

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y  
CONTROL USANDO BIM EN LAS OBRAS CIVILES DE UN  
PROYECTO PETROQUÍMICO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR**

**JOSE LUIS ZARZO AQUISE**

**ASESOR**

**Mag. Ing. FÉLIX W. ULLOA VELÁSQUEZ**

**Lima- Perú**

**2019**

© 2019, Universidad Nacional De Ingeniería. Todos los derechos reservados  
**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte,  
con fines estrictamente académicos.”**

Junkerju254@hotmail.com

932780540

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>9</b>
<b>PRÓLOGO</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLO Y SIGLAS</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
<b>1.1. GENERALIDADES</b>	<b>16</b>
<b>1.2. PROBLEMÁTICA</b>	<b>17</b>
1.1. OBJETIVOS	20
1.1.1. Objetivo General	20
1.1.2. Objetivos Específicos	20
1.2. HIPÓTESIS	20
<b>CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
<b>2.1. PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL SEGÚN ENFOQUE PMI</b>	<b>21</b>
2.1.1. Control de cronograma	22
2.1.2. Control de costo	22
<b>2.2. PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL SEGÚN ENFOQUE PRINCE2</b>	<b>24</b>
2.2.1. Paquetes de trabajo	24
2.2.1.1. Autorizar un paquete de trabajo	24
2.2.1.2. Revisar el estado del paquete de trabajo	25
2.2.1.3. Recibir el paquete de trabajo completado	25
2.2.2. Monitorear y reportar	25
2.2.2.1. Revisar el estado de la etapa	25
2.2.2.2. Reportar aspectos destacados	25
2.2.3. Problemas	26
2.2.3.1. Capturar y examinar problemas y riesgos	26
2.2.3.2. Problemas y riesgos crecientes	26
2.2.3.3. Tomar acciones correctivas	26
<b>2.3. BIM</b>	<b>27</b>
2.3.1. Definición	27
2.3.2. Origen	28
2.3.3. Software	29
2.3.4. Dimensiones	30

<b>2.4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN BIM</b>	<b>31</b>
2.4.1.	Funciones BIM	31
2.4.2.	Niveles de desarrollo LOD	34
2.4.3.	Identificación de objetivos y usos BIM	35
<b>CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DEL PROCEDIMIENTO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE TIEMPO Y COSTO</b>		<b>37</b>
<b>3.1.</b>	<b>METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>37</b>
<b>3.2.</b>	<b>ADOPCIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS PETROQUÍMICOS</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN BIM</b>		<b>39</b>
<b>4.1.</b>	<b>PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN BIM</b>	<b>39</b>
<b>4.2.</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>40</b>
4.2.1.	Obra	41
4.2.2.	Modelo	41
4.2.3.	Reporte Diario de Producción	41
4.2.4.	Valorización	41
4.2.5.	Cronograma	42
4.2.6.	Entregables	42
<b>4.3.</b>	<b>ETAPAS DE DESARROLLO DEL SISTEMA</b>	<b>42</b>
4.3.1.	Modelación 3D	44
4.3.1.1.	<i>Estudio del proyecto y planificación previa</i>	44
4.3.1.2.	<i>Familias y tipos de elementos</i>	44
4.3.1.3.	<i>Parámetros de ingeniería</i>	44
4.3.1.4.	<i>Ejes, niveles y vistas de modelación</i>	44
4.3.1.5.	<i>Dibujo e inserción de elementos</i>	44
4.3.1.6.	<i>Codificación de ingeniería</i>	44
4.3.2.	Ingreso de Avances	45
4.3.2.1.	<i>Elaboración del formato de recopilación de avances</i>	45
4.3.2.2.	<i>Parámetros de ingreso de avances</i>	45
4.3.2.3.	<i>Cuadros schedule de ingreso de avances</i>	46
4.3.3.	Reporte Diario de Producción	46
4.3.3.1.	<i>Desglose de estructura</i>	46
4.3.3.2.	<i>Conexión entre WBS y CBS</i>	47
4.3.3.3.	<i>Historial de avance diario</i>	47
4.3.4.	Conexión y Automatización Modelo Revit - RDP	48
4.3.4.1.	<i>Codificación de partidas y actividades</i>	48

4.3.4.2. <i>Parámetros de valorización</i>	48
4.3.4.3. <i>Parámetros de cronograma</i>	48
4.3.4.4. <i>Codificación valorización</i>	49
4.3.4.5. <i>Codificación cronograma</i>	49
4.3.4.6. <i>Cuadros de estado de avance</i>	49
4.3.4.7. <i>Tablas dinámicas Excel de conexión</i>	50
4.3.4.8. <i>Conexión entre las tablas dinámicas y la estructura WBS y CBS</i>	50
4.3.5. <i>Conexión y Automatización Modelo Revit - Valorización</i>	51
4.3.5.1. <i>Cuadro MTO</i>	51
4.3.6. <i>Conexión y Automatización RDP - Cronograma</i>	51
4.3.6.1. <i>Cuadro de ingreso de avances al cronograma</i>	51
4.3.6.2. <i>Cronograma de ingreso de avances</i>	51
4.3.7. <i>Visualización de Avances del Modelo</i>	51
4.3.7.1. <i>Parámetros calculados</i>	52
4.3.7.2. <i>Cuadros de resumen de avances cronograma</i>	52
4.3.7.3. <i>Cuadros de resumen de avances valorización</i>	52
4.3.7.4. <i>Filtros condicionales</i>	52
4.3.7.5. <i>Vistas de avance cronograma</i>	52
4.3.7.6. <i>Vistas de avance valorización</i>	53
4.3.7.7. <i>Vistas y cuadros situacionales de avance</i>	53
4.3.8. <i>Visualización de Avances del Cronograma</i>	54
4.3.8.1. <i>Cronogramas de seguimiento</i>	54
4.3.9. <i>Visualización de Avances de la Valorización</i>	54
4.3.9.1. <i>Conexión entre MTO y valorización</i>	54
4.3.9.2. <i>TMI y su conexión con el RDP</i>	55
<b>4.4. PROCESOS</b>	<b>55</b>
4.4.1. <i>Registro de Avances en Campo</i>	57
4.4.1.1. <i>Registrar avances en campo mediante fotografías</i>	57
4.4.1.2. <i>Registrar avances en gabinete mediante croquis de avance diario</i>	57
4.4.1.3. <i>Ingresar avances al modelo</i>	57
4.4.2. <i>Ingreso de Avances a los RDP</i>	57
4.4.2.1. <i>Exportar la data de los cuadros de estado de avances del modelo</i>	57
4.4.2.2. <i>Actualizar el RDP</i>	57
4.4.2.3. <i>Generar el historial de avance diario</i>	58
4.4.2.4. <i>Preparación de RDP para nuevos avances</i>	58
4.4.3. <i>Ingreso de Avances al Cronograma</i>	58
4.4.3.1. <i>Ingresar avances al cronograma</i>	58
4.4.3.2. <i>Determinar la nueva programación de actividades</i>	58

