicos de una programación y su control son aplicables igualmente a proyectos simples o complejos.

Un “Plan de Trabajo”, que es un conjunto de programas detallados, determina el orden, los

métodos de construcción y la organización que se dispondrá para la ejecución de las obras.

En otras palabras, podríamos decir que consiste en planear para cada etapa de la faena, cuándo, con qué, y cómo se ejecutará.

El estudio del plan de trabajo es, por lo tanto, idealmente previo a la confección del presupuesto de la obra, y a la iniciación de los trabajos. Su objeto es evitar que durante la construcción deba improvisarse sobre cual parte de la obra debe iniciarse en ese momento, con qué equipo o herramientas se va a ejecutar, que operarios se destinarán a esa faena, quien será su jefe y cuales sus atribuciones.

El plan de trabajo que dé, el menor costo de construcción, será el que mejor coordine las distintas etapas de la construcción dando la continuidad al trabajo y sistematizando, a semejanza, en lo posible, al trabajo de una fábrica, en que cada operación es bien determinada y el operario sabe exactamente lo que debe realizar. Establecerá las fechas en que los operarios, materiales y equipos deben llegar a la obra. Fijará las normas para controlar los avances, rendimientos, costos, etc.

Estos controles permiten saber si las obras están progresando de acuerdo al plan elaborado o no, para que en este último caso se efectúen los cambios o mejoras necesarias al programa de trabajo para recuperar el tiempo perdido o reducir los costos con el uso de otros métodos de trabajo. Se elegirán los métodos de trabajo y equipos a emplear y se fijará la ubicación de los talleres, oficinas, bodegas, plantas de fuerza, comedores, casas para habitación, etc.

A continuación, se muestran los principales puntos que deben considerarse al estudiar un plan de trabajo, planos y programas que intervienen en la construcción de una obra.

- Organización y control de obras de construcción.
- Aspectos técnicos del control en obra.

- Actuaciones previas de la obra. Derribos.
- Controles técnicos de obra.
- Control de la puesta en obra de encofrados, armaduras pasivas y hormigón.
- Control de recepción de materiales para el proceso de fábrica estructural y muros.
- Controlar de las técnicas específicas de obras de rehabilitación en edificación.
- Control y supervisión de las obras.
- Organización y preparación de la obra.
- Cronograma práctico de la organización y control de las fases de las obras de construcción.
- Plan real de Control Técnico de la Edificación conforme al Código Técnico de la Edificación incluyendo: control de productos, equipos y sistemas, control de ejecución y control de la obra terminada y pruebas finales.
- Planificación y control de plazos de ejecución de obra.
- Gestión económica de una obra.

2.3.2. Cronograma de obra

Un cronograma de obra es un gráfico en el cual se establecen actividades a realizar durante la ejecución de la obra estableciendo fechas de inicio y finalización además de las holguras de cada una de las mencionadas. El cronograma se realiza con el fin de lograr un debido proceso de la obra (evitar retrasos durante su ejecución) además de proporcionar el tiempo establecido para lo presupuestado. Los programas más utilizados para realizar los cronogramas de actividades para obras civiles son: Project, primavera y Excel.

Figura 1

Programación en Microsoft Project



Nota. Adaptado de “Presupuesto y cronogramas de la vía de pavimento flexible la bocana las palmas del cantón piñas aplicando microsoft Project”, por L. Reyes y J. Javier, 2017.

2.3.4. Métodos para programar

2.3.4. CPM (Critical path method). El objetivo primordial es comprobar la duración de un proyecto, llevando una secuencia de actividades que dependen de otra, y para cada una de estas actividades tiene una duración considerada. Para este modelo se determinan las actividades y duración son conocidos, donde no hay incertidumbre, así mismo se hace más fácil de emplear este proceso.

Figura 2

Diagrama CPM para un evento de trabajo

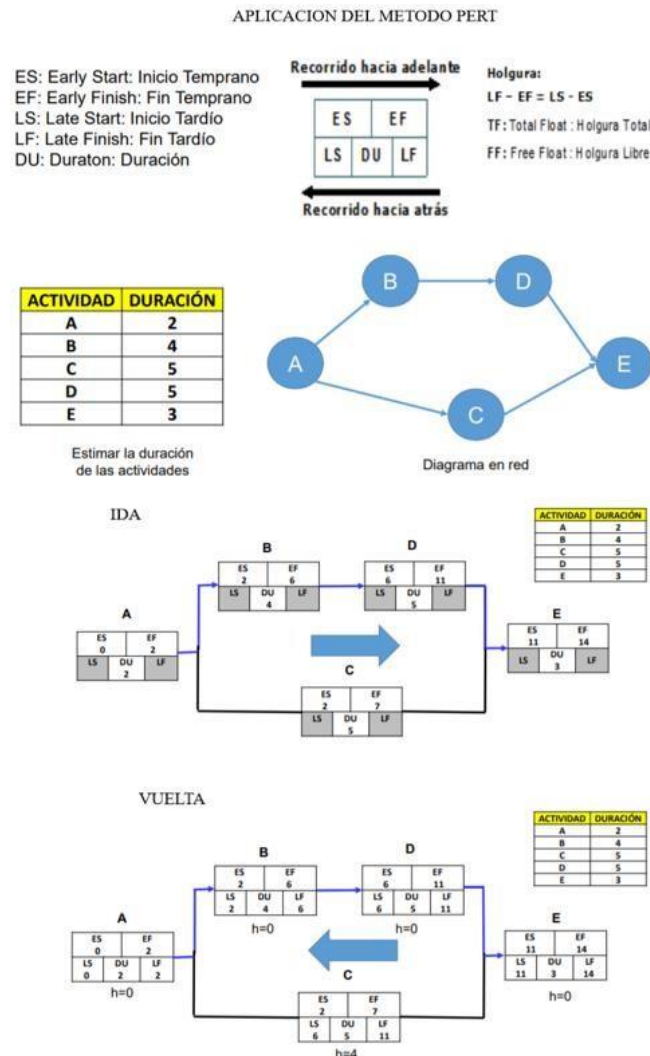


Nota. Adaptado de “Presupuesto y cronogramas utilizando CPM construcción camino vecinal, Bellamaria, Balsas, El Oro”, por C. Romero, 2019.

2.3.4.1. PERT (program evaluation and review technique). Lo contrario al CPM permite manejar la incertidumbre en el tiempo de término de las actividades. El tiempo de estas actividades se presentan en escenarios optimista (a), normal (m) y pesimista (b). El tiempo (aleatorio) que solicita cada actividad está asociado a una función probabilística beta, que ha demostrado ser la que mejor modela la distribución del tiempo de duración de una actividad. A continuación, se presenta un gráfico que muestra la función de densidad de probabilidad para la función beta, la cual tiene una asimetría positiva.

Figura 3

Aplicación del método PERT



Nota. Adaptado de “Aproximación de duración de actividades y desarrollo del cronograma”, por D. Guerrero, 2018.

2.3.4.2. Diagrama de Gantt. Es un diagrama de barras (plan de avance de tareas) que permite graficar en una escala temporal la programación de la Obra. Es un gráfico de coordenadas; en las ordenadas se ubican las Operaciones subdivididas en tantas como la obra necesite siguiendo la secuencia constructiva lógica acorde a la técnica de ejecución; y en las abscisas se coloca el

Tiempo de ejecución en la unidad elegida, dependiendo de la envergadura de la obra y de la profundidad del análisis a realizar.

Figura 4

Aplicación del diagrama GANTT



Nota. Adaptado de “Programación de obras. Cátedra de Economía de la Construcción. Tucuman, Argentina”, por S. Wilde y L. Forenza, 2013.

2.3.4.3. Ventajas y desventajas de los métodos.

A. Método CPM y PERT.

Ventajas del camino crítico

- Permite visualizar toda la obra muy rápidamente.
- Permite visualizar las interdependencias entre tareas cualquiera sea su número y por complicadas que fueran sus relaciones.

- Permite visualizar la duración de cada tarea y la duración total de la obra, su fecha de inicio y finalización.
- Permite determinar las operaciones críticas.
- Permite determinar las operaciones con margen.
- Herramienta útil para el control de la obra.

Desventajas del camino crítico

- Es un diagrama de difícil ejecución.
- Es de difícil interpretación para los no entendidos.
- No permite todas las escalas de análisis posibles. No sirve para las muy generales.
- No tiene una escala gráfica por lo que todas las operaciones parecen tener igual duración.
- No permite la ejecución de Diagramas Complementarios.
- No es de fácil manejo para los operarios en la obra.
- No permite una Reprogramación sencilla.

B. Método Gantt

Ventajas del diagrama

- Es un diagrama de fácil ejecución.
- Es de fácil interpretación debido a su escala gráfica.
- Permite todas las escalas de análisis posibles, pero es más útil para las más generales.
- Permite visualizar muy rápidamente toda la obra.
- Permite visualizar la duración de cada tarea, su fecha de inicio y finalización.
- Permite la ejecución de Diagramas Complementarios para verificar el adecuado uso de los Recursos.

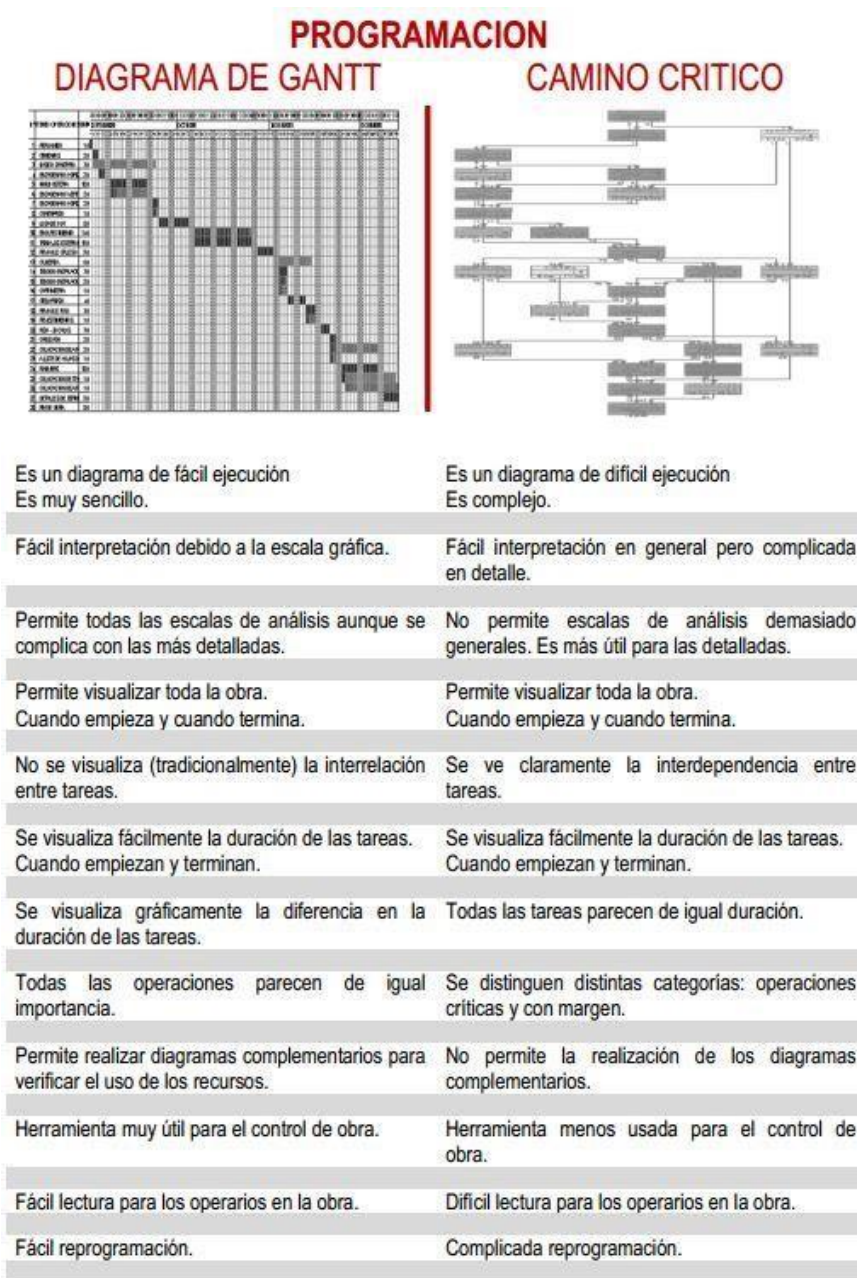
- Es de fácil manejo para los operarios en la obra.
- Herramienta muy útil para el Control de la obra.
- Permite una Reprogramación sencilla.

Desventajas del diagrama

- No permite visualizar (tradicionalmente) la interrelación entre tareas.
- Al plasmar las interrelaciones entre tareas puede tornarse muy engorroso.
- No distingue distintas categorías de tareas.
- Todas las tareas parecen tener igual importancia.
- No determina las Operaciones Críticas.
- No determina las Operaciones con Margen.

Figura 5

Comparación del diagrama Gantt y los métodos PERT y CPM



Nota. Adaptado de “Programación de obras. Cátedra de Economía de la Construcción. Tucuman, Argentina”, por S. Wilde y L. Forenza, 2013.

2.3.5. Estructuras metálicas

2.3.5.1. Consideraciones generales.

A. Exigencias de los materiales. Todos los materiales serán nuevos sin uso, de origen claro y proveedor conocido. Su procedencia será corroborada por el certificado de origen respectivo. La supervisión de obra no aceptará ningún material cuya procedencia o composición sea cuestionada, o no esté claramente especificada.

B. Calidades acero structural. Principales normas aplicables al acero de construcción:

ASTM: American Society for Testing Materials.

SAE: Society of Automotive Engineers.

AISI: American Iron and Steel Institute.

JIS: Japanese Industrial Standard.

NTP: Norma Técnica Peruana.

BSI: British Standards Institution.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

ISO: International Organization for Standardization.

Propiedad del acero:

la ductilidad: se refiere a la capacidad del acero para deformarse, al soportar esfuerzos de tracción sin llegar a la rotura.

La dureza: se define como la propiedad del acero a oponerse a la penetración de otro material.

la resistencia: específicamente el de la resistencia a la tracción, tendremos que ésta es la fuerza máxima por unidad de área, que puede soportar el acero al ser estirado.

La maleabilidad: es la capacidad que presenta el acero de soportar la deformación, sin

romperse, al ser sometido a un esfuerzo de compresión.

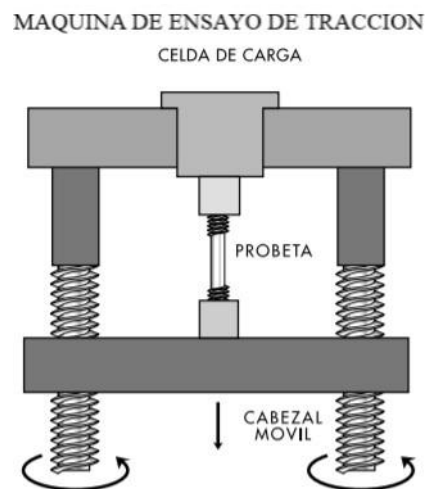
la tenacidad: viene siendo la conjugación de dos propiedades: ductilidad y resistencia. Un material tenaz será aquel que posee una buena ductilidad y una buena resistencia al mismo tiempo.