4.4.3.3. Preparación del cuadro de ingreso de avances al cronograma para nuevos avances	58
4.4.4. Ingreso de Avances a la Valorización	58
4.4.4.1. Exportar la data del cuadro MTO del modelo	59
4.4.4.2. Actualizar la valorización	59
4.4.4.3. Preparación de la valorización para nuevos avances	59
4.4.5. Análisis de Avances	59
4.4.5.1. Analizar los avances	59
4.4.5.2. Registrar los cambios y corregir los avances	59
4.4.6. Generación de Entregables	59
4.4.6.1. Elaborar los entregables del modelo	59
4.4.6.2. Elaborar los entregables del cronograma	60
4.4.6.3. Elaborar los entregables de la valorización	60
<b>4.5. EVALUACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO V. CASO DE ESTUDIO: PROYECTO GASOLINAS-CAFISAC</b>	<b>62</b>
<b>5.1. EVALUACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN BIM DEL PROYECTO GASOLINAS-CAFISAC</b>	<b>66</b>
<b>5.2. FASES DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>69</b>
5.2.1. Fase inicial	70
5.2.2. Fase final	70
<b>5.3. COMPONENTES DEL SISTEMA BIM</b>	<b>70</b>
5.3.1. Obra	70
5.3.2. Modelo	71
5.3.3. Reporte Diario de Producción	72
5.3.4. Valorización	72
5.3.5. Cronograma	72
5.3.6. Entregables	72
5.3.6.1. Diarios	72
5.3.6.2. Semanales	73
5.3.6.3. Mensuales	73
<b>5.4. ETAPAS DE DESARROLLO DEL SISTEMA BIM</b>	<b>74</b>
5.4.1. Modelación 3D	74
5.4.1.1. Estudio del proyecto y planificación previa	74
5.4.1.2. Familias y tipos de elementos	78
5.4.1.3. Parámetros de ingeniería	78
5.4.1.4. Ejes, niveles y vistas de modelación	78
5.4.1.5. Dibujo e inserción de elementos	81

5.4.1.6. Codificación de ingeniería	81
5.4.2. Ingreso de Avances	81
5.4.2.1. Elaboración del formato de recopilación de avances	81
5.4.2.2. Parámetros de ingreso de avances	82
5.4.2.3. Cuadros schedule de ingreso de avances	83
5.4.3. Reporte Diario de Producción	86
5.4.3.1. Desglose de estructura	86
5.4.3.2. Conexión entre WBS y CBS, e historial de avance diario	88
5.4.4. Conexión y Automatización Modelo Revit-RDP	89
5.4.4.1. Partidas y actividades	89
5.4.4.2. Parámetros de valorización	91
5.4.4.3. Parámetros de cronograma	92
5.4.4.4. Codificación valorización	92
5.4.4.5. Codificación cronograma	92
5.4.4.6. Cuadros de estado de avance	93
5.4.4.7. Tablas dinámicas Excel de conexión	96
5.4.4.8. Conexión entre las tablas dinámicas y la estructura WBS y CBS	97
5.4.5. Conexión y Automatización Modelo Revit - Valorización	98
5.4.5.1. Cuadro MTO	99
5.4.6. Conexión y Automatización RDP - Cronograma	100
5.4.6.1. Cuadro de ingreso de avances al cronograma	100
5.4.6.2. Cronograma de ingreso de avances	100
5.4.7. Visualización de Avances del Modelo Revit	100
5.4.7.1. Parámetros calculados	100
5.4.7.2. Cuadros de resumen de avances cronograma	100
5.4.7.3. Cuadros de resumen de avances valorización	100
5.4.7.4. Filtros condicionales	100
5.4.7.5. Vistas de avance cronograma	101
5.4.7.6. Vistas de avance valorización	101
5.4.7.7. Vistas y cuadros situacionales de avance	101
5.4.8. Visualización de Avances del Cronograma	102
5.4.8.1. Cronogramas de seguimiento	102
5.4.9. Visualización de Avances de la Valorización	102
5.4.9.1. Conexión entre MTO y valorización	102
5.4.9.2. TMI y su conexión con el RDO	103
<b>5.5. PROCESOS DE REPORTE DE AVANCE DEL SISTEMA BIM</b>	<b>103</b>
<b>5.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>103</b>
5.6.1. Seguimiento de proyectos	105

---

5.6.1.1. <i>Tiempo de elaboración de reportes de avance</i>	105
5.6.1.2. <i>Precisión en la elaboración de reportes de avance</i>	106
5.6.1.3. <i>Facilidad de entendimiento de reportes de avance</i>	107
5.6.2. Control de proyectos	107
5.6.2.1. <i>Reuniones semanales de coordinación</i>	108
5.6.2.2. <i>Coordinación diaria en campo</i>	108
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>109</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>111</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>115</b>

## RESUMEN

El seguimiento y control de proyectos son procesos que consisten en revisar y comparar los avances con los desempeños proyectados y tomar acciones con la finalidad de concluir el proyecto dentro de lo establecido. Sin embargo, la realización de estos procesos genera exceso de consumo de tiempo, imprecisiones y falta de facilidad de entendimiento en la elaboración de reportes de avance debido a la falta de automatización, integración y síntesis de los sistemas de seguimiento y control tradicionales.

Este trabajo de investigación propone la implementación de un sistema seguimiento y control de tiempo y costo en las obras civiles de un proyecto petroquímico, con la finalidad de evaluar sus impactos sobre los procesos de seguimiento y control de proyectos.

El sistema BIM se implementó específicamente en la ejecución de las obras civiles del centro de costo Pipe Rack de Prefabricados del proyecto petroquímico Gasolinas en dos fases, que en su conjunto consistió en una evaluación previa de sus sub proyectos para determinar la factibilidad de implementación de las etapas del sistema; luego se procedió a desarrollar las etapas, que en síntesis son la modelación 3D, la conexión y automatización del flujo de información y finalmente la visualización de los avances.

La propuesta de implementación BIM es un sistema que almacena la información obtenida de los avances diarios de obra en parámetros de costo y tiempo creados de acuerdo a las estructuras de los formatos de valorización y cronograma, para luego ser procesados por el programa de modelación Revit de Autodesk. Este procesamiento consiste, en primer lugar, en la organización de data que luego se exporta a los formatos de valorización y cronograma, mediante cuadros de conexión; y segundo, la actualización de vistas de avance mediante el funcionamiento de parámetros condicionales y fórmulas de cálculo y sintetización de información. Por otro lado, este sistema también está apoyado en cuadros de cálculo y programas de gestión de proyectos, que procesan la data exportada del modelo ejecutando cálculos propios de valorización y planificación respectivamente. La documentación de sustento de los informes de avance, se logra obtener a partir de estos dos procesos principales.

La implementación del sistema propuesto permitió realizar el proceso de seguimiento y control de manera diaria y oportuna respectivamente; facilitando la obtención de las mediciones, costos y porcentajes de avance con precisión, como también conectando la valorización y cronograma con una única fuente de información; evitando el conteo doble y omisiones, debido a la gran cantidad de variables, en el cálculo de los metrados, evitando así la pérdida de tiempo por correcciones; dando un entendimiento visual del estado actual del proyecto, gracias a las vistas 3D, disminuyendo así la necesidad de los gerentes de construcción de hacer visitas a obra; y finalmente, permitiendo tratar gran cantidad de información detallada, más que nada gracias al modelo 3D por la utilización de parámetros y filtros.