Dentro de los ensayos a que se someten los aceros, destacaremos los más utilizados:

Ensayo de tracción: Este ensayo consiste en someter una muestra, denominada probeta, de sección uniforme y conocida, a una fuerza de tracción que va aumentando progresivamente. En forma simultánea se van midiendo los correspondientes alargamientos de la probeta.

Figura 6

Máquina de ensayo de tracción

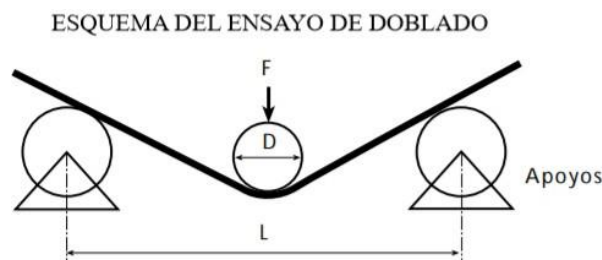


Nota. Adaptado de “Compendio de Normas para productos de Acero”, por G. Aza, 2002.

Ensayo de dureza: mide la resistencia de un material a la penetración de un punzón o una cuchilla. Este penetrador es también llamado durómetro.

Figura 8

Esquema del ensayo de doblado



Nota. Adaptado de “Compendio de Normas para productos de Acero”, por G. Aza, 2002.

Ensayo de doblado: Este ensayo sirve para obtener una idea aproximada sobre el comportamiento del acero a la flexión o esfuerzo de doblado.

Clasificación de los aceros por composición química:

Aceros al Carbono: aquellos aceros en los que está presente el Carbono y los elementos residuales, como el Manganeso, Silicio, Fósforo y Azufre, en cantidades consideradas como normales.

Aceros aleados de baja aleación: aquellos aceros en que los elementos residuales están presentes arriba de cantidades normales, o donde están presentes nuevos elementos aleantes, cuya cantidad total no sobrepasa un valor determinado (normalmente un 3,0 al 3,5%). En este tipo de acero, la cantidad total de elementos aleantes no es suficiente para alterar la microestructura de los aceros resultantes, así como la naturaleza de los tratamientos térmicos a que deben ser sometidos.

Aceros aleados de alta aleación: aquellos aceros en que la cantidad total de elementos aleantes se encuentra, en el mínimo, de un 10 a 12%. En estas condiciones, no sólo la microestructura de los aceros correspondientes puede ser profundamente alterada, sino que igualmente los tratamientos térmicos comerciales sufren modificaciones, exigiendo técnicas, cuidados especiales y frecuentemente, múltiples operaciones.

Aceros aleados de media aleación: aquellos aceros que pueden ser considerados un grupo intermedio entre los dos anteriores. Una de las clasificaciones por composición química más generalizadas, corresponde a la empleada por la American Iron and Steel Institute – AISI y la Society of Automotive Engineers – SAE, las cuales, a su vez, coinciden con el sistema de numeración Unified Numbering System – UNS, de la American Society for Testing Materials – ASTM y la SAE. En este sistema, las letras XX o XXX corresponden a las cifras que indican las cantidades porcentuales de Carbono.

C. Tipo de pernos, tuercas y arandelas

Las tuercas: se utilizan conjuntamente con los tornillos de alta resistencia están bajo la normativa ASTM A563 grado C para los pernos A325, mientras que la tuerca ASTM A563 grado DH es la recomendada usarse con los pernos A490.

Figura 9

Tuerca ASTM A563



Nota. Adaptado de “Conexiones emperradas en estructuras de acero para edificación”, por O. Tito y M. Andrés, 2016.

Las arandela: El tipo de arandelas que se utilizan en conjunto con los pernos de alta resistencia están bajo la especificación ASTM F436, en su función fundamental es la de aportar

una superficie endurecida no abrasiva bajo la cabeza del tornillo o la tuerca de trabajo pesado, las arandelas tienen la finalidad de proteger la superficie exterior del material juntado a fin de evitar las consecuencias de desgaste de este material por el giro de la tuerca en la instalación con el perno y para proporcionar superficies de dureza consistentes.

Figura 10

Arandela ASTM F436

ARANDELA ASTM F436



Nota. Adaptado de “Conexiones empernadas en estructuras de acero para edificación”, por O. Tito y M. Andrés, 2016.

Pernos de alta resistencia: Los pernos más usados son los pernos comunes, cuya designación es ASTM A307, y los pernos de Alta Resistencia ASTM A325 y ASTM A490. Los primeros son fabricados de acero al carbono, en cambio los de Alta Resistencia, son de aceros tratados o aleados que le dan características especiales para su resistencia, sobretodo en la rosca y la tuerca.

Figura 11

Propiedades de los materiales de los pernos

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE LOS PERNOS					
Designación ASTM	Diámetro del perno (pulg.)	Carga de prueba		Resistencia a la fractura	
		ksi	t/cm ²	ksi	t/cm ²
A307, acero de bajo C Grado A y B	1/4 a 4	-	-	60	4.2
A325, acero de A.R. Tipos 1, 2, 3	1/2 a 1	92	6.45	120	8.4
Tipos 1, 2, 3	1.1/8 a 1.1/2	81	5.70	105	7.4
A490, acero aleado y tratado	1/2 a 1.1/2	130	9.15	150	10.55

Nota. Adaptado de “Conexiones empernadas en estructuras de acero para edificación”, por O. Tito y M. Andrés, 2016.

El tipo 1 es el perno para condiciones normales. Los tipos 2 y 3 son especiales para condiciones atmosféricas no favorables.

Figura 12

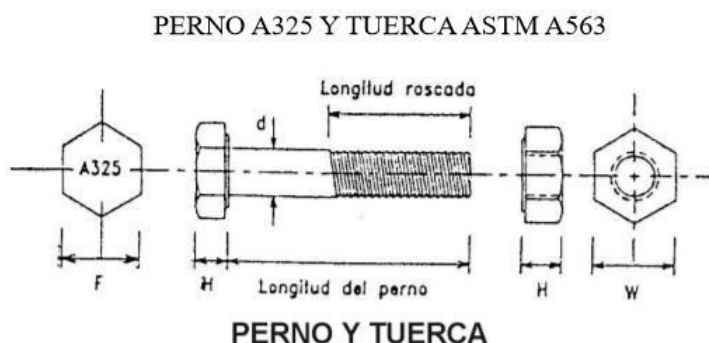
Dimensiones de pernos A325 y A490

Diámetro (in)	Área (cm ²)	Dimensiones del Perno(in)			Dimensiones de la Tuerca (in)	
		Ancho F	Alto H	Largo Rosca	Ancho W	Alto H
1/2	1.27	7/8	5/16	1	7/8	31/64
5/8	1.98	1-1/16	25/64	1-1/4	1-1/16	39/64
3/4	2.85	1-1/4	15/32	1-3/8	1-1/4	47/64
7/8	3.88	1-7/16	35/64	1-1/2	1-7/16	55/64
1	5.07	1-5/8	39/64	1-3/4	1-5/8	63/64
1-1/8	6.41	1-13/16	11/16	2	1-13/16	1-7/64
1-1/4	7.79	2	25/32	2	2	1-7/32
1-3/8	9.58	2-3/16	27/32	2-1/4	2-3/16	1-11/32
1-1/2	11.40	2-3/8	15/16	2-1/4	2-3/8	1-15/16

Nota. Adaptado de “Conexiones empernadas en estructuras de acero para edificación”, por O. Tito y M. Andrés, 2016.

Figura 13

Perno A325 y tuerca ASTM A563



Nota. Adaptado de “Conexiones emperradas en estructuras de acero para edificación”, por O.

Tito y M. Andrés, 2016.

D. Almacenamiento

El material, antes y después de elaborado, será almacenado sobre caballetes u otro tipo de soportes adecuados, aprobados por la Supervisión de obra. El material se mantendrá limpio de tierra, grasas u otros elementos extraños.

E. Carguío en Maestranza

La maestranza deberá procurar que, al cargar las estructuras para su despacho, éstas sufran el menor daño posible, si esto no se cumple la Supervisión de obra podrá pedir el desestibamiento e indicar la forma de ejecutarlo que a su juicio sea el óptimo, además se deberá considerar el uso de madera y cartón para el embalaje de las piezas.

F. Despacho de estructuras a obra

Todo despacho de estructuras a obra deberá ser aprobado por la Supervisión de obra en la guía de despacho respectiva, además cada elemento fletado deberá llevar la marca de aprobación de la Supervisión de obra. Si lo anterior no se cumple se podrá devolver el material desde la obra a maestranza, sin tener derecho a indemnizaciones posteriores.

G. Ejecución de soldaduras y tipos de soldadura

Las soldaduras manuales al arco, serán hechas con máquinas estáticas con rectificador o rotativas que estén en perfectas condiciones. Se exigirá que no presenten alteraciones como "corte de arco" o variaciones en la tensión de salida, igualmente se exigirá que sus "bornes" y conexiones estén en perfecto estado. Los electrodos se usarán revestidos del tipo E 6010; E 6011; E 7018 y otros, previa autorización del inspector. El cordón de raíz (en caso de ser necesaria la aplicación de varios cordones) se ejecutará con E 6010 o E 6011 y los cordones posteriores con E 7018. Las soldaduras de arco sumergido, se harán con fuente de poder adecuado para los rangos necesarios. Se usará electrodos AWS-ASTM EL-12 fundente grado 50.

- Soldadura Manual: La soldadura manual se hará únicamente con soldadores calificados a lo menos en dos posiciones. La calificación deberá ser presentada a la supervisión de obra antes de iniciar los trabajos de remates y no deberá tener más de 60 días de fecha de emisión. Lo anterior no exime a los soldadores de ser calificados por la supervisión de obra, teniendo ésta la autoridad para rechazar a cualquier soldador que considere no sea apta para el trabajo a desarrollar. Se exigirá que los soldadores indiquen su nombre o número en cada pieza que suelden junto a la marca de ésta.
- Elementos con marca de golpe: Todos los elementos deberán llevar marca de golpe en un lugar claro y visible, deberá estar destacado luego del proceso de protección superficial; la marca deberá corresponder a la indicada en los planos de fabricación y montaje.

Los procedimientos más utilizados para soldar son:

- Soldadura autógena: La distinción más específica de la denominada soldadura simple es que en la unión no se emplea un material de composición distinta de la del metal base,

por cuya razón es frecuente denominarla como soldadura autógena. En la soldadura autógena se utilizan dos procedimientos fundamentales: a) fusión únicamente del metal que se desea unir y b) adición de un metal de relleno, de composición química análoga a la del metal base, y que al enfriarse une las partes que hay que soldar. En el segundo caso hay que aplicar energía, en forma de presión, con el fin de facilitar la difusión de los átomos y la consiguiente ordenación del retículo, de modo que se unifiquen las dos partes.

- Soldadura a gas: La soldadura a gas genera calor porque se quema una mezcla de gas y oxígeno en la boquilla de la tobera de un mechero de soldar y el dardo resultante es de temperatura muy elevada. Por este motivo produce una fusión local del metal y la unión de los bordes de las piezas a unir. A veces, en este tipo de soldadura, pueden emplearse un material adicional (alambre de soldar) y un fundente en forma de polvos o de pasta. Los polvos y las pastas neutralizan el efecto del óxido metálico (combinación del metal con el oxígeno, producida por la reacción química de un metal calentado en presencia del oxígeno del aire) que se forma siempre en la superficie de la soldadura. Con el óxido metálico el fundente forma escorias vítreas, fácilmente solubles, que protegen el lugar de la soldadura contra la adición del oxígeno del aire y que después de la soldadura pueden quitarse fácilmente con un martillo. Otros polvos se evaporan o volatilizan después del trabajo de soldadura. Si se emplea una llama normal (reductora), puede prescindirse de los polvos de soldar, ya que los óxidos metálicos se reducen en estas condiciones.
- Soldadura al arco: El arco eléctrico es una corriente eléctrica que salta, a través del aire o de un gas, entre dos cuerpos conductores llamados electrodos. Se establece al

calentarse las moléculas de gas que rodean el electrodo negativo, haciendo que se liberen electrones cargados de electricidad negativa, que serán atraídos por el otro electrodo cargado positivamente. Aplicando una tensión en determinadas condiciones, se puede originar una corriente electrónica que, debido especialmente a la ionización por choque, cumple las condiciones necesarias para la ionización de la columna de gas existente entre los electrodos o entre el electrodo y la pieza de trabajo, ya que, según la teoría de los iones, las moléculas neutras de gas están sometidas a la descomposición de iones de gas. De aquí que este gas ionizado constituya el verdadero camino por el que se efectúa la marcha o migración de la electricidad.

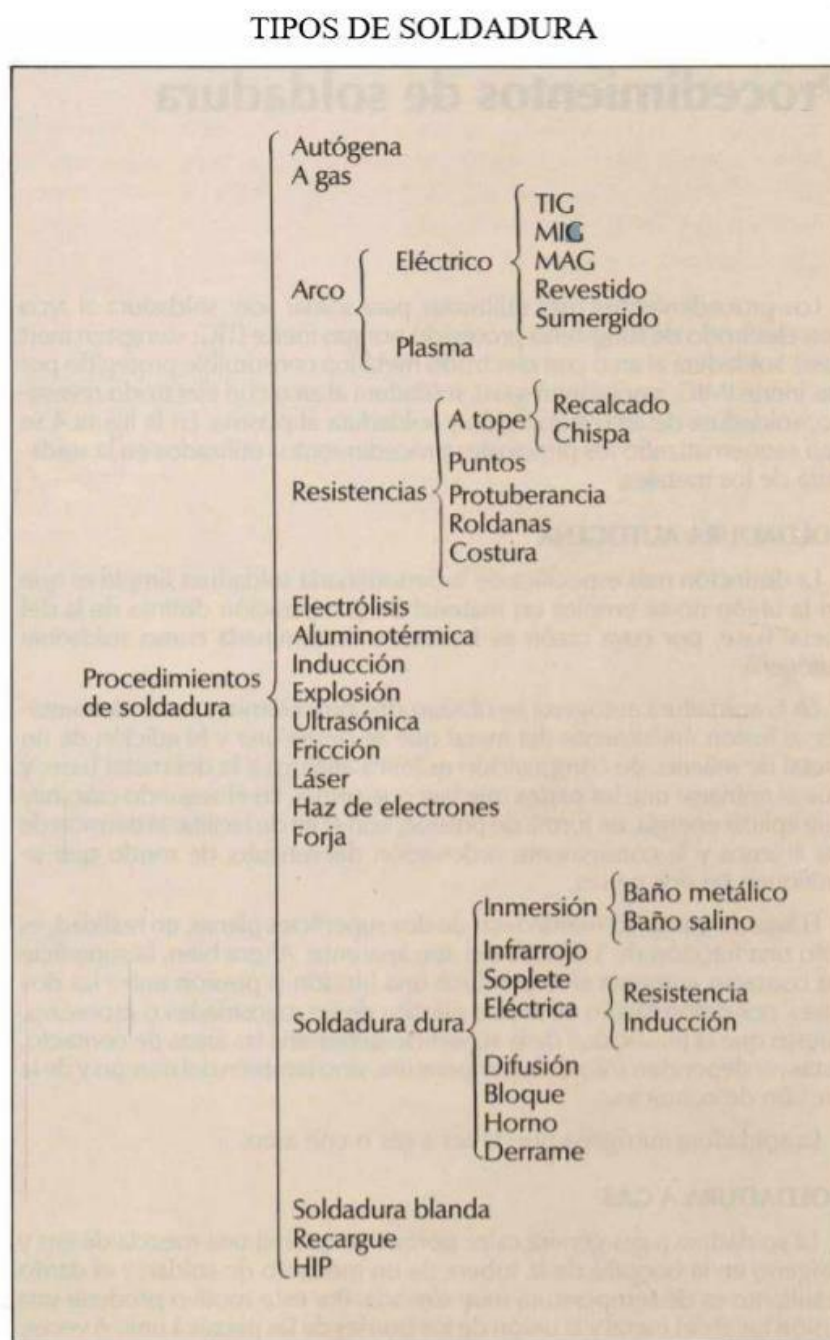
- TIG: se emplea una corriente de gas inerte para proteger la soldadura. El arco se hace saltar entre un electrodo de tungsteno y el material base y, por una boquilla que rodea al electrodo, se hace llegar helio o argón, de modo que envuelva completamente al electrodo, al arco y a la masa fundida del metal y elimine toda atmósfera oxidante.
- MIG: Si se utilizan una atmósfera protectora de gas inerte y una varilla de metal de aportación, y se hace saltar el arco entre éste y el material a soldar, se tiene el muy conocido proceso de soldadura con arco de electrodo metálico: MIG. El arco no sólo funde el metal a unir sino también el metal del electrodo, alimentando así la soldadura con el metal de aportación. Los electrodos metálicos se consumen rápidamente y hay que interrumpir la operación para reemplazarlos o alimentarlos con hilo. La tracción del hilo, cuando su diámetro es de menos de 1 mm, puede realizarse a mano; para diámetros mayores es necesario montar un motor que puede incorporarse a la pistola.
- MAG: Si el gas utilizado en la soldadura es activo, como el dióxido de carbono, el procedimiento de soldadura se denomina MAG. Durante los últimos años el proceso

MAG (metal y gas activo, tal como el dióxido de carbono) ha ido aumentando en la industria.

- Soldadura con arco sumergido: El procedimiento de soldadura con arco sumergido, utiliza el metal de aportación en forma de varillas o bobinas de alambre desnudos y el arco y el metal fundido permanecen debajo de una capa de fundente pulverizado, que protege de la corrosión. En una sola pasada se sueldan gruesas planchas.
- Soldadura al arco con electrodo revestido: Este procedimiento es como el MIC, pero sin gas protector. La atmósfera protectora se genera por fusión y evaporación del revestimiento del electrodo. Se suele utilizar rectificador de corriente conectado al metal con el electrodo positivo: así se asegura mejor penetración y fusión completa. Dada la amplia variedad de aportaciones existentes y la economía del propio procedimiento, los electrodos revestidos se usan en gran variedad de uniones y diferentes espesores. Los revestimientos más empleados son los de rutilo y los básicos. Los tipos rutilo (óxidos minerales de titanio con ferroaleación y escorificantes a base de sílice) son poco empleados y los básicos puros (carbonato y fluoruro de calcio con ferroaleaciones y escorificantes) presentan mayor dificultad operatoria.

Figura 14

Tipos de soldadura



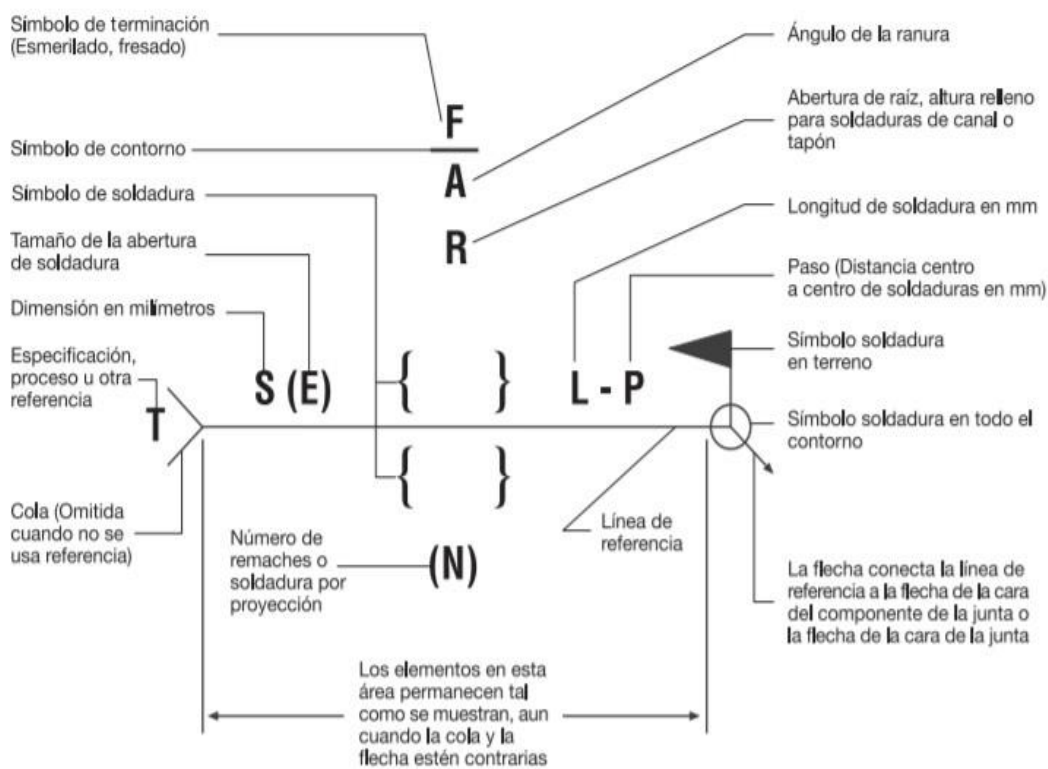
Nota. Adaptado de “Soldadura industrial: clases y aplicaciones (Vol. 56). Marcombo”, por P. Molera, 1992.

La simbología en la especificación de trabajos de soldadura es una forma clara, precisa y ordenada de entregar información de operación. Existe para ello una simbología estándar que ha sido adoptada para la mayoría de los procesos de soldadura:

Figura 15

Simbología estándar para soldadura

UBICACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ELEMENTOS DE LA SIMBOLOGÍA EN SOLDADURA

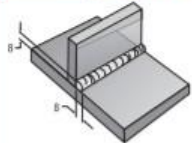
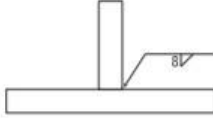

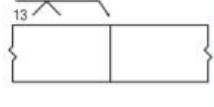
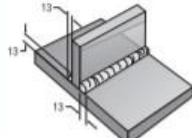
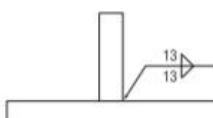

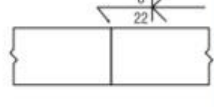
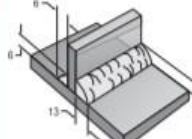
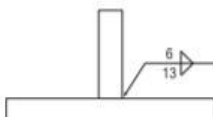
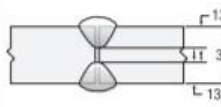
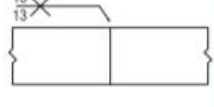
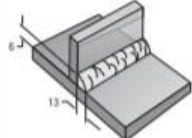
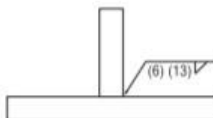
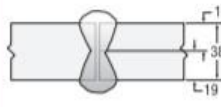
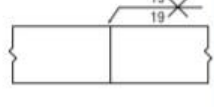




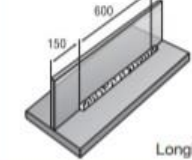
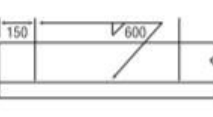
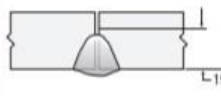
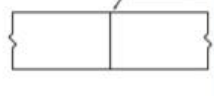


Nota. Adaptado de “Sistema de Materiales y Soldadura”, por S. Indura, 2007.

Figura 16

Ejemplo de simbología de soldadura

EJEMPLOS DE LAS APLICACIONES DE LA SIMBOLOGÍA DE SOLDADURA

Soldadura	Simbología	Soldadura	Simbología
Ejemplo de soldadura de filetes		Ejemplo de soldadura de tope con bisel	
			
Tamaño de un filete			
			
Tamaño de dos filetes iguales			
			
Tamaño de dos filetes diferentes			
			
Tamaño de un filete de tamaño diferente			
			
Filete continuo			
			
Longitud de un filete			

Nota. Adaptado de “Sistema de Materiales y Soldadura”, por S. Indura, 2007.

2.3.5.2. Protección superficial anticorrosiva.

A. Normas aplicables.

Las normas de las siguientes organizaciones serán aplicables a los trabajos de protección anticorrosiva de Estructuras Metálicas:

- ANSI: American National Standards Institute
- ASTM: American Society for Testing and Material
- OSHA: Occupational Safety Health Administration
- NACE: National Association of Corrosion Engineers
- SSPC: Steel Structures Painting Council
- UNE EN ISO 1461:1999: norma española e internacional "Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo", que ha venido a sustituir a la norma UNE 37-508-88.

B. Preparacion de superficies.

- Preparación previa de superficie: Como mínimo se debe limpiar la superficie previamente a la preparación de superficie (Según Norma SSPCSP1) remover todo depósito visible de aceite o grasa con espátula (en caso esta esté impregnada) y lavar con agua y detergente industrial (Norma de Referencia ASTM D 3276) Se debería realizar un Hidrolavado general (con agua potable y detergente industrial biodegradable) sobre toda la superficie a baja presión de 1500 – 2000 [psi], previo a cualquier trabajo de preparación de tipo chorro abrasivo indicado, verificando que el grado de contaminantes solubles (sales cloruros) llegue a la ISO 8502-6 Para el caso de superficies imprimadas con pintura base, sobre la cual se haya realizado trabajos posteriores como soldadura, corte u otro, o se haya contaminado por agentes del medio

ambiente, se debe realizar un hidrolavado general con agua dulce a presión (1000 - 1500 psi.) antes de colocar las capas subsiguientes de pintura para todos los casos. Los bordes afilados se deberán redondear ($R=2\text{mm}$ como mínimo), según requerimientos del estándar ISO 12944-3.

- **Aristas vivas:** Todas las aristas vivas de los cantos de las estructuras deberán redondearse mediante esmeriles, como asimismo las soldaduras disperejas, sean en cortes de piezas, perforaciones o producto del plegado.
- **Salpicaduras de soldadura:** Las salpicaduras de soldadura eléctrica, deberán ser eliminadas en su totalidad, al igual que la escoria de soldadura.
- **Grasas y Aceites:** Grasas y aceites deberán ser eliminados totalmente mediante detergentes industriales, según indicación e instrucciones del fabricante de pinturas.
- **Limpieza de la superficie:** Limpieza a fondo de la superficie mediante arenado comercial según norma SSPC SP-6. Las superficies deberán quedar con la rugosidad necesaria para permitir una buena adherencia de la pintura, la superficie deberá estar limpia, libre de óxido, libre de chapas de laminación y elementos extraños. Deberá ponerse especial cuidado en la limpieza y eliminación de escorias de los cordones de soldadura. Entre cordones se deberá usar esmeril para limpiar el cordón base.
- **Manipulación estructuras:** Las estructuras deberán manipularse con guantes limpios, sin grasa y/o aceites.
- **Superficie tratada:** La superficie así tratada, no deberá quedar expuesta al medio ambiente. Se recomienda, por tanto, recubrir con la primera capa de anticorrosivo antes de 3 horas de terminado el arenado. Previo a la aplicación del anticorrosivo se soplará con aire limpio y seco (libre de aceites o grasas) la superficie a ser pintada.

- **Rechazo Elementos:** Se podrá rechazar cualquier elemento que no cumpla con los requisitos antes mencionados.

C. Pintado de estructuras.

- **Proveedores:** La pintura utilizada deberá ser de proveedores de reconocido prestigio en protección de estructuras metálicas.
- **Tiempo de secado:** Se deberá permitir un tiempo de secado de la pintura entre cada capa según la recomendación del proveedor, o el que sea necesario para que la pintura de la capa subyacente se encuentre seca al tacto, antes de proceder al repintado o al despacho a obra de las estructuras.
- **Sistema de recubrimiento:** La preparación superficial y aplicación de pintura se efectuará de acuerdo a las condiciones de servicio y protección requerida por el elemento o equipo y serán de acuerdo al sistema indicado por el cliente, a continuación, un ejemplo:
 - Preparación superficial: Arenado Metal Blanco SSPC-SP-5
 - Pintura base: Zinc inorgánico con resina Etil Silicato, con 80% de zinc en película seca, 3 mils eps.
 - Pintura Intermedia: Epóxico poliamida amina entre 68% a 72% de sólidos en volumen, 6 mils eps
 - Pintura de acabado: Poliuretano alifático acrílico entre 55% a 67% de sólidos en volumen, 2 mils eps.
 - Espesor total: 11.0 mils de eps.

D. Protección de conexiones apernadas.

Todas las conexiones que se materialicen con pernos de alta resistencia ASTM A325 deberán ser preparadas sus superficies para ser pintadas según lo indicado en las especificaciones técnicas respectivas, posteriormente se limpiaran con aire libre de cualquier sustancia nociva para el material. Posteriormente se protegerán con elementos de polietileno sellado con cinta de embalaje de 2" de ancho y a una distancia no menor de la perforación más cercana de 2". Lo anterior no es válido para las placas bases de los pilares, en los que sí se deberá pintar con esquema completo y considerar que la perforación deberá ser el diámetro más 1/4".

E. Instrucciones de aplicación general de pinturas.

Mezclado, adelgazado, procedimiento de aplicación, equipo, pintura, curado, recubrimiento, almacenaje, número de capas, y grosor de las capas estarán en acuerdo con las instrucciones del fabricante, o especificación, el que sea más estricto. Se evitará la contaminación de superficies, y se evitará la contaminación entre las pinturas. Las superficies contaminadas serán limpiadas antes de aplicar la próxima capa de pintura. Cada aplicación de material será ejecutada con especial cuidado en esquinas, juntas, etc., y distribuida igualmente sobre superficies planas de la mayor extensión posible. Técnicas de rocío que resulten en una aplicación húmeda y uniforme serán usadas y el rocío seco será evitado. El rocío seco será removido antes que la pintura de terminación sea aplicada. Ninguna pintura será permitida para ser aplicada sobre aceite, arena u otro material ajeno. Toda arena será removida con escobilla, chorro de aire o un tipo de aspiradora, antes de aplicar el sistema de pintura. Se tendrá cuidado de asegurar que las superficies limpiadas con chorro de arena no estén contaminadas con materia ajena antes de aplicar la pintura. Instrumentos reguladores y medidores se mantendrán en buen estado de trabajo, y serán proporcionados en ambas líneas de material y aire. Las presiones de operación estarán de acuerdo

con aquellas indicadas para la pintura particular que será usada. La temperatura de la superficie a ser pintada no será menor de 10°C (50°F) o mayor que 49°C (120°F), a menos que se apruebe otra cosa por el representante del cliente. El sistema de pintura no será aplicado más cerca de 15 cm (6") de un área no arenada. Cualquier operación posterior de arenado no deberá derivar en partículas de arena incrustadas en la pintura. Las pistolas de aplicación deben ser sostenidas perpendicularmente a la superficie que está siendo pintada, y manejada y ajustada de tal manera que el rocío seco sea mantenido a un mínimo. El representante del fabricante de pintura será consultado sobre cualquier artículo no cubierto en la presente especificación.