## ABSTRACT

The monitoring and control of projects are processes that consist in the review and comparison of the progress with the projected performances and actions with the purpose of concluding the project within the established. However, the realization of these processes generates a consumption of time, inaccuracies and lack of easy understanding in the preparation of progress reports due to the lack of automation, integration and synthesis of traditional monitoring and control systems.

This research work proposes the implementation of a monitoring system and the control of time and cost in the civil works of a petrochemical project, with the purpose of evaluating the effects of the monitoring and control processes of projects.

The BIM system was implemented specifically in the execution of the civil works of the cost center Prefabricated Pipe Rack of the Gasolinas petrochemical project in two phases, which as a whole consisted in a prior evaluation of its sub-projects to determine the feasibility of the implementation of the system stages; then proceeded to develop the stages, which in the synthesis are 3D modeling, the connection and automation of the flow of information and finally the visualization of progress.

The BIM implementation proposal is a system that stores the information obtained from the daily progress of work in cost and time parameters created according to the structures of the budget and schedule formats, to be later processed by the Revit modeling program. of Autodesk. This processing consists, first of all, in calculations and the organization of data that is then exported to the budget and schedule formats, through connection tables; and second, the update of advance views through the operation of conditional parameters and formulas for calculation and synthesis of information. On the other hand, this system is also supported by calculation tables and project management programs, which process the data exported from the model by executing calculations of budget and planning respectively. The documentation of the support of the progress reports is obtained from these two main processes.

The implementation of the proposed system allowed to carry out the monitoring and control process in a daily and timely manner, respectively; facilitating the obtaining of the measurements, costs and percentages of advance with precision, as well as connecting the budget and chronogram with a single source of information; avoiding double counting and omissions, due to the large number of variables, in the calculation of the measurements, thus avoiding the loss of time by corrections; giving a visual understanding of the current status of the project, thanks to the 3D views, thus decreasing the need for construction managers to make site visits; and finally, allowing us to deal with a large amount of detailed information, mainly thanks to the 3D model due to the use of parameters and filters.

## PRÓLOGO

En este trabajo, José Luis Zarzo Aquisé realizó un estudio de las ventajas que trae consigo el uso de la metodología BIM en los procesos de seguimiento y control en la etapa de ejecución de un proyecto. En esta tesis se desarrolló e implementó un sistema de seguimiento y control de tiempo y costo basado en BIM, orientado a la obtención de información que se presenta en los informes de avance dirigidos al cliente.

Se resalta la capacidad de procesamiento y automatización del flujo de la gran cantidad de información mediante el uso de las herramientas gráficas y de cálculo del programa Revit, y las herramientas de cálculo del programa Excel; como también gracias al desarrollo de las diferentes etapas de este sistema, en las que se desarrolla la conexión entre sus componentes. De esta manera, esta tesis muestra un aspecto poco conocido de la metodología BIM, que es comúnmente conocida por la visualización, detección de interferencias y animaciones 4D de un proyecto.

Si bien este sistema se implementó en un proyecto de estructuras prefabricadas, el tesista explica su desarrollo en forma generalizada, y de esta manera deja abierta la posibilidad de adecuación e implementación en otros tipos de proyectos.

Por ello, considero que es este trabajo contribuye de forma positiva a la difusión de las nuevas tecnologías de información, para su utilización frente a las formas tradicionales de realizar los procesos de seguimiento y control de proyectos.

Mag. Ing. Félix Wilfredo Ulloa Velásquez  
Asesor de la tesis

**LISTA DE TABLAS**

Tabla N° 1	Identificación de usos BIM	36
Tabla N° 2	Criterios de evaluación de implementación BIM	60
Tabla N° 3	Descripción del proyecto por criterios de evaluación	66
Tabla N° 4	Selección de etapas a implementar	67
Tabla N° 5	Clasificación de elementos del proyecto	74
Tabla N° 6	Estructura de abreviaturas y nombres del modelo	76
Tabla N° 7	Parámetros de ingeniería	78
Tabla N° 8	Parámetros de ingreso de avances	82
Tabla N° 9	Codificación de partidas por clasificación de elementos	89
Tabla N° 10	Codificación de actividades alineación 1 por clasificación de elementos	90
Tabla N° 11	Codificación de actividades alineación 2 por clasificación de elementos	90
Tabla N° 12	Parámetros de valorización	91
Tabla N° 13	Parámetros de cronograma	92
Tabla N° 14	Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de cimentaciones	93
Tabla N° 15	Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de pilares	94
Tabla N° 16	Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de vigas	95
Tabla N° 17	Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de uniones pilar-viga	95
Tabla N° 18	Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de embebidos	96
Tabla N° 19	Tabla dinámica de cimentaciones partida 103	96
Tabla N° 20	Parámetros del cuadro MTO	99
Tabla N° 21	Filtros del modelo	101
Tabla N° 22	Columnas adicionales del cuadro MTO	102
Tabla N° 23	Partidas involucradas en las partidas incidentes	103

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1	Esquema general de la propuesta de implementación BIM (elaboración propia).	40
Figura N° 2	Esquema general de los componentes del sistema BIM (elaboración propia).	41
Figura N° 3	Esquema general de las etapas de desarrollo del sistema BIM (elaboración propia).	43
Figura N° 4	Esquema de formato de recopilación de avances (elaboración propia).	45
Figura N° 5	Esquema de Cuadro Schedule de Ingreso de Avances (elaboración propia).	46
Figura N° 6	Esquema de Desglose de Estructuras (elaboración propia).	47
Figura N° 7	Esquema de Cuadro Schedule de Ingreso de Avances (elaboración propia).	48
Figura N° 8	Esquema de Cuadro de Estado de Avances (elaboración propia).	49
Figura N° 9	Esquema de conexión de las tablas dinámicas y los RDP CBS y WBS (elaboración propia).	50
Figura N° 10	Esquema de la vista de avance de cronograma y valorización (elaboración propia).	53
Figura N° 11	Esquema de conexión entre MTO y valorización (elaboración propia).	54
Figura N° 12	Diagrama de procesos del sistema BIM (elaboración propia).	56
Figura N° 13	Vista general del Proyecto Gasolinas (elaboración propia).	62
Figura N° 14	Centro de costo 11.1: Pipe Rack Prefabricados (elaboración propia).	63
Figura N° 15	Centro de costo 11.2: Edificio Subestación (elaboración propia).	63
Figura N° 16	Centro de costo 11.3: Estructuras Especiales (elaboración propia).	64
Figura N° 17	Centro de costo 11.4: Cimentaciones Especiales (elaboración propia).	65
Figura N° 18	Centro de costo 11.5: Redes Enterradas (elaboración propia).	65
Figura N° 19	Centro de costo 11.6: Pavimentos (elaboración propia).	66