Todo equipo de pintura utilizado para la aplicación de las capas estará disponible para la inspección y aprobación por el cliente o la supervisión de obra antes que comience la aplicación. Una trampa de humedad será colocada entre la fuente de aire y el equipo de aplicación. El agua estará continuamente cayendo desde la trampa de humedad. La fuente de aire debe ser suficiente para proporcionar un volumen continuo mínimo de 20 cfm de aire a cada pulverizador de pistola a 80 psi para aplicación de capas por una técnica convencional de pintado. Cuando las capas son aplicadas por sistema Airless, las presiones a la bomba serán tales que permitan capas uniformes en la aplicación. Paños o similares serán usados para proteger toda superficie pintada. Todo corrimiento o desprendimiento de pintura será corregido inmediatamente o la capa de pintura deberá ser removida de la superficie y reaplicada. Los materiales de pintura deberán ser almacenados en un lugar específico dentro de la maestranza y se mantendrán sellados, llevando la etiqueta del fabricante identificando tipo y grado de contenidos. Ninguna pintura será almacenada más tiempo que la vida útil especificada por el fabricante. El contratista se informará de los requerimientos de esta especificación y toda otra información significativa del proyecto. El contratista proporcionará medidores de espesores, secos y húmedos, e inspeccionará el trabajo de

los pintores y arenadores bajo su dirección. El contratista también proporcionará medidores de calidad de arenado y tendrá un medidor de humedad con que monitorear las condiciones del área de trabajo.

F. Inspección general de pintura.

El Cliente o la supervisión de obra y el representante distribuidor de la pintura tendrán acceso a todo trabajo mientras esté siendo desarrollado. Toda superficie debe ser inspeccionada y aprobada por la supervisión de obra antes de completar o proceder a la próxima etapa. Las medidas del espesor de la capa seca de la pintura serán hechas con un Mikrotest, o un medidor similar que haya sido calibrado contrastándolo con los estándares del National Bureau of Standards “Certified Coating Thickness Calibration Standards”, en presencia de la Supervisión de obra. La detección de fallas en el espesor especificado requerido puede causar que el trabajo sea rechazado. El trabajo será rechazado por la falta de destreza del operario. La falta de destreza del operario se define como un secado o curado inadecuado, inclusiones de polvo o tierra, hoyos, correderas o una capa inadecuada.

El trabajo final aceptable debe estar libre de abrasiones y debe presentar color y apariencia uniformes. Además, se deberán realizar pruebas de adherencia.

2.3.5.3. Sistema de instalación de anclajes.

A. Instalación antes del vaciado del concreto.

- Plancha embebida: Se procederá a colocar la plancha de anclaje en el eje y la elevación respectiva de acuerdo al plano (en coordinación con el topógrafo). Se amarrará los anclajes de la plancha con alambre tortoleado en la malla de acero.
- Pernos embebidos: Se procederá a colocar los pernos embebidos en coordinación con el topógrafo revisando que estén de acuerdo a los ejes y elevación en el plano. Se sujetará

con alambre para que el perno no se mueva de su respectivo eje. Se verificará al final del vaciado que los pernos estén ubicados en su respectivo nivel y eje, debidamente aplomados. Se dejará espacio para el grout de 5 cm.

B. Instalación donde ya se vacio concreto.

- Plancha embebida: Se Procederá a romper el concreto con previa escarificación, una vez limpio el espacio se procederá a amarrar con alambre la plancha en sus respectivos ejes y niveles. Luego se procederá a vaciar el espacio con Grout, previamente colocando un epóxico para pegar concreto antiguo con nuevo.
- Pernos embebidos (HILTI): Se procederá a perforar el concreto con taladro hilti de acuerdo al diámetro del perno, la profundidad será 2cm más de la longitud del perno. Se tendrá cuidado de no perforar canalizaciones embebidas en el concreto. Luego se limpiará donde se ha perforado para luego aplicar epóxico RE – 500 HILTI, para sujetar el perno hilti, luego de pasado el tiempo de curado especificado en la ficha técnica se colocará la plancha que va empernada con los pernos hilti o varillas roscadas de grado estructural. En el caso que la perforación pase por un acero se deberá replantear ligeramente la ubicación de dicho perno previa coordinación con los supervisores de campo; en los casos que la distribución de acero sea tal que no permita dicho replanteo, se deberá demoler el tramo comprometido, colocar los insertos, y vaciar nuevamente con concreto de alta fluidez o grout utilizando puente de adherencia.

C. Materiales empleados para anclajes.

- Barra roscada ASTM A307 Grado 2: barra de acero más común roscada, hecha de acero de bajo carbono.
- Barra roscada ASTM A449 Grado 5: está hecha de acero al carbono medio templado y

revenido.

- Barra roscada ASTM, A354 Grado 8: está hecha de acero de alta resistencia templados y revenidos.
- Barra roscada ASTM A193 Grado B7: es la barra de alta resistencia, resistencia al calor según el Instituto Americano Hierro y Acero (AISI por sus siglas en inglés) 4140 varilla roscada de acero de aleación. La varilla roscada B7 versátil es una gran demanda debido a su alta resistencia, excelente resistencia al calor y resistencia a la corrosión.

Figura 17

Partes de la barra Roscada, D. D. L. T. Elementos roscados

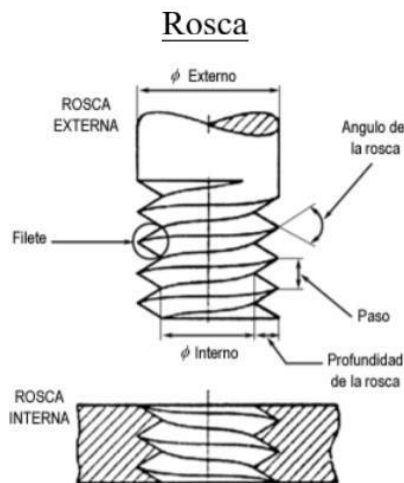


Figura 18

Barra Roscada, D. D. L. T. Elementos roscados



Perno expansivo universal para cargas pesadas (Galvanizado): se emplea en superficies donde el hormigón este agrietado, en piedra solida de arena calcárea y piedra natural.

Sus aplicaciones son en soportes de tuberías y calefacción, bombas de calefacción, sistemas de ventilación y aire acondicionado, barreras de seguridad y escalera de incendios.

Figura 19

Perno expansivo galvanizado



Nota. Adaptado de Dewalt, 2015.

Perno expansivo universal para cargas pesadas (Acero inoxidable): se emplea en superficies donde el hormigón este agrietado, en piedra solida de arena calcárea y piedra natural.

Sus aplicaciones son en construcciones de acero, barreras de seguridad, sistemas de ventilación y aire acondicionado, máquinas, escalera de incendios, entradas, fachadas y está aprobado para uso en el exterior.

Figura 20

Perno expansivo de acero inoxidable



Nota. Adaptado de Dewalt, 2015.

Perno expansivo universal para cargas pesadas (Galvanizado en caliente): se emplea en superficies de piedra solida de arena calcárea y piedra natural.

Sus aplicaciones son en soportes de tubería y calefacción, bombas de calefacción, sistemas de ventilación y aire acondicionado, barreras de seguridad, escalera de incendios, barandillas y es apropiado para aplicaciones que exigen una mayor resistencia a la corrosión.

Figura 21

Perno expansivo galvanizado al caliente



Nota. Adaptado de Dewalt, 2015.

Sistema de anclaje adhesivo HIT-HY 200 R: es un adhesivo cementico de curado rápido de gran desempeño frente a aplicaciones con requerimientos dinámicos. Versátil, puede ser utilizado con varillas roscadas o varillas corrugadas y cuenta con certificación sísmica según reporte ESR-3187.

Sistema de anclaje adhesivo HIT-RE 500 SD: es un adhesivo epóxico de curado lento de excelente comportamiento frente a cargas dinámicas, desarrollado para el sembrado de barras roscadas y varillas corrugadas que cuenta con certificación sísmica según reporte ESR-2322.

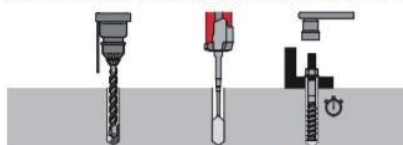
Figura 22

Adhesivo HIT-HY 200



Descripción	Cantidad	Código
Cartucho HIT-HY 200 R 330 ml	1 un	02022793
Cartucho HIT-HY 200 R 500 ml	1 un	02022794
Mezclador HIT-RE-M	1 un	00337111
Dispensador HDM 500 CR/CB	1 un	02036320

Instrucciones de instalación HIT-HY 200 R + HIT-Z:



Instrucciones de instalación HIT-HY 200 R+ cabilla:



Nota. Adaptado de R. Hilti, 2016.

También tiene un comportamiento ideal en perforaciones realizadas con equipos de diamante y en perforaciones de hasta el doble del diámetro del inserto y capaz de ser instalado en perforaciones húmedas, saturadas o sumergidas en agua.

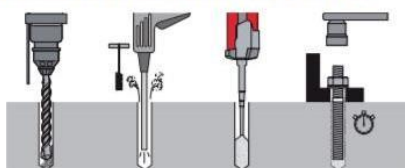
Figura 23

Adhesivo HIT-RE 500 SD

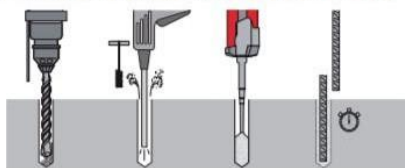


Descripción	Cantidad	Código
Cartucho HIT-RE 500 SD 330 ml	1 un	00241382
Cartucho HIT-RE 500 SD 500 ml	1 un	00241383
Mezclador HIT-RE-M	1 un	00337111
Dispensador HDM 500 CR/CB	1 un	02036320

Instrucciones de instalación HIT-RE 500 SD + HAS:



Instrucciones de instalación HIT-RE 500 SD + cabilla:



Nota. Adaptado de R. Hilti, 2016.

Sistema de anclaje adhesivo HIT-MM Plus: es un adhesivo cementicio de curado rápido con capacidad de soportar cargas dinámicas. es ideal para fijaciones en serie y de gran volumen de varillas roscadas y de varillas corrugadas y aplicable en materiales como ladrillos huecos, drywall y mampostería.

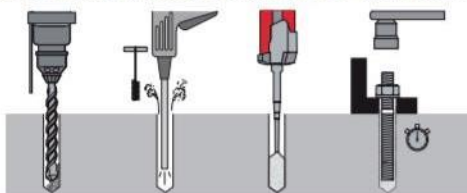
Figura 24

adhesivo HIT-MM Plus

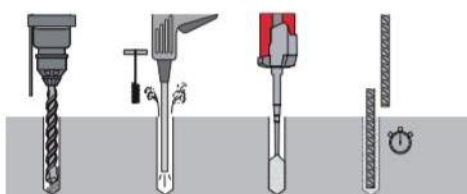


Descripción	Cantidad	Código
Cartucho HIT-MM PLUS 500 ml	1	02031400
Mezclador HIT-RE M	1	00337111
Aplicador HDM 500 CR/CB	1	02036320
Tamiz HIT-SC 16x50	20	00375981
Tamiz HIT-SC 22x50	20	00273662

Instrucciones de instalación HIT-MM Plus + varilla roscada:



Instrucciones de instalación HIT-MM Plus + cabilla:



Nota. Adaptado de R. Hilti, 2016

2.3.5.4. Protocolos de calidad de estructuras metálicas.

- Protocolo de control dimensional.
- Protocolo de liberación de soldadura por elementos.
- Protocolo de limpieza mecánica.
- Protocolo de aplicación de pintura primera mano.
- Protocolo de aplicación de segunda mano de pintura.
- Protocolo de inspección visual de soldadura.

- Protocolo de recepción de materiales.
- Protocolo de tintas penetrantes.
- Protocolo de prueba de ultra sonido.
- Protocolo de topografía y niveles.
- Protocolo de torqueo de estructuras.
- Protocolo de touch up – acabado.

2.3.6. Sistema de plancha colaborante

El sistema constructivo con placa colaborante se inició, básicamente, para cubrir la necesidad de elaborar encofrados para los tableros de lo puente vehiculares, evitándose el uso de apuntalamientos temporales, usándose inicialmente planchas de acero de espesores livianos, los cuales con un proceso de preformado lograban inercias suficientemente altas como para soportar las cargas de montaje y concreto fresco. Finalmente, estas planchas quedaban permanentemente en las losas del tablero, como un encofrado perdido.

Posteriormente se extendió su uso para la elaboración de las losas de entrepisos de los edificios, aprovechando una propiedad adicional; para esto se le agregaron muescas, que son relieves en las superficies de la plancha, simulando la corrugación de acero, logrando así una óptima adherencia mecánica entre el concreto y la plancha de acero, incrementando de manera considerable su resistencia de corte.

2.3.6.1. Características de los elementos.

A. Placa colaborante

La plancha colaborante es elaborada de bobinas de acero estructural con protección galvánica pesada G-90 que se somete a un proceso de rolado en frío para obtener la geometría

deseada. Esta tiene un esfuerzo de fluencia mínimo de 33 Ksi o 2325 kgf/cm², con un módulo de elasticidad de 2.1x10⁶ kgf/cm², cumpliendo con las normas del ASTM A653 y ASTM A611 para los grados C y D.

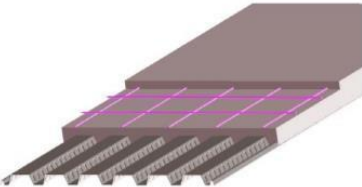
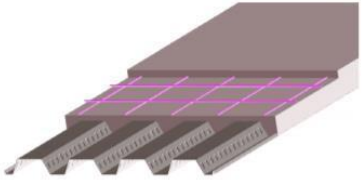
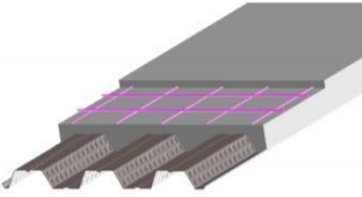
Los calibres o espesores del acero utilizados para la formación de las planchas del Sistema constructivo son calibrados en Gages (gauges) o como espesores en milímetros o pulgadas.

Para efectos de cálculo, sólo se considera como espesor de plancha colaborante el calibre del acero base no incluyendo los espesores de galvanizado o pre-pintado. Los calibres más utilizados son el Gage 20 (0.909 mm) y el Gage 22 (0.749 mm.) con una tolerancia máxima de 5% de su espesor.

El proceso de formación de la plancha incluye también un tratamiento en su superficie que le proporciona relieves o muescas ubicadas en las paredes de los valles, diseñado con el fin de proporcionar adherencia mecánica entre el concreto de la losa y la plancha de acero.

Figura 25

Tipos de placas

TIPOS DE PLACA COLABORANTE	
2.1. Placa Colaborante AD-900	
Tipo	: AD-900
Peralte	: 38.8 mm
Ancho total	: 930 mm
Ancho útil	: 900 mm
Calibre	: Gage 22, gage 20
Acabado	: Galvanizado pesado
Longitud	: A medida
	
2.2. Placa Colaborante AD-600	
Tipo	: AD-600
Peralte	: 60.00 mm
Ancho total	: 920.00 mm
Ancho útil	: 900.00 mm
Calibre	: Gage 22, gage 20
Acabado	: Galvanizado pesado
Longitud	: A medida
	
2.3. Placa Colaborante AD-730	
Tipo	: AD-730
Peralte	: 75.00 mm
Ancho total	: 920.00 mm
Ancho útil	: 900.00 mm
Calibre	: gage 22, gage 20
Acabado	: Galvanizado pesado
Longitud	: A medida
	

Nota. Adaptado de “Manual Técnico Sistema Constructivo Placa Colaborante Acero”, por A. Deck, 2009.

B. Concreto.

El concreto a utilizarse en la construcción de la losa deberá cumplir con los requisitos establecidos según la Norma Peruana de Estructuras. En lo que respecta a las “Especificaciones Estándar de los Agregados del Concreto” nos referiremos a las normas ASTM C33. En el caso de utilizar concretos con menor peso específico, nos referiremos entonces a la norma ASTM C330 “Especificaciones Estándar para agregados livianos para la elaboración de concreto Estructural”.

Las recomendaciones más relevantes son:

La resistencia a la compresión de diseño mínima será de 210 kgf/cm². No se tomarán en cuenta los concretos de resistencias mayores a los 580 kgf/cm².

Se realizará obligatoriamente el proceso de vibrado al concreto para garantizar así la adherencia mecánica entre el acero y el concreto, y para lograr la uniformidad del concreto.

El curado del concreto se efectuará como mínimo hasta 7 días posteriores al vaciado. No se utilizarán aditivos que contengan sales clorhídricas en su composición por que pueden producir efectos corrosivos en la plancha de acero.

C. Malla de temperatura.

El refuerzo de la malla de temperatura es esencial en cualquier tipo de losa estructural para evitar el fisuramiento de la misma, debido a los efectos de temperatura y contracción de fragua que sufre el concreto.

El diseño de dicho refuerzo por Contracción y Temperatura de las Normas Peruanas de Estructuras. El recubrimiento mínimo de la malla de temperatura será de 2 cm., quedando sujeto al criterio del diseñador.

El acero diseñado para soportar los momentos negativos, pasará por debajo de la malla de temperatura y podrá estar sujetado a ésta. El diseño de la malla de temperatura se puede referir a las normas del ACI o a las Normas Peruanas de Estructuras.

D. Conector de corte.

Los conectores de corte tipo Nelson Stud son elementos de acero que tienen como función primordial tomar los esfuerzos de corte que se generan en la sección compuesta (acero-concreto) controlando y reduciendo las deformaciones.

El conector de corte tipo Nelson Stud tiene la forma de un perno con cabeza cilíndrica, no

posee hilos (roscas) y es soldado a el ala superior de la viga soporte a ciertos intervalos, quedando embebidos dentro de la losa. Estos conectores están sujetos a corte en el interfase concreto/acero.

La losa transfiere las cargas de gravedad por una interacción de fuerzas de compresión sobre la viga en la cual se apoya. Además, en la parte de contacto de la losa se producen fuerzas de corte a lo largo de su longitud.

Algunas consideraciones en la utilización de los conectores de corte son:

Los conectores de corte son elementos de una sola pieza con protección galvánica electroquímica de zinc conforme a ASTM B633.

La cantidad de conectores por valle no debe ser mayor a 3 en el sentido transversal.

La altura del conector de corte debe estar entre 3" a 7".

La longitud de los conectores mínima ≥ 4 dstud.

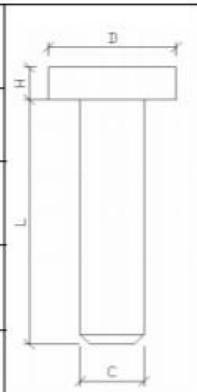
El diámetro del conector de corte no debe ser mayor de $\frac{3}{4}$ ".

Figura 26

Tipos de conectores

DIMENSIONES Y PROPIEDADES

CONECTORES DE CORTE		NS-500/250	NS-625/250	NS-625/300	NS-625/400	NS-750/300	NS-750/400
DIMENSIONES	Diámetro del Vástago (C)	½"	5/8"	5/8"	5/8"	¾"	¾"
	Longitud del vástago (L)	2 ½"	2 ½"	3 "	4 "	3"	4"
	Diámetro de la cabeza (D)	1"	1 ¼"	1 ¼"	1 ¼"	1 ¼"	1 ¼"
	Altura de la cabeza (H)	8.5 mm	8.5 mm	8.5 mm	8.5 mm	10 mm	10 mm



El diagrama muestra un conector de corte con un vástago cilíndrico de longitud L y diámetro C, y una cabeza rectangular de diámetro D y altura H. Las líneas de dimensión indican que D es el diámetro de la cabeza, H es la altura de la cabeza, L es la longitud del vástago y C es el diámetro del vástago.

Nota. Adaptado de “Manual Técnico Sistema Constructivo Placa Colaborante Acero”, por A. Deck, 2009.

2.3.6.2. Proceso constructivo.

A. Ingeniería de detalles. La ingeniería de detalles son labores que deben realizarse en gabinete para optimizar las áreas a cubrir, generando funcionalidad en la obra y desperdicios mínimos.

Modulación: En caso no se especifique la modulación de las planchas en los planos, esta se debe realizar cubriendo la mayor cantidad de paños posibles. Las medidas usuales de modulación varían hasta los 9.00 metros de longitud; siendo una medida adecuada, debido al proceso constructivo, entre 4.00 metros y 8.00 metros.

Longitudes: Para efectos del cálculo de la longitud de las planchas, se debe tomar en cuenta la penetración en las vigas especificada en los planos, mínimo 4.00cm recomendable 5.00cm. **Sobre los empalmes:** estos deben ser a tope, en caso se proyecte un traslape, se recomienda que no exceda los 10.00 cm. Se debe procurar tener medidas iguales en el modulado de las planchas, para así facilitar el proceso de instalación.

Conectores de corte: El metrado de los conectores de corte se realizará según las especificaciones de los planos estructurales que determinan el tipo de conector. Para las vigas perpendiculares al sentido de la placa colaborante, estas especificaciones deben indicar la cantidad de conectores por cada valle. Para las vigas en sentido paralelo se debe especificar la cantidad y el distanciamiento entre los mismos.

Planchas adicionales: Si se requiere agregar un porcentaje de planchas adicionales, éstas deben ser unidades solicitadas y no agregando un porcentaje por el largo de cada plancha.

B. Transporte. El proceso de transporte, implica la metodología del transporte de las planchas colaborantes desde la planta de fabricación hasta su destino final en obra.

Los paquetes de planchas son embalados en unidades de igual tamaño y calibre, especificado en

cada paquete.

Cada paquete de planchas estará conformado por un máximo de 25 planchas, menores a 6 m de longitud y para longitudes mayores, el peso promedio por paquete no deberá ser mayor a 1.5 toneladas.

La longitud máxima a transportar se regirá por el reglamento de caminos; considerando la longitud máxima del trailer capaz de circular según el tipo de camino, teniendo en cuenta que en ningún caso se podrá superar los 12 m.

C. Almacenamiento. El almacenamiento de las planchas se hará de acuerdo al tiempo de permanencia en obra antes de ser utilizado.

Para el caso de lugares abiertos, para tiempos menores a 5 días, se cubrirán las planchas con mantas plásticas para protegerlas de la intemperie. Para climas lluviosos o agresivos, las planchas, las planchas se ubicarán en un techado y cerrado.

El apoyo de los paquetes de planchas se hará sobre una superficie uniforme y plana, sobre tablones. La distancia entre apoyos se recomienda cada 0.60m. para paquetes compuestos por 25 planchas. En ningún caso los paquetes se colocarán sobre la superficie natural o directamente sobre el terreno.

Los paquetes almacenados deberán ser ubicados y codificados en función al proceso de instalación.

D. Izaje. El izaje se podrá hacer de dos maneras:

- **Manual:** En este sistema se suben las planchas mediante sogas, procurando no dañar el borde de las placas. Para tal fin se las planchas serán amarradas con sogas en forma de cruz asegurándolas a los extremos con un gancho. El personal deberá emplear obligatoriamente guantes de cuero en estas labores.
- **Mecánico:** Se emplean los medios mecánicos de la obra, como son las plumas, las grúas,

etc., por lo general se utiliza cuando se tiene que izar paquetes de placas colaborante a diferentes alturas. Se debe tener cuidado de no dañar las pestañas laterales de las placas.

E. Colocación. Corresponde a esta, la etapa para la ubicación de las planchas sobre las vigas de apoyo, es decir, la posición final.

Las planchas se colocarán con los valles de menor dimensión sobre las vigas a menos que se especifique lo contrario en los planos.

Se empezará colocando la pestaña mayor, de la primera plancha, en el extremo de la viga paralela a la misma, para permitir que las pestañas mayores de las planchas subsiguientes calcen sobre las menores.

El apoyo sobre vigas transversales terminales es de 5 cm., los cuales quedaran totalmente embebidos en la losa.

Los cortes de las planchas se podrán hacer con esmeril, disco de corte, cizallas o cualquier otro método que no deteriore la geometría de las planchas.

En caso se requiera utilizar apuntalamiento temporal, este se colocará al centro de la luz o a los tercios.

El apuntalamiento será retirado a los 7 días de vaciado el concreto o según se disponga en el diseño.

F. Instalación de conectores de corte. Se utilizan los conectores de corte cuando se forman sistemas compuestos de losas y vigas metálicas. Los conectores permiten conformar el sistema compuesto: placa colaborante y vigas metálicas. Estos se unen al perfil metálico a través de la soldadura y a la losa por el bulbo de concreto alrededor del mismo.

Se debe perforar la placa antes de instalar los conectores de corte. Este proceso puede ser realizado mediante brocas sacabocados o algún sistema de corte mecánico. La perforación no debe

exceder el ancho del valle de apoyo de la plancha y se debe realizar por el reverso de la plancha de modo que no perjudique la viga metálica de apoyo.

En ningún caso se efectuará la perforación mediante sistemas de arco eléctrico.

Perforada la plancha, se instalará el conector de corte directamente en la viga metálica de apoyo, mediante soldadura. Esta debe cubrir todo el perímetro del área de apoyo del conector.

El espesor y tipo de soldadura son especificados en los planos constructivos o en todo caso la elección de la soldadura será como mínimo electrodo tipo 6011.

G. Fijación. Este proceso se realiza para mantener las planchas en su posición final de trabajo y como medida de seguridad.

Este proceso se debe realizar mediante elementos de fijación tales como tornillos auto perforantes, clavos de disparo ó simplemente con clavos si las planchas están apoyadas sobre el encofrado de madera que sirven a la vez de tapa de las vigas.

La fijación se realizará a los extremos de las planchas en todos los puntos de apoyo, teniendo como mínimo un punto de fijación cada tres valles, considerando que todos los valles de las planchas estén debidamente apoyados sobre las vigas de apoyo y las vigas principales.

2.3.6.3. Control de calidad.

A. Certificados de calidad. Para verificar la calidad de los materiales realizamos periódicamente ensayos de tracción del acero y pruebas de medición de espesores de galvanizado, que comparamos con los certificados de los lotes de bobinas a través un control estadístico.

B. Ensayos de flexión. Siguiendo las especificaciones de las Normas internacionales del American Society Testing and Materials C-78 (ASTM C-78) se realizaron 42 ensayos de flexión en placas colaborantes.

Este ensayo es conocido como el ensayo de los tres puntos que consiste en aplicar una carga

al espécimen en los tercios de luz, distribuyendo la carga por la mitad en cada uno.

C. Ensayos de fuego. Siguiendo las especificaciones de las normas internacionales del American Society Testing and Materials E-119 (ASTM E-119) Standard Test Methods for FIRE Test Building Construction and Materials se realizaron 06 ensayos de fuego en el Sistema Constructivo.

El ensayo consistió en suministrar calor mediante fuego controlado por una gradiente de temperatura similar a la presente en los incendios, bajo una sobrecarga de servicio al límite obtenido ya en los ensayos de flexión.

2.3.7. Proceso de ejecución de trabajos

2.3.7.1. Etapa de cotización. El cliente solicita una empresa especialista en estructuras metálicas capaz de cumplir las exigencias que requieren el proyecto.