Figura N° 20	Elementos del Centro de Costo 1 (elaboración propia).	71
Figura N° 21	Modelo del Proyecto Gasolinas (elaboración propia).	72
Figura N° 22	Ejes del proyecto dentro del modelo (elaboración propia).	79
Figura N° 23	Corte que muestra elevaciones del proyecto dentro del modelo (elaboración propia).	80
Figura N° 24	Vista 3D de modelado (elaboración propia).	80
Figura N° 25	Formato de recopilación de avance diario (elaboración propia).	81
Figura N° 26	Ingreso de avances de cimentaciones (elaboración propia).	83
Figura N° 27	Ingreso de avances de pilares (elaboración propia).	84
Figura N° 28	Ingreso de avances de vigas (elaboración propia).	84
Figura N° 29	Ingreso de avances de uniones pilar-viga (elaboración propia).	85
Figura N° 30	Ingreso de avances de embebidos (elaboración propia).	85
Figura N° 31	Cost Breakdown Structure – CBS del Proyecto Gasolinas (elaboración propia).	86
Figura N° 32	Work Breakdown Structure – WBS del Proyecto Gasolinas (elaboración propia).	87
Figura N° 33	RDP en estructura CBS (elaboración propia).	88
Figura N° 34	RDP en estructura WBS (elaboración propia).	88
Figura N° 35	Conexión entre las tablas dinámicas y el RDP con estructura CBS (elaboración propia).	97
Figura N° 36	Conexión entre los RDP con estructura CBS y WBS (elaboración propia).	98

## LISTA DE SÍMBOLO Y SIGLAS

WBS	: Work Breakdown Structure.
CBS	: Cost Breakdown Structure.
GIS	: Geographic Information System.
BIM	: Building Information Modeling.
PBI	: Producto Bruto Interno.
2D	: Dos dimensiones.
3D	: Tres dimensiones.
4D	: Cuatro dimensiones.
RDP	: Reporte Diario de Avance.
TMI	: Tabla de Metrados Incidentes.
AEC	: Architecture, Engineering & Construction.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. GENERALIDADES

Wang K., Wang W., Wang H., Hsu, Wu y Kung (2016), propusieron un método que usa objetos BIM 3D para integrar el cronograma y presupuesto usando un poderoso BIM para adquisición y almacenamiento de información. Los objetos BIM son incorporados en un modelo de cuatro pasos para establecer curvas de progreso de construcción. Siendo estos cuatro pasos los siguientes: desarrollo de un modelo BIM asociado con parámetros de información, ejecución de algoritmos de búsqueda para extraer cantidades, recuperación de precios unitarios contractuales para computar los costos de las actividades, y finalmente, traslado de los costos de actividades a Excel para construir una curva S.

Elbeltagi y Dawood (2011), desarrollaron un modelo integrado visualizado de control de tiempo de proyectos para monitorear y visualizar el performance de un proyecto repetitivo. Este modelo tiene tres partes: desarrollo de un modelo matemático de control de tiempo de proyectos de construcción repetitivos, un sistema automatizado para integrar dinámicamente el progreso del proyecto con la técnica BIM, y finalmente, una herramienta basada en GIS para visualizar el progreso de los sitios de trabajo distribuidos.

Kim y Son (2013), desarrollaron un método preciso y totalmente automatizado de medición del progreso de construcción usando un BIM 4D y data 3D obtenida de una tecnología de detección remota. Este método consta de tres fases: alineamiento de la data as-built con el modelo as-planned, comparación de la data as-built con la información del BIM, y revisión del estado as-built. En la primera fase se alinea el eje coordinado de la data as-built con el modelo as-planned, en la segunda fase se compara la data 3D alineada con la data 4D BIM para determinar el estado de cada componente, y finalmente es necesario una revisión del estado as-built porque la data 3D obtenida puede estar incompleta generando una imprecisión en este.

Zhang y Arditi (2013), desarrollaron un sistema automático de registro de avances que no requiere de ninguna medición periódica de entrada realizada por algún

profesional en campo o fotografías. En esta investigación la información fue obtenida del uso de escáneres láser.

Sacks, Barak, Belaciano, Gurevich y Pikas (2012), implementaron en campo un novedoso prototipo de sistema de gestión de información de flujos de trabajo para construcción, llamado KanBIM. Se realizó en 3 periodos de observación: Control, familiarización y operación KanBIM. En el primer periodo se observó el proceso tradicional de planeamiento semanal en campo, en el segundo periodo se familiarizó al personal de campo con el sistema, por último, en el tercer periodo se probó la habilidad de los líderes de grupo para usar el sistema.

Hinostroza (2016), realizó una evaluación de la gestión de costos y tiempos usados en proyectos de construcción en el país. Como también identificó los factores inhibidores de la gestión eficaz de costos y tiempos en los proyectos de construcción desde el punto de vista de los constructores peruanos. Se realizó mediante una encuesta, la cual consistió en un cuestionario estructurado de 22 preguntas de opción múltiple.

Este trabajo de investigación plantea una propuesta de implementación de un sistema de seguimiento y control de tiempo y costo basado en BIM para conocer los impactos en cuanto al tiempo de elaboración, precisión y facilidad de entendimiento de los reportes de avance.

## 1.2. PROBLEMÁTICA

“Actualmente se reconoce que el éxito en cualquier industria y mercado está ligado con su capacidad tecnológica e innovadora. Sin embargo, en el sector de la construcción el avance es lento, es decir, no ha presentado cambios significativos respecto a cómo se viene desarrollando en fecha actual a cómo se hacía décadas atrás. Esta realidad no es ajena al sector de la construcción del Perú, en el que esta industria aporta alrededor del 7% al PBI; además, presenta una necesidad de infraestructura del 30% del PBI.” (Maceli, 2017).

“A pesar de la importancia que tiene el uso de los programas de cómputo y de la amplia gama que hay en el mercado, existe un 39% de las empresas constructoras que no los utilizan. Del 61% de las empresas que sí usan software, hay un 37%

que utilizan el Excel que son hojas de cálculo. Finalmente se tiene que solo un 38% de las constructoras utilizan software apropiados para la gestión de proyectos, como son MS Project, Primavera y S10.” (Gordillo, 2014). Es necesario resaltar que en esta investigación no se tomaron en cuenta las tecnologías de gestión visual de la información, notando así el poco desarrollo de estos.

“Una de las principales críticas a la industria de la construcción es que los proyectos son completados frecuentemente con atraso lo cual afecta la productividad de construcción en términos de tiempo y costo. El retraso del cronograma puede resultar de la mala planificación, como también del mal control de progreso, porque, si la desviación del progreso es identificada muy tarde, las acciones a menudo pueden no ser tomadas para evitar el impacto de esos retrasos en el cronograma general del proyecto.” (Turkan, Bosche, Haas C. y Haas R., 2011).

Wang K., Wang W., Wang H., Hsu, Wu y Kung (2016), hablan sobre las relaciones entre actividades de cronograma e ítems de presupuestos y los cálculos para obtener los costos en cada tipo de relación, indicando sobre estos que: “A pesar de que los cálculos anteriores se pueden llevar a cabo, es una gran pérdida de tiempo y propenso a cometer errores, específicamente cuando el proyecto consta de cientos de actividades e ítems de costo.”...”Este problema básicamente surge del hecho de que las funciones de control de cronograma y costo son realizadas independientemente el uno del otro y usan estructuras de control diferentes: el work breakdown structure (WBS) y el cost breakdown structure (CBS).”

“Los estimadores dentro de las firmas de construcción tradicionalmente usan planos y otros tipos de información 2D. Cada plano del proyecto debe ser revisado, calculando la cantidad de materiales específicos necesitados mientras que también asegurarse de no contar doble u omitir ningún material. Este proceso genera pérdida de tiempo y está orientado a los detalles, y debido a la gran cantidad de variables, los errores ocurren a menudo.” (Olsen y Taylor, 2017).

“Tradicionalmente, los gerentes de construcción caminan alrededor del sitio de construcción para verificar el progreso en diferentes actividades y entender el estado actual del proyecto.” (Zhang y Arditi, 2013).

La petroquímica es la industria que utiliza el petróleo y gas natural como materia prima para el desarrollo de una variedad de productos químicos y utiliza tecnología compleja y requiere de una gran inversión. De acuerdo con Octtinger (2011), consultor petroquímico argentino, indica en su estudio “Oportunidades y Desafíos para el Desarrollo de una Petroquímica Peruana”, la industria química y petroquímica en el Perú ha tenido un desarrollo muy limitado. Cabe resaltar que la importancia de esta industria en nuestro país radica en que mejora significativamente la balanza comercial, ya que existe menos importación y se incrementa la exportación de productos petroquímicos. Permite el desarrollo de las zonas en los que se instalan estos complejos petroquímicos, ya que trae consigo beneficios directos como la mejora de carreteras, servicios básicos, infraestructura y apoyo a las comunidades ubicadas en el área de influencia. Por ello la importancia del desarrollo de esta industria en nuestro país, y parte de ello corresponde a la etapa de construcción de estos complejos petroquímicos, y específicamente a los procesos de seguimiento y control en la ejecución de sus obras civiles dentro de la gestión de proyectos.

¿Qué impactos tiene la implementación de la metodología BIM en los procesos de seguimiento y control de tiempo y costo en la ejecución de obras civiles de un proyecto petroquímico?

La importancia de radica en la necesidad de aplicación y evaluación de nuevas tecnologías y metodologías para resolver problemas como la falta de automatización, integración y síntesis de los sistemas de seguimiento y control tradicionales que generan exceso de consumo de tiempo, imprecisiones y falta de facilidad de entendimiento en la elaboración de reportes de avance. Específicamente los proyectos petroquímicos que tienen la característica de ser complejos, estos constan de varias especialidades, como pueden ser: obras civiles, estructuras metálicas, instalación de equipos, instalaciones eléctricas, instrumentación, instalación de tuberías o piping, protección contra incendios o ignífugado, y finalmente los trabajos de pre comisionado, comisionado y puesta en marcha. Con respecto a las obras civiles, estas abarcan obras de prefabricación en concreto e izado, edificaciones, cimentaciones especiales de gran volumen, estructuras especiales, redes enterradas y canalizaciones, puestas a tierra y pavimentos; siendo la prefabricación en concreto e izado el sub proyecto

analizado en esta investigación. Por ello la necesidad de comprender las ventajas y desventajas de la aplicación de estas nuevas tecnologías.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo General

Implementar un sistema de seguimiento y control de tiempo y costo basado en BIM en la ejecución de las obras civiles de un proyecto de construcción en el sector petroquímica para evaluar su impacto.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el procedimiento de seguimiento y control de tiempo y costo en la ejecución de una obra.
- Formular el sistema de seguimiento y control de tiempo y costo utilizando BIM.
- Implementar el sistema de seguimiento y control basado en BIM en la ejecución de las obras civiles del proyecto GASOLINAS-CAFISAC.

## 1.2. HIPÓTESIS

El método tradicional consume muchas horas de trabajo, incurre en el problema de la estimación sencilla y prorrateo, como también en la falta de visualización y síntesis. Mediante la implementación del sistema propuesto se conocerá su impacto en estos aspectos del seguimiento y control de proyectos.

## CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1. PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL SEGÚN ENFOQUE PMI

La Guía del PMBOK® sexta edición (2017), describe el seguimiento y control de proyectos como el proceso de hacer seguimiento, revisar e informar el avance general a la finalidad de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto. Los beneficios clave de este proceso son que permite a los interesados comprender el estado actual del proyecto, reconocer las medidas adoptadas para abordar los problemas de desempeño y tener visibilidad del estado futuro del proyecto con los pronósticos del cronograma y de costos. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

El monitoreo es un aspecto de la dirección del proyecto que se realiza a lo largo de todo el proyecto. Consiste en recopilar, medir y evaluar las medidas y las técnicas que van a permitir efectuar mejoras al proceso. El monitoreo continuo permite al equipo de dirección del proyecto conocer la salud del proyecto e identificar las áreas que puedan requerir una atención especial. El control incluye la determinación de acciones preventivas o correctivas, o la modificación de los planes de acción y el seguimiento de los mismos para determinar si las acciones emprendidas permitieron resolver el problema de desempeño. El proceso Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto se ocupa de:

- Comparar el desempeño real del proyecto con respecto al plan para la dirección del proyecto.
- Evaluar periódicamente el desempeño para determinar la necesidad de una acción preventiva o correctiva y en su caso recomendar aquellas que se consideran pertinentes.
- Verificar el estado de los riesgos individuales del proyecto.
- Mantener, durante la ejecución del proyecto, una base de información precisa y oportuna relativa al producto o a los productos del proyecto y a su documentación relacionada.
- Proporcionar la información necesaria para sustentar el informe de estado, la medida del avance y los pronósticos.
- Proporcionar pronósticos que permitan actualizar la información relativa al costo y al cronograma actuales.

- Monitorear la implementación de los cambios aprobados cuando éstos se producen.
- Informar adecuadamente sobre el avance del proyecto y su estado a la dirección del programa, cuando el proyecto forma parte de un programa global.
- Asegurar que el proyecto permanezca alineado con las necesidades de negocio.

#### 2.1.1. Control de cronograma

Entendiendo que un cronograma se puede definir como una representación gráfica y ordenada de un conjunto de funciones y tareas a realizarse en un tiempo determinado y bajo unas especificaciones estipuladas, la Guía del PMBOK® sexta edición (2017), describe el control de cronograma como el proceso de monitorear el proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del cronograma. El beneficio clave de este proceso es que la línea base del cronograma es mantenida a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

La actualización del modelo de programación requiere de conocer el desempeño real a la fecha. Cualquier cambio con respecto a la línea base del cronograma solo se puede aprobar a través de los procesos de control integrado de cambios. El proceso de controlar el cronograma se ocupa de:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto.
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma.
- Reconsiderar las reservas de cronograma necesarias.
- Determinar si el cronograma del proyecto ha cambiado.
- Gestionar los cambios reales conforme suceden.

#### 2.1.2. Control de costo

Entendiendo que un presupuesto se puede definir como una serie de cálculos y predicciones financieras objetivas, que establecen las metas a las cuales debe llegar una compañía en un plazo determinado, la Guía del PMBOK® sexta edición (2017), describe el control de costo como el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos. El beneficio clave de este proceso es que la línea base de costos

es mantenida a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

Para actualizar el presupuesto es necesario conocer los costos reales en las que se ha incurrido hasta la fecha. Cualquier incremento con respecto al presupuesto autorizado sólo se puede aprobar a través de los procesos de control integrado de cambios. Monitorear el gasto de fondos sin tener en cuenta el valor del trabajo que se está realizando y que corresponde a ese gasto tiene poco valor para el proyecto, más allá de dar seguimiento a la salida de fondos. Gran parte del esfuerzo de control de costos se dedica a analizar la relación entre los fondos del proyecto consumidos y el trabajo efectuado correspondiente a dichos gastos. La clave para un control de costos eficaz es la gestión de la línea base de costos aprobada.

El control de costos del proyecto incluye:

- Influir sobre los factores que producen cambios a la línea base de costos autorizada;
- Asegurar que todas las solicitudes de cambio se lleven a cabo de manera oportuna;
- Gestionar los cambios reales cuando y conforme suceden;
- Asegurar que los gastos no excedan los fondos autorizados por periodo, por componente de la EDT/WBS, por actividad y para el proyecto en su totalidad;
- Monitorear el desempeño del costo para detectar y comprender las variaciones con respecto a la línea base de costos aprobada;
- Monitorear el desempeño del trabajo con relación a los gastos en los que se ha incurrido;
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre utilización de costos o de recursos;
- Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados; y
- Realizar las acciones necesarias para mantener los excesos de costos previstos dentro de límites aceptables.

## 2.2. PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL SEGÚN ENFOQUE PRINCE2

De acuerdo a Turley (2017), para el gestor de proyectos el propósito de los procesos en la etapa de control es el de asignar los trabajos a realizarse, monitorear este trabajo, lidiar con los problemas, reportar el progreso al ejecutivo del proyecto y tomar acciones correctivas para asegurar que el estado permanezca dentro de la tolerancia.

Hay ocho actividades dentro de los procesos de la etapa de control y están divididos en tres partes que también describen el trabajo de los gestores de proyectos, estos son:

### 2.2.1. Paquetes de trabajo

#### 2.2.1.1. *Autorizar un paquete de trabajo*

Los paquetes de trabajo proveen al Project manager una manera para agrupar tareas y controlar como estas son asignadas, ejecutadas, monitoreadas y entregadas. Un paquete de trabajo contiene le trabajo requerido para crear uno o más productos o subproductos.

PRINCE2 recomienda las siguientes acciones para el Project manager en esta actividad:

- Revisar la programación para conocer el siguiente producto a crear y el esfuerzo requerido.
- El Project manager tiene que conocer con anterioridad la programación del proyecto para entender los controles, estándares de calidad requeridos y como es que los productos van a ser entregados cuando se completen.
- La definición de paquetes de trabajo envuelve la reunión de información descriptiva y otras relevantes para el jefe de equipo, así como técnica a usar, requerimientos de instalación, mantenimiento, tolerancias, hitos y reportes.
- El Project manager puede revisar el paquete de trabajo junto al jefe de equipo para entender que se debe hacer y aceptarlo. Luego ellos pueden estar autorizados para empezar.

- El jefe de equipo creará el plan para su equipo, y puede ser revisado por el Project manager.

#### 2.2.1.2. *Revisar el estado del paquete de trabajo*

Aquí es donde el Project manager revisa el trabajo siendo ejecutado por el equipo. La principal información de entrada para el Project manager serán los reportes de control creados por el jefe de equipo regularmente. El Project manager revisará el reporte de control y puede compararlo con la programación. Ellos también revisan el registro de calidad para ver si los productos pasaron las pruebas de calidad

#### 2.2.1.3. *Recibir el paquete de trabajo completado*

El Project manager asegura que los jefes de equipo hayan completado el trabajo definido en el paquete de trabajo revisando el registro de calidad y viendo si los productos han sido revisados y aprobados.

### 2.2.2. Monitorear y reportar

#### 2.2.2.1. *Revisar el estado de la etapa*

En esta actividad, el Project manager revisa lo ocurrido hasta el momento y lo compara con lo esperado. Esto da una vista precisa del progreso actual.

Las actividades que realiza el Project manager son las siguientes:

- Revisar el estado actual, revisar el registro de calidad, revisar el registro de riesgos, capturar y examinar los problemas usando el registro de problemas, y revisar las acciones correctivas en curso.
- Si hay algún problema o riesgo que necesite atención, o alguna acción correctiva, el Project manager usará otras actividades.
- El Project manager puede actualizar los registros de riesgo, registro problemas, cronograma y lecciones aprendidas.

#### 2.2.2.2. *Reportar aspectos destacados*

Un informe destacado se usa para proveer un resumen del estado del proyecto al ejecutivo de proyecto, informa sobre cualquier problema potencial donde el ejecutivo pueda ayudar. El reporte destacado consta de entre dos o tres páginas. Este reporte contiene la siguiente información:

- Fecha y periodo del proyecto.
- Resumen de estado.
- Reporte del periodo actual.
- Reporte del próximo periodo.

### 2.2.3. Problemas

#### 2.2.3.1. Capturar y examinar problemas y riesgos

Para los problemas que necesitan ser manejados con formalidad, se debe hacer lo siguiente:

- Ingresar el problema al registro de problemas tan pronto sea capturado.
- Categorizar como cambio, falta de especificación o un problema.
- Evaluar la severidad y la prioridad del problema.
- Evaluar el impacto del problema en el plan general.
- Crear un reporte de problemas.
- Reportar un problema de acuerdo con la estrategia de gestión.

El proceso es similar con respecto a los riesgos.

#### 2.2.3.2. Problemas y riesgos crecientes

Para crear el reporte de problemas y riesgos se recomienda lo siguiente:

- El Project manager inicia examinando los efectos del problema o riesgo en el plan general.
- Luego determina diferentes opciones para recuperar el estado del plan y se evalúa el sobre costo.
- Evaluar el impacto del proyecto en cada opción.
- Colocar esta información en el reporte de problemas y riesgo, luego tomar una decisión.

#### 2.2.3.3. Tomar acciones correctivas

De acuerdo al manual PRINCE2, la toma de acciones correctivas es realizada por el Project manager, implementando las sugerencias usualmente dadas por el ejecutivo de proyecto para corregir el problema o riesgo y mantenerlo dentro de la

tolerancia. El Project manager incluso puede crear un nuevo paquete de trabajo o actualizar el existente y asignarlo al jefe de equipo si es requerido.

Una vez que la acción correctiva ha sido tomada, el Project manager revisa y actualiza lo siguiente:

- El registro de problemas y el reporte de problemas si se trata de problemas, y el registro de riesgos si se trata de riesgos.
- También pueden actualizar el plan general para mostrar el trabajo extra realizado y revisar los que cambió del producto.

Se toma una acción correctiva cuando se realiza un trabajo extra y la actividad debe mantenerse dentro de la tolerancia. Se usa un reporte de problemas y riesgos cuando las actividades se salen de las tolerancias establecidas, entonces las actividades no toman más tiempo de lo planeado.

## 2.3. BIM

### 2.3.1. Definición

Existe una variedad de definiciones de BIM, citaremos a continuación las más representativas:

La National Building Information Modeling Standards (NBIMS) define BIM como una representación digital de características físicas y funcionales de una instalación. BIM es un recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre una instalación que forma una base confiable para las decisiones durante su ciclo de vida; definido como existente desde la concepción más antigua hasta la demolición. Una premisa básica de BIM es la colaboración entre diferentes partes interesadas en diferentes fases del ciclo de vida de una instalación para insertar, extraer, actualizar o modificar información en BIM para respaldar y reflejar los roles de esa parte interesada.

La asociación BuildingSMART define BIM como “una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas

tradicionales de diseño basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costos (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costos de operación”.

El glosario del BIM handbook de Eastman (2008) define BIM como un verbo o adjetivo para describir herramientas, procesos y tecnologías que facilitan la documentación digital de una edificación, su rendimiento, su planificación, su construcción, y luego su operación.