Figura 27

Sustento de metrado, especialidad estructuras metálicas

PROYECTO : CENTRO EMPRESARIAL LA MAR		23,760.19 Kg.		499.39 m2		ÁREA TERRENO		1106.02 m2											
UBICACIÓN :		17-dic.		APROSA															
Nº	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	Cantidad de elementos	Tipo	D1	X1	D2	X2	ESP.	X3	Largo	Cantidad	Unidad	Metrado Unitario	Metrado Parcial	P. Teórico (Kg/ml o Kg/m2)	P. Parcial (kg)	Total por elemento (kg)	Total General (kg)	
1. MEZZANINE																			
1.00	VIGAS AZOTEA																		
1.01	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	5.50 ml			1.00	ml	5.50	5.50	25.50	140.25	140.25	140.25	
1.02	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	5.62 ml			5.00	ml	5.62	28.10	25.50	716.55	716.55	716.55	
1.03	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	6.30 ml			1.00	ml	6.30	6.30	25.50	160.65	160.65	160.65	
1.04	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	6.41 ml			3.00	ml	6.41	19.23	25.50	490.37	490.37	490.37	
1.05	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	6.31 ml			2.00	ml	6.31	12.62	25.50	321.81	321.81	321.81	
1.06	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	6.25 ml			1.00	ml	6.25	6.25	25.50	159.38	159.38	159.38	
1.07	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	5.35 ml			3.00	ml	5.35	16.05	25.50	409.28	409.28	409.28	
1.08	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	6.20 ml			2.00	ml	6.20	12.40	25.50	316.20	316.20	316.20	
1.09	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	6.00 ml			1.00	ml	6.00	6.00	25.50	153.00	153.00	153.00	
1.10	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	3.85 ml			1.00	ml	3.85	3.85	25.50	98.18	98.18	98.18	
1.11	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	5.53 ml			1.00	ml	5.53	5.53	25.50	141.02	141.02	141.02	
1.12	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	1.54 ml			1.00	ml	1.54	1.54	25.50	39.27	39.27	39.27	
1.13	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	1.60 ml			1.00	ml	1.60	1.60	25.50	40.80	40.80	40.80	
1.14	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	1.89 ml			1.00	ml	1.89	1.89	25.50	48.20	48.20	48.20	
1.15	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	0.45 ml			1.00	ml	0.45	0.45	25.50	11.48	11.48	11.48	
1.16	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	1.30 ml			1.00	ml	1.30	1.30	25.50	33.15	33.15	33.15	
1.17	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	1.40 ml			1.00	ml	1.40	1.40	25.50	35.70	35.70	35.70	
1.18	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	3.43 ml			1.00	ml	3.43	3.43	25.50	87.47	87.47	87.47	
1.19	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	9.40 ml			1.00	ml	9.40	9.40	25.50	239.70	239.70	239.70	
1.20	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	4.58 ml			1.00	ml	4.58	4.58	25.50	116.79	116.79	116.79	
1.21	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	2.60 ml			2.00	ml	2.60	5.20	25.50	132.60	132.60	132.60	
1.22	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	2.79 ml			1.00	ml	2.79	2.79	25.50	71.15	71.15	71.15	
1.23	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	2.45 ml			2.00	ml	2.45	4.90	25.50	124.95	124.95	124.95	
1.24	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	3.67 ml			1.00	ml	3.67	3.67	25.50	93.59	93.59	93.59	
1.25	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	3.87 ml			3.00	ml	3.87	11.61	25.50	296.06	296.06	296.06	
1.26	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	5.81 ml			4.00	ml	5.81	23.24	25.50	592.62	592.62	592.62	
1.27	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	4.58 ml			1.00	ml	4.58	4.58	25.50	116.79	116.79	116.79	
1.28	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	4.56 ml			1.00	ml	4.56	4.56	25.50	116.28	116.28	116.28	
1.29	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	3.68 ml			1.00	ml	3.68	3.68	25.50	93.84	93.84	93.84	
1.30	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	3.87 ml			3.00	ml	3.87	11.61	25.50	296.06	296.06	296.06	
1.31	Viga VM-01 (W10*X17)	1.00	W	10"	x	17 Lb/ft	x	5.52 ml			2.00	ml	5.52	11.04	25.50	281.52	281.52	281.52	
1.32	Viga VM-02 (W10*X19)	1.00	W	10"	x	19 Lb/ft	x	5.35 ml			1.00	ml	5.35	5.35	28.50	152.48	152.48	152.48	
1.33	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	7.95 ml			2.00	ml	7.95	15.90	90.00	1,431.00	1,431.00	1,431.00	
1.34	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	8.08 ml			1.00	ml	8.08	8.08	90.00	727.20	727.20	727.20	
1.35	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	10.41 ml			1.00	ml	10.41	10.41	90.00	936.90	936.90	936.90	
1.36	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	1.98 ml			1.00	ml	1.98	1.98	90.00	178.20	178.20	178.20	
1.37	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	1.65 ml			1.00	ml	1.65	1.65	90.00	148.50	148.50	148.50	
1.38	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	6.95 ml			1.00	ml	6.95	6.95	90.00	625.50	625.50	625.50	
1.39	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	6.20 ml			1.00	ml	6.20	6.20	90.00	558.00	558.00	558.00	
1.40	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	4.95 ml			2.00	ml	4.95	9.90	90.00	891.00	891.00	891.00	
1.41	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	9.60 ml			2.00	ml	9.60	19.20	90.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	
1.42	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	1.40 ml			2.00	ml	1.40	2.80	90.00	252.00	252.00	252.00	
1.43	Viga VM-03 (W10*X60)	1.00	W	10"	x	60 Lb/ft	x	4.69 ml			2.00	ml	4.69	9.38	90.00	844.20	844.20	844.20	
1.44	Viga VM-04 (W16*X36)	1.00	W	16"	x	36 Lb/ft	x	6.49 ml			1.00	ml	6.49	6.49	54.00	350.46	350.46	350.46	
1.45	Viga VM-05 (W16*X50)	1.00	W	16"	x	50 Lb/ft	x	10.55 ml			1.00	ml	10.55	10.55	75.00	791.25	791.25	791.25	
1.46	Viga VM-05 (W16*X50)	1.00	W	16"	x	50 Lb/ft	x	6.65 ml			1.00	ml	6.65	6.65	75.00	498.75	498.75	498.75	
1.47	Viga VM-06 (W16*X57)	1.00	W	16"	x	57 Lb/ft	x	10.28 ml			1.00	ml	10.28	10.28	85.50	878.94	878.94	878.94	
1.48	Viga VM-06 (W16*X57)	1.00	W	16"	x	57 Lb/ft	x	1.90 ml			1.00	ml	1.90	1.90	85.50	162.45	162.45	162.45	
2.00 CONEXIONES																			
2.01	CONEXIÓN W10"-W10"	1.00	PL	260mm	x	170mm	x	12mm			53.00	m2	0.04	2.34	94.20	220.67	220.67	220.67	
2.02	CONEXIÓN CM1-W10"- TIPO 1	1.00	PL	730mm	x	180mm	x	12mm			16.00	m2	0.13	2.10	94.20	198.05	198.05	198.05	
2.03	CONEXIÓN CM1-W10"- TIPO 2	1.00	PL	240mm	x	100mm	x	12mm			16.00	m2	0.02	0.38	94.20	36.17	36.17	36.17	
2.04	CONEXIÓN CM1-W16"- TIPO 1	1.00	PL	830mm	x	190mm	x	12mm			9.00	m2	0.16	1.42	94.20	133.70	133.70	133.70	
2.05	CONEXIÓN CM1-W16"- TIPO 2	1.00	PL	240mm	x	100mm	x	12mm			3.00	m2	0.02	0.07	94.20	6.78	6.78	6.78	
2.06	CONEXIÓN W A PLACA CONCRETO	1.00	PL	230mm	x	100mm	x	12mm			18.00	m2	0.02	0.41	94.20	39.00	39.00	39.00	
2.07	CONEXIÓN W A PLACA CONCRETO	1.00	PL	350mm	x	300mm	x	12mm			18.00	m2	0.11	1.89	94.20	178.04	178.04	178.04	
2.08	PLANCHA DE BASE	1.00	PL	350mm	x	350mm	x	25mm			22.00	m2	0.12	2.70	106.25	528.89	528.89	528.89	
2.09	MACHINAS	1.00	L	2"	x	2"	x	1/8"			22.00	ml	1.44	31.68	2.46	77.93	77.93	77.93	
2.10	MACHINAS	1.00	PT	350mm	x	1 1/2"	x	1/8"			22.00	ml	1.40	30.80	0.89	27.56	27.56	27.56	
3.00 COLUMNAS																			
3.01	COLUMNAS PARA TECHO AZOTEA	1.00	T.C.	150mm	x	150mm	x	10mm	x	3.00 ml	22.00	ml	3.00	66.00	45.53	3,004.98	3,004.98	3,004.98	

Figura 28

Presupuesto de obra, especialidad estructuras metálicas

PPTO. N°093(13)-2017

Puente Piedra, 15 de Agosto del 2017

Att.: Ing. Walter Buse Thome
JEFE DE PROYECTOS
 ACEROS PROCESADOS SA.

Ref.: CENTRO EMPRESARIAL LA MAR

De nuestra consideración: Mediante la presente es grato saludarlo y a la vez hacerle llegar nuestro **presupuesto** por el servicio de fabricación e instalación de las estructuras metálicas, tal como se detalla a continuación.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	UNIDAD	METRADO	P.U. [PEN]	PRECIO PARCIAL [PEN]	SUB TOTAL [PEN]
ESTRUCTURAS METÁLICAS						
1.00	Fabricación de vigas metálicas - azotea					S/. 135,356.76
1.01	20 VM-1 (W 10x17X12ml) - 234.30 mts	kg	6,120.00	S/.7.60	S/.46,512.00	
1.02	1 VM-2 (W 10x19x6ml) - 5.35 mts	kg	171.00	S/.7.60	S/.1,299.60	
1.03	8 VM-3 (W 10x60x12ml) - 93.45 mts	kg	8,640.00	S/.7.60	S/.65,664.00	
1.04	1 VM-4 (W 16x36x9ml) - 6.49 mts	kg	486.00	S/.7.60	S/.3,693.60	
1.05	2 VM-5 (W 16x50x9ml) - 17.20 mts	kg	1,350.00	S/.7.60	S/.10,260.00	
1.06	1 VM-6 (W 16x57x12ml) - 12.20mts	kg	1,043.10	S/.7.60	S/.7,927.56	
2.00	Fabricación de columna					S/. 22,737.53
2.01	22 Columna de T.C. 150x150x10 x 3ml	kg	2,991.78	S/.7.60	S/.22,737.53	
3.00	Bridas, conexiones - Anclajes - Retoque de pintura					S/. 20,260.00
3.01	Planchas de base, bridas, cartelería en general.	kg	1,250.00	S/.8.00	S/.10,000.00	
3.02	Espárragos de anclaje Ø3/4"x580 ASTM A193	uni	176.00	S/.30.00	S/.5,280.00	
3.03	Espárragos de anclaje Ø5/8"x200 resina epóxica	uni	132.00	S/.15.00	S/.1,980.00	
3.04	Retoque de pintura en partes quemadas por instalación de placa	glb	1.00	S/.1,500.00	S/.1,500.00	
3.05	Transporte de estructuras - Lurin	glb	1.00	S/.1,500.00	S/.1,500.00	
4.00	Servicio de instalación de placa colaborante.					S/. 5,648.99
4.01	Instalación de placa colaborante (sólo mano de obra)	m2	385.75	S/.12.00	S/.4,628.99	
4.02	Instalación de topes de borde (solo mano de obra)	und	79.00	S/.12.00	S/.948.00	
4.03	Instalación de topes de cierre (sólo mano de obra)	und	6.00	S/.12.00	S/.72.00	

COSTO DIRECTO :	S/. 184,003.28
DESCUENTO COMERCIAL :	S/. 4,003.28
SUB TOTAL 1:	S/. 180,000.00
IGV(18%) :	S/. 32,400.00
TOTAL :	S/. 212,400.00

NOTAS:

- La oferta es válida por 15 días.
- APROSA proporciona la corriente eléctrica en obra
- KFESO SAC proporciona EPP's de seguridad completos, SCTR vigente.
- APROSA suministra grúa estacionaria para izaje de estructuras.
- Incluye granallado comercial y sistema de pintura epóxica 4-4 mils de película seca
- El presente presupuesto está en base a precios unitarios.
- Incluye la entrega de dossier de calidad.
- Incluye la entrega de planos de fabricación.
- Incluye transporte de estructuras a obra
- La instalación de placa colaborante y accesorios es sólo mano de obra.
- No incluye "paz laboral"
- KFESO SAC no gestiona ni asume contrataciones con planillas de obras civiles o similares, por ser independiente.

FORMA DE PAGO:

- 40% con la aceptación del presupuesto.
- 60% con valorizaciones quincenales por avance de obra

Atentamente,
KFESO SAC

2.3.7.2. Etapa de adjudicación. El cliente se decide por la empresa K'feso S.A.C para la ejecución de sus trabajos, trasladando todos los riesgos que implican el no cumplimiento de los plazos establecidos de la partida de estructuras metálicas.

Figura 29

Pedido de materiales, especialidad estructuras metálicas

PEDIDO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PEDIDO
1.0	VM-1 (W 10x17X12ml)	ML	234.30	20 unid
2.0	VM-2 (W 10x19x6ml)	ML	5.35	1 unid
3.0	VM-3 (W 10x60x12ml)	ML	93.45	8 unid
4.0	VM-4 (W 16x36x9ml)	ML	6.49	1 unid
5.0	VM-5 (W 16x50x9ml)	ML	17.20	2 unid
6.0	VM-6 (W 16x57x12ml)	ML	12.20	2 unid
7.0	T.C. 150x150x10 x 3ml	ML	66.00	11 unid
8.0	PL 1500x3000x12mm	M2	8.62	2 unid
9.0	PL 1200X2400X25mm	M2	2.70	1 unid
10.0	L2"X2"X1/8"X6ML	ML	31.80	6 unid
11.0	PT 1 1/2"X1/8"	ML	30.80	6 unid
12.0	BARRA RED. Ø3/4"X580X6ML A193	UNI	176.00	18 unid
13.0	BARRA RED. Ø5/8"X200X6ML	UNI	132.00	5 unid

Figura 30

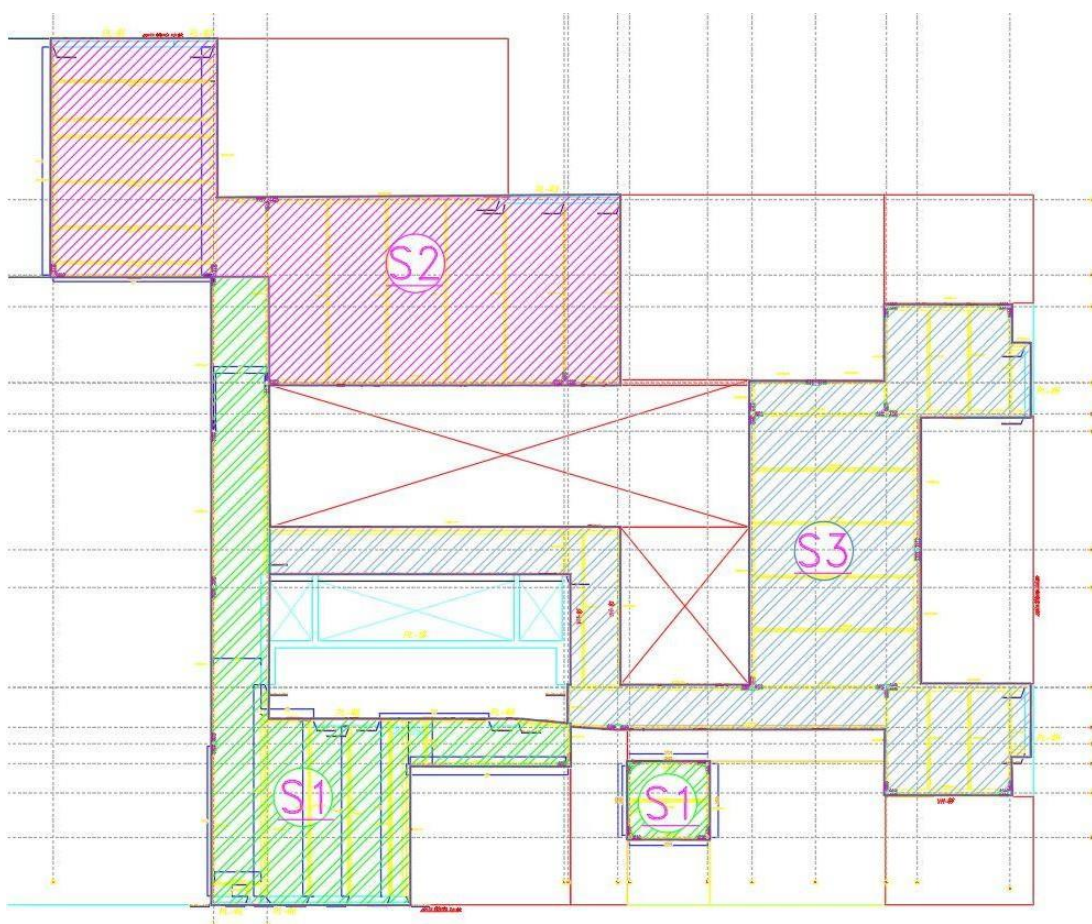
Pedido de pernos, tuercas y arandelas, especialidad estructuras metálicas

PARTIDA				PERNOS				CENTRO EMPRESARIAL LA MAR				
N°	DESCRIPCION DEL ELEMENTO				CANTIDAD	RESULTADO	VECES	Cant. Elem.	Unidad	Metrado	Parcial	
												1.00 PERNOS VIGA - PLACA
1.01	PL1	VW3	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	1.00	UND	3.00	3.00
1.02	PL2	VW3	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	1.00	UND	3.00	3.00
1.03	PL3	VW3	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	1.00	UND	3.00	3.00
		VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	3.00	UND	9.00	9.00
1.04	PL5	VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	2.00	UND	6.00	6.00
1.05	PL6	VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	3.00	UND	9.00	9.00
		VW3	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	2.00	UND	6.00	6.00
1.06	PL8	VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	5.00	UND	15.00	15.00
1.07	PL9	VW3	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	4.00	UND	12.00	12.00
1.08	PL10	VW3	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	2.00	UND	6.00	6.00
		VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	1.00	UND	3.00	3.00
		VW5	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	4.00	4.00	1.00	1.00	UND	4.00	4.00
2.00 PERNOS VIGA - COLUMNA												
	CL1	VW1	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	4.00	UND	12.00	24.00
		VW1	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	4.00	UND	64.00	128.00
	CL2	VW1	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL3	VW1	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL4	VW1	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL5	VW1	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL6	VW1	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL7	VW3	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW3	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL8	VW1-3	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1-3	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL9	VW1-3	ALMA	TRES LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	3.00	1.00	UND	3.00	9.00
		VW1-3	ALA	TRES LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	3.00	1.00	UND	16.00	48.00
	CL10	VW1-3	ALMA	TRES LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	3.00	1.00	UND	3.00	9.00
		VW1-3	ALA	TRES LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	3.00	1.00	UND	16.00	48.00
	CL11	VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	1.00	UND	3.00	3.00
		VW1	ALA	UN LADO	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	1.00	1.00	UND	16.00	16.00
		VW5-6	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	4.00	4.00	2.00	1.00	UND	4.00	8.00
		VW5-6	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL12	VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	1.00	UND	3.00	3.00
		VW1	ALA	UN LADO	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	1.00	1.00	UND	16.00	16.00
		VW6	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	4.00	4.00	2.00	1.00	UND	4.00	8.00
		VW6	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL13	VW1	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL14	VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	1.00	UND	3.00	3.00
		VW1	ALA	UN LADO	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	1.00	1.00	UND	16.00	16.00
		VW5	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	4.00	4.00	2.00	1.00	UND	4.00	8.00
		VW5	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL15	VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	1.00	UND	3.00	3.00
		VW1	ALA	UN LADO	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	1.00	1.00	UND	16.00	16.00
		VW4-5	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	4.00	4.00	2.00	1.00	UND	4.00	8.00
		VW4-5	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL16	VW1-3	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1-3	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
	CL17	VW1-3	ALMA	TRES LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	3.00	1.00	UND	3.00	9.00
		VW1-3	ALA	TRES LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	3.00	1.00	UND	16.00	48.00
	CL18	VW1-3	ALMA	TRES LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	3.00	1.00	UND	3.00	9.00
		VW1-3	ALA	TRES LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	3.00	1.00	UND	16.00	48.00
	CL19	VW1-3	ALMA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	2.00	1.00	UND	3.00	6.00
		VW1-3	ALA	DOS LADOS	PERNO 3/4"x3" A-325	16.00	16.00	2.00	1.00	UND	16.00	32.00
3.00 PERNOS VIGUETA												
	TIPO 1	VW1	ALMA	UN LADO	PERNO 3/4"x2 1/2" A-325	3.00	3.00	1.00	70.00	UND	210.00	210.00

Se realiza la sectorización del plano de planta del piso 7 para posteriormente realizar la programación de obra por medio del diagrama Gantt.

Figura 31

Sectorización del plano de estructuras metálicas



PLANO DE PLANTA



La programación se realizó de manera secuencial con entregas parciales para llegar a cumplir con el plazo establecido por cliente.

2.3.7.3. Etapa de ejecución. Como partida clave se inicia con la instalación de anclajes en obra para proceder con el trazo y replanteo de medidas, esta partida es fundamental ya que al realizar el replanteo de medidas se puede realizar los planos de fabricación de estructuras metálicas. El objetivo de realizar de manera rápida esta partida es para que el proceso de fabricación sea de manera fluida y continua.

Tener en cuenta que los planos de fabricación deben estar aprobados antes de la fabricación de cada elemento entonces si tenemos el plano de planta aprobado podemos realizar el cálculo de planchas colaborantes y conectores para realizar el pedido de ellos al proveedor.

Figura 34

Se procede con la entrega de zona con trazos definidos para instalación de anclajes



La instalación de anclajes se realizará usando machinas conformadas por platinas metálicas y para evitar el desplazamiento de machinas se procederá a soldar las varillas de anclajes a varillas

de acero de construcción independiente a la de la losa potenzada y para finalizar se realizará el atortolamiento al acero de losa, de todos modos, un personal supervisará durante el vaciado de losa de concreto para que no se mueva o revire los anclajes metálicos.

Figura 35

Al término de instalación de anclajes se debe cubrir los hilos expuestos de varillas para que al momento del vaciado de concreto estas no se estropeen debido a la acumulación de concreto



Figura 36

Se debe realizar la inspección topográfica de ejes de machinas antes del vaciado de concreto para no cometer errores

**Figura 37**

Después de vaciado de losa se procede a realizar el replanteo de medidas



Figura 38

Con el replanteo de medidas procederemos a realizar los planos de fabricación



Los planos de fabricación son muy importantes ya que, si no se realizase a tiempo, generaría un gran retraso de actividades o sobrecostos no contemplados.

Cuando se termina de realizar el plano de fabricación de planta y elevación (planos de montajes) deben ser aprobados por el cliente para proceder a realizar los planos de fabricación de detalles de todos los elementos de igual forma estos deben ser aprobados.

Figura 39

Plano de montaje - planta

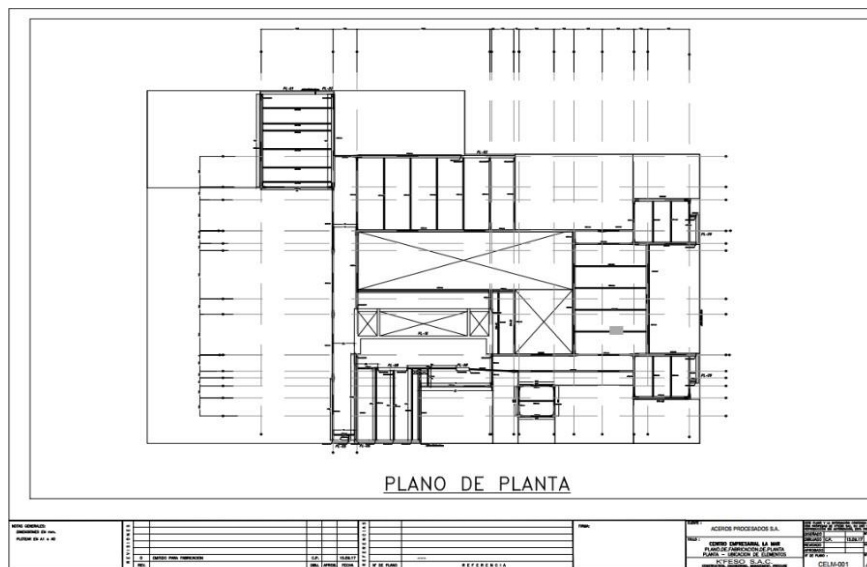
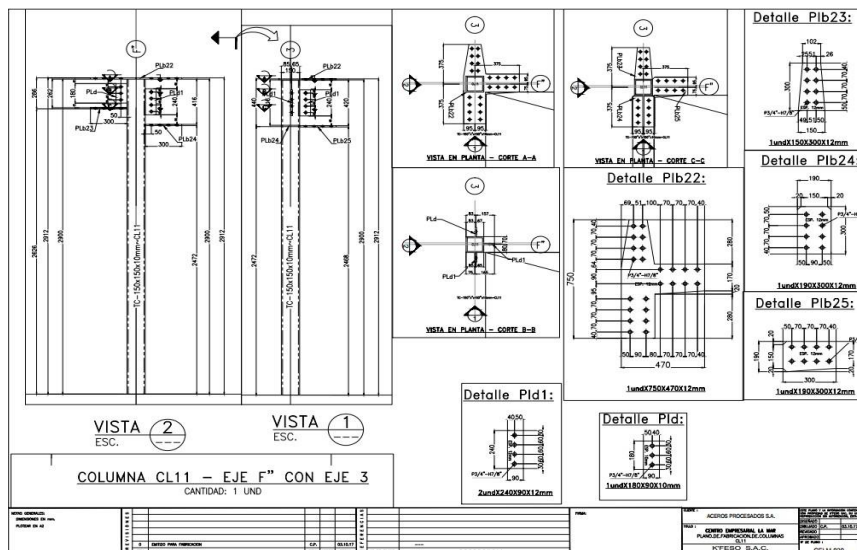


Figura 40

Plano de fabricación – elementos de detalle



Con plano de montaje de planta aprobado se puede realizar la modulación de planchas y requerimiento de materiales para obra, lo cual es una partida clave para el cumplimiento de la programación ya que los materiales solicitados también pasaran por un proceso de fabricación.

Figura 41

Plano de modulación de plancha colaborante

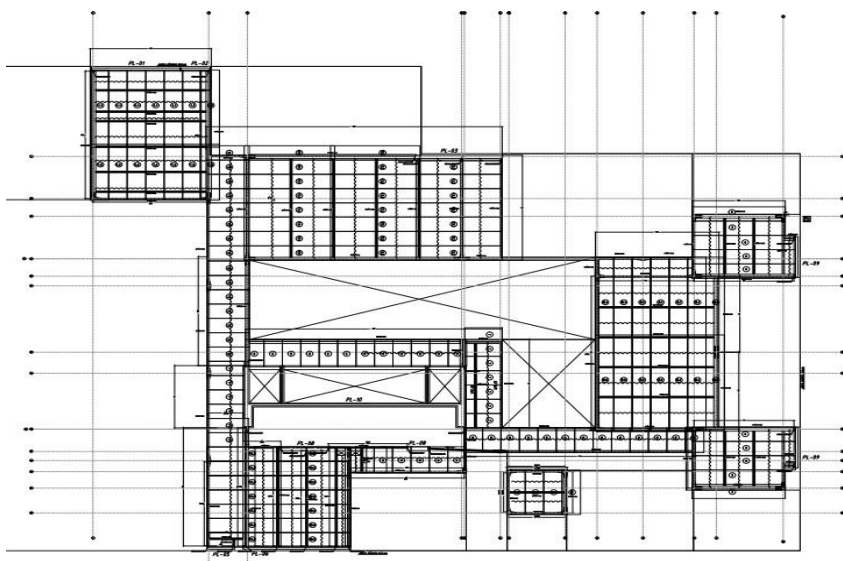
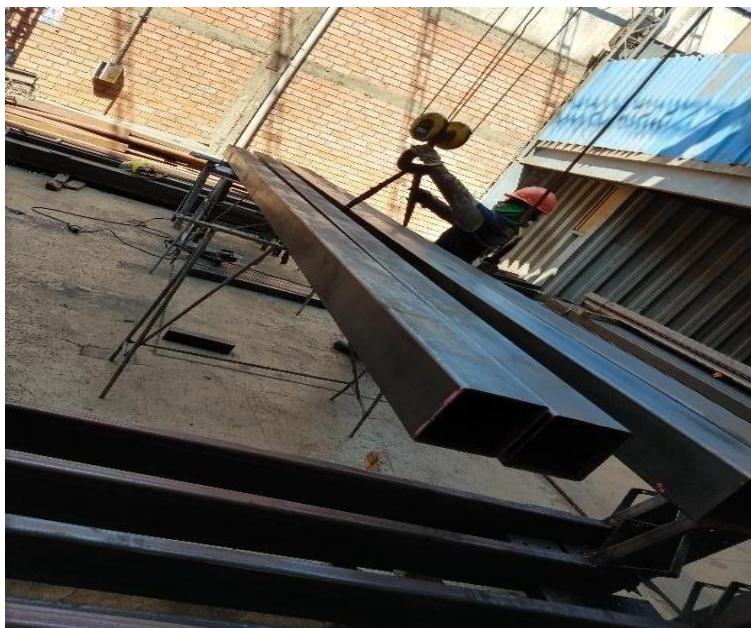


Figura 42

Los materiales llegan a taller para ser procesados



Los materiales solicitados para la fabricación llegan a taller para su respectivo proceso: Limpieza de materiales, habilitado de piezas (sueltas), armado de elementos (vigas, columnas, viguetas, etc.), soldeo de piezas armadas, granallado de elementos, limpieza mecánica y pintado de estructuras metálicas de dos manos de pintura de 4 Mills cada una, según especificaciones técnicas.

Una de las tantas restricciones para que los procesos se cumplan es la llegada de materiales a obra tales como elementos estructurales para montaje y planchas colaborantes y accesorios para instalación, teniendo como restricción adicional el retiro de torre grúa de la obra el cual fue un gran apoyo para izaje de cargas al séptimo nivel.

Figura 43

Los materiales son izados con la torre grúa de la obra

**Figura 44**

Los materiales llegan al séptimo nivel con éxito



Con los materiales ya en obra se procede a realizar el montaje de estructuras metálicas según lo programado y en secuencia, del sector 1 al 2 y finalmente el 3.

Durante el proceso de instalación se llegó a pasar pruebas para el respectivo protocolo de calidad para hacer la entrega de sectores de manera parcial.

Figura 45

Montaje de columnas, vigas y viguetas metálicas del sector 1

**Figura 46**

Empernado de columna con vigas principales y secundarios del sector 1



Figura 47

Llegada de planchas colaborantes de manera adecuada en tiempo

**Figura 48**

Se logra montar estructura de techo correspondiente de una parte del sector 1



Figura 49

Se concluye el sector 1

**Figura 50**

Montaje de columnas, vigas y viguetas de sector 2



Figura 51

Soldeo plancha colaborante y conectores del sector

**Figura 52**

Se concluye el sector 2



Figura 53

Montaje de columnas y vigas del sector 3

**Figura 54**

Montaje de vigas y viguetas metálicas en sector 3



Figura 55

Soldeo de plancha colaborante y conectores en sector 3

**Figura 56**

Se concluye el sector 3



Figura 57

Entregada la obra se procede con el retiro de equipos y herramientas de obra

**Figura 58**

Obra culminada en plazo establecido



III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Generación de adicionales justificados.

Se sostuvo durante el proceso de ejecución (replanteo de medidas) una reunión entre proyectistas de arquitectura y estructuras, en el que se concluyó con la modificación del plano de estructura inicial por un plano nuevo, generando un impacto en tiempo y costo que es asumido por el cliente.

Figura 59

El cliente añade una columna metálica adicional

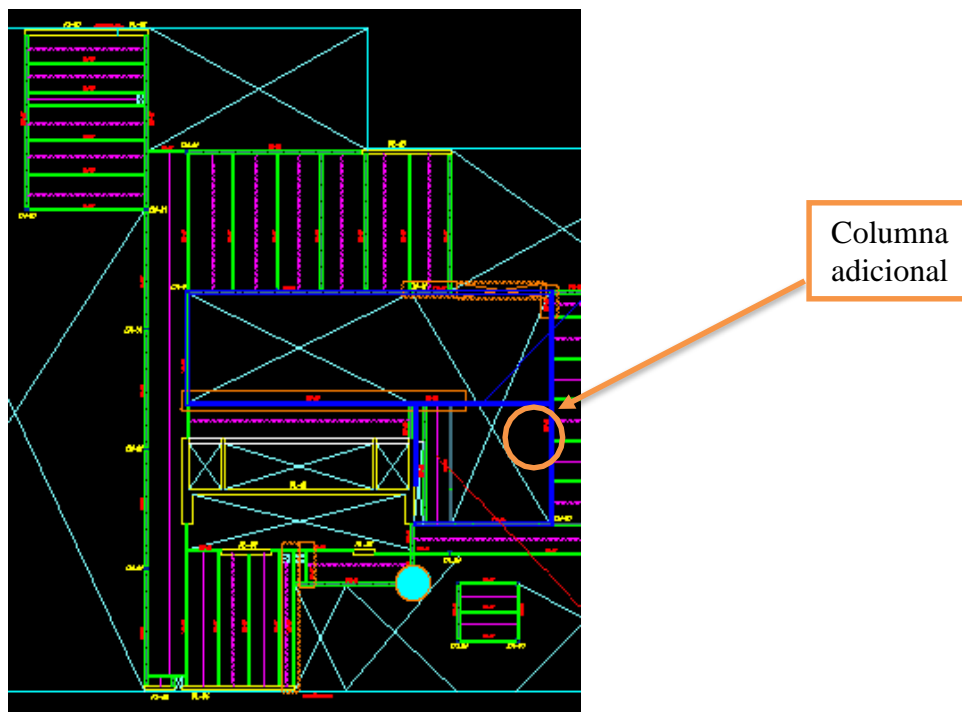


Figura 60

Trazo de columna nueva

**Figura 61**

Se realiza el replanteo de medidas con nuevos ejes de proyecto



Se envía al cliente el adicional N°222(2) para la instalación de anclajes químicos y columna metálica, esto es generado después de la instalación de anclajes metálicos en losa postensada ya que el nuevo plano modifica ejes de columnas metálicas y adiciona una soportaría para volado donde se reemplazó placa de concreto por una columna metálica.