La compañía Autodesk define BIM como “un método innovador para facilitar la comunicación entre los sectores de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Con BIM, arquitectos e ingenieros generan e intercambian información de manera eficiente, crean representaciones digitales de todas las fases del proceso de construcción y simulan el rendimiento en la vida real, lo que perfecciona el flujo de trabajo, aumenta la productividad y mejora la calidad...”

Es una metodología de trabajo que usa un modelo digital 3D, que consta de elementos geométricos en los cuales se puede gestionar información que se genera en la etapa de diseño, construcción y de operación y mantenimiento. Permitiendo un flujo de información óptimo entre los diferentes equipos participantes de un proyecto. Entendiendo como flujo de información óptimo, aquel que conduce a un resultado preciso, organizado, resumido, automatizado y fácilmente comprensible.

### 2.3.2. Origen

El Handbook de Eastman (2008) menciona que el termino BIM surgió en el año 1975 cuando el mismo Charles M. Eastman publicó en la AIA Journal su “Building Description System”, en la cual dio nociones del termino BIM como: “...definiendo interactivamente elementos, derivando secciones, planos, vistas isométricas o perspectivas de la misma descripción de elementos. Cualquier cambio o arreglo sería hecho solamente una vez para todos los dibujos. Todos los dibujos derivados de la misma disposición de elementos serían automáticamente consistentes, cualquier tipo de análisis cuantitativo podría ser generado fácilmente, proporcionando una sola base de datos integrada para análisis visuales y

cuantitativos...”. En inicios de los años ochenta, este método fue comúnmente descrito en USA como “Building Product Models”, y en Europa, principalmente en Finlandia, como “Product Information Models”. El siguiente paso en la evolución de la nomenclatura fue eliminar el término “Product” para finalmente obtener lo que hoy en día se conoce como “Building Information Modeling”. El primer uso documentado del término “Building Information Modeling” apareció en el título del ensayo de Robert Aish, y luego con la compañía GMW Computers Ltd.

### 2.3.3. Software

A la fecha existe una gran variedad de softwares BIM, en este punto solo se mencionará los más relevantes.

Revit, es un programa de modelamiento BIM de la compañía Autodesk. Es una herramienta informática de dibujo asistido por computadora que permite diseñar elementos de modelación paramétricos basados en objetos inteligentes y en tres dimensiones. Por ello, Revit provee una asociación completa de orden bidireccional. Gracias al motor de cambios paramétricos de Revit, cualquier cambio del proyecto, significa un cambio en todos los lugares instantáneamente, sin que el usuario tenga que realizarlo. A pesar de existir desde 1997, se popularizó en 2002 cuando su empresa desarrolladora, Revit Technology Corporation fue comprada por Autodesk Inc. Dentro de este programa podemos encontrar REVIT Architecture, REVIT Structure y REVIT MEP.

ArchiCAD, pertenece a la compañía Graphisoft, que en 1984 sacó al mercado la aplicación Radar CH, también conocida como ArchiCAD 1.0, el primer software de CAD en 3D. Al igual que Revit, ArchiCAD se organiza en torno a un archivo único, con un sistema de librerías que puede ser referido a archivos externos o que pueden pertenecer al propio proyecto. Pero a diferencia de Revit, mantiene algunas herramientas tradicionales de CAD, como el sistema de capas, o el plotteado según conjunto de plumillas.

Allplan, desarrollado por la empresa Nemetschek, es un software CAD paramétrico para arquitectura e ingeniería. En 1984 lanzaron su primer software de CAD, Allplan V1, y luego ha ido incorporando procedimiento BIM en él. Sin embargo, la estructura de documentación de Allplan es totalmente diferente a las otras aplicaciones BIM ya que los proyectos se guardan en carpetas que contienen

multitud de archivos con la información del modelo, que se organiza por plantas y categorías de objetos. Esto lo hace mucho menos ágil a la hora de navegar por el proyecto, si lo comparamos con las aplicaciones desarrolladas.

Bentley Systems es una empresa desarrolladora de softwares aplicados al ciclo de vida de un proyecto. Entre sus herramientas más conocidas están el Microstation para el modelado de la información, el equivalente a AutoCAD, es una mesa de dibujo en el que operan herramientas de análisis estructural, geotécnico, arquitectura, redes viales y otros; como también está el ProjectWise, que es un gestor de información integrado a modelos elaborados en Microstation; y finalmente AssetWise, que controla la operación de los objetos de la vida real, llevando su historial de vida.

Trimble Inc. es una empresa internacional que trabaja en tecnología relacionada con el posicionamiento para distintas industrias. Las soluciones de software de Tekla para el modelado de información de construcción e ingeniería industrial avanzado forman parte de la oferta de Trimble. Tekla, es una compañía que también tiene un software, con el mismo nombre que esta, dedicada a BIM. Este es uno de los softwares más especializados en el cálculo y diseño de estructuras de acero. Los modelos Tekla contienen información detallada, confiable y precisa.

#### 2.3.4. Dimensiones

Las dimensiones de un modelo hacen referencia a los aspectos de la gestión de proyectos que se pueden gestionar en un modelo tridimensional, estos pueden ser 4D, 5D, 6D e incluso 7D.

Un modelo 4D se refiere a que en un modelo 3D también se manejará la información de tiempo. Es decir, se puede asignar a cada elemento una secuencia de construcción. Nos permite controlar la dinámica del proyecto, realizar simulaciones de las diferentes fases de ejecución, diseñar el plan de ejecución y anticipo de posibles dificultades, aumentando así la productividad y facilitando el cumplimiento previsto inicialmente.

Un modelo 5D abarca el control de costo y estimación de gastos de un proyecto, teniendo así más control sobre la información financiera y contable y mejorando

por tanto la rentabilidad del proyecto y facilitando el cumplimiento de presupuestos previstos inicialmente.

Un modelo 6D permite tratar la información de sostenibilidad energética de un proyecto, brinda la oportunidad de conocer cómo será el comportamiento del proyecto antes de que se tomen decisiones importantes y mucho antes de que comience la construcción teniendo en cuenta su situación, orientación, conductividad térmica de los materiales, etc. Al realizar estos análisis energéticos con software específico para ello, el proyecto puede reducir significativamente su consumo energético.

Un modelo 7D se emplea para las operaciones de mantenimiento de las instalaciones durante la vida útil de los edificios, ya que consiste en un modelo as-build de los mismos. Permite conocer el estado de las instalaciones, especificaciones sobre su mantenimiento, manuales de uso, fechas de garantía, etc.

Como se mencionó anteriormente cada dimensión agregada a un modelo BIM es un nuevo aspecto de la gestión de proyectos, por ello es lógico pensar en modelos 8D, 9D e incluso 10D, que por ejemplo incluyan información de la gestión de calidad, riegos, etc.

## 2.4. IMPLEMENTACIÓN BIM

### 2.4.1. Funciones BIM

En su trabajo de investigación Sacks, Koskela, Dave y Owen (2010), identificaron los aspectos clave relevantes de las funcionalidades que la tecnología BIM provee para compilar, editar, evaluar, y reportar información sobre proyectos de construcción. Los cuales son:

- *Visualización de forma (para una evaluación estética y funcional)*. Todos los sistemas BIM proveen la habilidad para renderizar los diseños con cierto grado de realismo, haciendo los diseños de construcción accesibles para los participantes no técnicos del proyecto y stakeholders más que con dibujos técnicos.

- *Rápida generación de alternativas de diseño múltiple.* Los diseñadores pueden manipular la geometría de diseño eficientemente tomando ventaja de las relaciones paramétricas y el comportamiento “inteligente”, el cual mantiene la coherencia del diseño, y la generación automática y diseño de componentes detallados (e.g., detalles de conexión automatizados en acero de construcción). Esto no era posible con los sistemas CAD.
  
- *Uso de data del modelo para análisis predictivos del performance de la edificación.* Este tiene tres aspectos:
  - Algunos productos de software BIM tienen herramientas de análisis de ingeniería integradas (así como elementos-finitos y análisis de energía) y muchos pueden exportar data procesada relevante para importar a una tercera herramienta de análisis externa. Los grados variables del esfuerzo humano son necesarios para adaptar la data exportada a las formas requeridas por la herramienta de análisis, y los diferentes grados de sobre trabajo son requeridos para cambiar los modelos de análisis cuando el modelo de la edificación ha cambiado. Sin embargo, los procedimientos son más productivos, menos propensos a los errores, y más rápidos que la compilación de los modelos de análisis desde cero.
  
  - Estimación automatizada de ciclo de vida y costo de construcción con links hacia fuentes online de data de costos.
  
  - Evaluación automatizada de conformidad para el valor de programa/cliente y la verificación de cumplimiento de código usando procesamiento de reglas. Una revisión comprensiva reciente muestra que mientras esta funcionalidad está limitada por el alcance, su desarrollo está mucho más allá de la etapa de prueba de concepto.
  
- *Mantenimiento de la información la integridad de modelo de diseño.* Esta capacidad es lograda por que las herramientas BIM almacenan cada pieza de información una vez, sin la repetición común en sistemas de dibujo donde la misma información de diseño y guardada en muchos dibujos o vistas de dibujo (así como en un plano, una elevación, y una hoja de detalle). La integridad geométrica también es mejorada donde las capacidades de revisión de

interferencias automáticas de las herramientas software de integración de modelos son usados para identificar y remover interferencias físicas entre las partes del modelo.

- *Generación automática de dibujos y documentos.* Los diferentes softwares de BIM ofrecen diversos grados de automatización las primeras generaciones de dibujos y documentos. Por definición, sin embargo, un sistema BIM es una que automáticamente propaga cualquier cambio del modelo a los reportes, así manteniendo la integridad automáticamente entre el modelo y los reportes. Algunos, pero no todos, también ofrecen una completa edición bidireccional, donde el modelo puede ser editado directamente desde links de objetos del modelo dentro de los dibujos.
- *Colaboración en diseño y construcción.* La colaboración en diseño y construcción esta expresado de dos maneras: “internamente”, donde múltiples usuarios dentro de una sola organización o disciplina editan el mismo modelo simultáneamente, y “externamente”, donde múltiples modeladores revisan modelos multidisciplinarios fusionados o separados simultáneamente para la coordinación de diseño. Mientras en el modo interno los objetos pueden ser bloqueados para permitir inconsistencias donde los objetos deberían ser editados para producir múltiples versiones, en el modo externo solo las representaciones no editables son compartidas, evitando el problema, pero haciendo cumplir la necesitada de cada disciplina para modificar sus propios objetos separadamente antes de revisar si los conflictos están resueltos.
- *Rápida generación y evaluación de alternativas de planes de construcción.* Los numerosos paquetes comerciales están disponibles para visualización 4D de cronogramas de construcción. Algunas automatizan la generación de tareas de construcción y el modelado de dependencias y prerrequisitos (así como la terminación de la revisión de tareas anteriores, espacio, información, y seguridad) y recursos (cuadrillas, materiales, equipamiento, etc.) usando librerías de procesos de construcción, entonces esos cambios a los planes pueden ser realizados y evaluados en cuestión de horas. A pesar de que el uso no está extendido, algunos proveen funciones que permiten una simulación de un evento discreto de los procesos de construcción y los planes.

Tales desarrollos permiten ensayar procesos de construcción y una optimización iterativa.

- *Comunicación online/electrónica basada en objetos.* En el presente, la comunicación online está largamente limitada para los intranets de los proyectos y servidores modelo avanzados. Sin embargo, más sistemas sofisticados que integran la información del producto en las herramientas BIM con información de procesos desde los sistemas de información de toda la empresa movieron más allá las investigaciones tempranas y siendo implementadas para procesos. Estas herramientas novedosas permiten la visualización de procesos y el estado del producto usando las vistas de modelos gráficos de construcción para entregar la información a los trabajadores en los ambientes de construcción (Sacks et al. 2008). Lewis y el sistema KanBIM (Sacks et al. 2010), que entregan un producto integrado e información de procesos directamente, son ejemplos de investigación. En un futuro cercano, esos sistemas también usarán vistas de modelos de construcción para proveer el contexto para la recolección de la información de estado y fuera de los sitios.
- *Transferencia directa de información para ayudar a la fabricación controlada por computadora.* La transferencia directa de información para ayudar a la fabricación controlada por computadora de componentes de construcción (refuerzos, miembros de acero estructural, etc.) usando maquinas controladas numéricamente ya son comunes.

#### 2.4.2. Niveles de desarrollo LOD

Con respecto a los niveles de desarrollo, la plataforma web MundoBIM (2017) explica lo siguiente:

- *LOD100 – Conceptual.* En el modelo aparece un símbolo, o un marcador genérico, sin forma particular y que no cumple nivel LOD200. No hay datos de geometría ni dimensiones. Información de cantidades para estimar costos se obtiene de otras fuentes relacionadas con el diseño, y las estimaciones deben considerarse aproximadas.

- *LOD200 – Geometría.* En el modelo aparece un objeto genérico o un ensamblaje genérico, que tiene dimensiones, cantidades, ubicación y orientación aproximadas. El objeto tiene algo de información asociada, y se pueden obtener de él algunas cantidades y datos para estimar costo de manera aproximada.
- *LOD300 – Construcción.* En el modelo aparece una representación específica del objeto o sistema, preciso en dimensiones, cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación. Se pueden tomar medidas y cantidades directamente del modelo, sin recurrir a documentos complementarios, especificaciones complementarias o notas complementarias. El origen de coordenadas está claramente definido, y el objeto puede ubicarse correctamente respecto a este origen. Los objetos tienen información asociada, que sirve para su identificación y compra (marcas, modelos, números de catálogo, etc).
- *LOD350 – Coordinación y colisiones.* Se cumple todo lo indicado para LOD300, pero además el objeto tiene modeladas todas las conexiones que le permiten interactuar con otros sistemas, por ejemplo, colgantes, soportes, bases, placas, etc. El elemento LOD350 permite hacer análisis preciso de colisiones y conflictos de espacio.
- *LOD400 – Fabricación.* Se tiene un nivel de detalle en el modelo superior a LOD350, y suficiente para producir dibujos y planos de taller, y fabricar/installar el elemento en su totalidad. En el modelo se muestra la forma de instalar el elemento, con todos los accesorios y piezas requeridos.
- *LOD500 – As Built.* Se cumplen los requerimientos de LOD400, y además el elemento se encuentra construido, se midió en campo y cualquier cambio respecto a lo indicado por el modelo fue subsanado. El modelo refleja de manera precisa lo que