Figura 62

Se inicia con los trabajos del adicional



Figura 63

Se genera el primer adicional de obra

PPTO. N°222 REV2-2017

Fuente Piedra, 13 de Setiembre del 2017

Ah.: Ing. Walter Buse Thome
JEFE DE PROYECTOS
ACEROS PROCESADOS SA.

Ref.: CENTRO EMPRESARIAL LA MAR

De nuestra consideración: Mediante la presente es grato saludarlo y a la vez hacerle llegar nuestro presupuesto adicional por el servicio de fabricación e instalación de las estructuras metálicas, tal como se detalla a continuación.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	UNIDAD	METRADO	P.U. [PEN]	PRECIO PARCIAL [PEN]	SUB TOTAL [PEN]
ESTRUCTURAS METÁLICAS						
1.00	Anclajes en losas					S/. 7,627.12
1.01	Espárragos de anclaje Ø5/8"x300 resina epóxica	uni	56.00	S/.37.50	S/.2,100.00	
2.00	Anclajes en vigas					
2.01	Espárragos de anclaje Ø3/4"x250 resina epóxica	uni	40.00	S/.43.00	S/.1,720.00	
3.00	Fabricación e instalación de columnas adicionales					
3.01	Columna según detalle, plancha base y bridas.	und	2.00	S/.1,603.56	S/.3,207.12	
3.02	Espárragos de anclaje Ø5/8"x300 resina epóxica	uni	16.00	S/.37.50	S/.600.00	

SUB TOTAL 1:	S/. 7,627.12
IGV(18%) :	S/. 1,372.88
TOTAL :	S/. 9,000.00

NOTAS:

- La oferta es válida por 15 días.
- APROSA proporciona la corriente eléctrica en obra
- KFESO SAC proporciona EPP's de seguridad completos, SCTR vigente.
- APROSA suministra grúa estacionaria para izaje de estructuras.
- Incluye granallado comercial y sistema de pintura epóxica 4-4 mils de película seca
- El presente presupuesto está en base a precios unitarios.
- Incluye la entrega de dossier de calidad.
- Incluye la entrega de planos de fabricación.
- Incluye transporte de estructuras a obra
- La instalación de placa colaborante y accesorios es sólo mano de obra.
- No incluye "paz laboral"
- KFESO SAC no gestiona ni asume contrataciones con planillas de obras civiles o similares, por ser independiente.

FORMA DE PAGO:

- 40% con la aceptación del presupuesto.
- 60% con valorizaciones quincenales por avance de obra

Atentamente,
KFESO SAC

El adicional se ejecutó en los 3 sectores y tuvo que ser realizarlo en horario extendido para no generar retrasos ya que el proyecto tiene fecha de entrega definido.

Figura 64

Instalación de anclajes con químico Hilti V3 500



El adicional N°222(2), fue culminado de manera exitosa y sin generar días de retrasos.

Al casi el culmino del sector 3 se verifico la carencia de vigas metálicas en ducto para soporte de plancha colaborante al igual que un voladizo presento inclinación debido a un mal cálculo estructural.

Se sostuvo durante el proceso de ejecución (culmino del sector 3) una reunión entre proyectistas de arquitectura y estructuras, en el que no se aprobó la instalación de una pata de gallo como soporte y la estructura auxiliar para soporte de plancha colaborante, generando un impacto en tiempo y costo que es asumido por el cliente.

Figura 65

Viga metálica inclinada

**Figura 66**

Falta de apoyo para plancha colaborante



Se envía al cliente el adicional N°249(0) para la instalación de viga metálica y pata de gallo metálico.

Figura 67

Se genera el Segundo adicional de la obra

PPTO. N°249-2017
Puente Piedra, 02 de Octubre del 2017

Ah.: Ing. Walter Buse Thorne
JEFE DE PROYECTOS
ACEROS PROCESADOS SA.

Ref.: CENTRO EMPRESARIAL LA MAR

De nuestra consideración: Mediante la presente es grato saludarlo y a la vez hacerle llegar nuestro **presupuesto adicional** por el servicio de fabricación e instalación de las estructuras metálicas, tal como se detalla a continuación.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	UNIDAD	METRADO	P.U. [PEN]	PRECIO PARCIAL [PEN]	SUB TOTAL [PEN]
ESTRUCTURAS METÁLICAS						
1.00	Viga para ducto Sector 3					S/. 4,200.00
1.01	Viga metálica con click para ducto tipo VM1	und	1.00	S/.850.00	S/.850.00	
2.00	Viga metálica para Ducto en Sector 1					
2.01	Viga metálica con planchas de anclaje para ducto tipo VM1- anclaje con Sikadur.	und	1.00	S/.550.00	S/.550.00	
3.00	Soporte de voladizo de Sector 3					
3.01	Pata de gajo con tubo de 4x4x3/16 mas anclaje	und	1.00	S/.2,000.00	S/.2,000.00	
3.02	Planchas metálicas para reforzar viga metálica	und	2.00	S/.400.00	S/.800.00	
SUB TOTAL 1:						S/. 4,200.00
IGV(18%) :						S/. 756.00
TOTAL :						S/. 4,956.00

NOTAS:

- La oferta es válida por 15 días.
- APROSA proporciona la corriente eléctrica en obra
- KFESO SAC proporciona EPP's de seguridad completos, SCTR vigente.
- APROSA suministra grúa estacionaria para izaje de estructuras.
- Incluye granallado comercial y sistema de pintura epóxica 4-4 más de película seca
- El presente presupuesto está en base a precios unitarios.
- Incluye la entrega de dossier de calidad.
- Incluye la entrega de planos de fabricación.
- Incluye transporte de estructuras a obra
- La instalación de placa colaborante y accesorios es sólo mano de obra.
- No incluye "paz laboral"
- KFESO SAC no gestiona ni asume contrataciones con planillas de obras civiles o similares, por ser independiente.

FORMA DE PAGO:

- 40% con la aceptación del presupuesto.
- 60% con valorizaciones quincenales por avance de obra

Atentamente,
KFESO SAC

Figura 68

Se instala pata de gallo y se suelda planchas de refuerzo

**Figura 69**

Instalación de vigas de soporte para plancha colaborante



El adicional se ejecutó en el sector 3 y tuvo que ser realizarlo en horario extendido para no generar retrasos ya que el proyecto tiene fecha de entrega definido.

El adicional N°249(0), fue culminado de manera exitosa y sin generar días de retrasos.

Aceleración de procesos.

Para la elección de acabado de estructuras metálicas se procedió a realizar la muestra en la misma obra para que el cliente brinde su aprobación.

Figura 70

Muestra 1, Z gloss aluminio fino



Figura 71

Muestra 2, Z gloss aluminio fino mate



Para el montaje de columnas se realizó por dos partes, primero se instaló las planchas bases para después soldar la columna metálica en obra, con ello tendríamos la certeza de que todo el ensamble de elementos este a la perfección posible.

Como las planchas base van por debajo del piso terminado y requieren un grouting se informó para que se realizara el picado de toda el área en contacto (lo necesario).

El cliente decidió por la muestra 1, con ello se pudo tener a tiempo la pintura en acabado a realizar.

Figura 72

Se realizó el picado considerando 2" de contorno para el vaciado de grouting



Figura 73

Se instalan las planchas base y con ello garantizamos un ensamble ideal



- Seguimiento y coordinaciones con todas las áreas involucradas.

Se coordinó con los proyectistas para resolver dudas durante el proceso de ejecución, se sostuvo reuniones en sus respectivos estudios para dar solución, Teniendo las cosas claras se pudo realizar la aprobación de planos de fabricación y dar le la fluidez a los procesos.

También se tuvo que realizar coordinaciones con planta para recepción de estructuras metálicas, consumibles, pernos, planchas colaborantes, topes de borde y conectores.

- Control de estado de revisión y distribución de documentos de calidad y ejecución.

Todo documento en físico fue archivado en el fiel de información de proyecto que se tenía en obra, estos documentos son muy importantes para el armado de dossier de calidad, lo documentos eran desde certificados de calidad, protocolos firmados por el cliente y supervisión, planos de fabricación firmados por el cliente (aprobación), adicionales aprobados, recepción parcial de sectores, etc.

- Verificación de materiales utilizados en obra que cumplan las especificaciones.

Todo material que ingresaba a obra fue recepcionado con su certificado de calidad y certificado de hoja MSD, corroborando siempre que sea lo indicado en los planos de obra y especificaciones técnicas del proyecto.

- Control e Inspección de pruebas y ensayos.

Se realizaron las pruebas de verticalidad, torqueo de estructuras metálicas, prueba de tintas penetrantes, golpeo de conectores para verificar su buen soldeo y touch up de acabado de estructuras metálicas, toda prueba fue verificado en obra por el cliente y se firmó el respectivo protocolo de calidad.

- Entrega de Dossier

El dossier es el documento final de entrega del cual depende la recepción de obra, debido

a que los procesos iban siendo resueltos durante el proceso de ejecución no hubo problemas en ordenar toda la información para ser entregado al cliente, luego de 3 revisiones este documento fue recepcionado a tiempo.

- Final y recepción de obra

Al culminar de trabajos se firma la respectiva acta de entrega de obra, este documento es de suma importancia ya que es el único aval que indica de manera objetiva que se respetaron los plazos de entrega, en el proyecto no hubo muchas observaciones por parte de la supervisión y cliente, logrando con ello el levantamiento de observaciones de manera exitosa y una recepción sin muchas dificultades.

IV. CONCLUSIONES

- 4.1. Se logró cumplir el plazo de entrega del proyecto.
- 4.2. Se dio inicio del proyecto el 14 de setiembre y se culminó el 14 de octubre, logrando con ello realizar el montaje de estructuras metálicas con la torre grúa.
- 4.3. Los adicionales tuvieron que ser ejecutados en tiempo extra de dos horas diarias por una semana para no generar una modificación del plazo de entrega del proyecto.
- 4.4. Se tuvieron ganancias extras debido a los adicionales bien sustentados.
- 4.5. Los adicionales de obra fueron bien sustentados para que la empresa no asuma los gastos, logrando con ello una ganancia de 30% de los adicionales ejecutados, la suma de los adicionales ejecutados no contemplados fueron de S/.11'827.12 soles sin IGV.
- 4.6. Se obtuvo una buena ganancia de obra debido a que se pudo dar soluciones rápidas en la etapa de ejecución.

Figura 74

Según la figura no hay mucha variación con la ganancia aproximada

Precios sin IGV		
Contractual	PPTO.N°093(13)-2017	S/ 180,000.00
Primer adic.	PPTO.N°222 (2)-2017	S/ 7,627.12
Segundo adic.	PPTO.N°249(1)-2017	S/ 4,200.00
		S/ 191,827.12
Ganacia estimada		S/ 57,548.13
Ganacia real		S/ 55,548.20

V. RECOMENDACIONES

- 5.1. Se debió elegir mejor el sistema de pintado de estructuras metálicas.
- 5.2. Las especificaciones técnicas del proyecto indican que el sistema de recubrimiento de pintura epoxica es de 8 mills los cuales no fueron suficientes ya que al estar ubicada la obra cerca al mar siempre estaría expuesta a presencia de humedad y sales (brisa marina), esto genero un re trabajo de pintado de estructuras metálicas en áreas más expuestas.
- 5.3. Tener en cuenta que para otros trabajos en las mismas condiciones deben ser realizadas con un sistema de recubrimiento de 12 a 15 mills de pintura epoxica.
- 5.4. Se debió emplear un mejor software para elaboración de los planos de fabricación.
- 5.5. Los planos de fabricación fueron elaborados con el programa de AUTOCAD y al ser una partida fundamental tuvo que ser realizada en horario extendido ya que la obra contaba con una programación de plazos bien ajustados.
- 5.6. Tener en cuenta para otros trabajos para la elaboración de planos de fabricación el uso del programa TEKLA STRUCTURES, este programa puede llegar a ser hasta 3 veces mejor que el AUTOCAD, mejorando con ello la productividad y descartando horas extras.
- 5.7. Sería buena también que la realización de planos de fabricación sea realizada por un tercero, es decir tener aprobado el plano de planta y subcontratar la elaboración de planos de fabricación a una sub contrata especialista en ello.

VI. REFERENCIAS

- Aza, G. (2002). *Compendio de Normas para productos de Acero*. Santiago de Chile.
- Cruz, V. y Rosa, P. (2007). Modelo de planificación basado en construcción ajustada para obras de corta duración. *Información tecnológica*, 18(1), 107-118.
- Deck, A. (2009). *Manual Técnico Sistema Constructivo Placa Colaborante Acero-Deck*. Departamento de Investigación y Desarrollo ACEROS PROCESADOS S.A.
- González, F. (2009). *Planificación de obras desde arriba hacia abajo*. V Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, Albacete.
- Guerrero, D. (2018). *Aproximación de duración de actividades y desarrollo del cronograma*. Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura.
<https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3591/8aba41be09d5d8539013d2c4a7b52e631768b6994148c91eb4ff8f68ed851b40.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gustin, E. (1980). *Estructuras Metálicas*. Revert.
- INDURA. (2007). *Sistema de Materiales y Soldadura*. INDURA S.A.
- Lojas, J. (2017). *Presupuesto y cronogramas de la vía de pavimento flexible la bocana las palmas del cantón piñas aplicando microsoft Project*. (Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador).
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12249/1/TUAIC_2017_IC_CD0076.pdf
- Molera, P. (1992). *Soldadura industrial: clases y aplicaciones* (Vol. 56). Marcombo.
- Ortiz, M. (2016). *Conexiones empernadas en estructuras de acero para edificación*. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Lima, Perú).
file:///C:/Users/PROPIETARIO/Downloads/Ortiz_Marco_Trabajo_Suficiencia_2016.pdf
- Romero, C. (2019). *Presupuesto y cronogramas utilizando CPM construcción camino vecinal*,

Bellamaria, Balsas, El Oro. (Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.).

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14520/1/ECFIC-2019-ICI-DE00033.pdf>

Wilde, S. y Forenza, L. (2013). *Programación de obras.* Catedra de Economía de la Construcción II, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán.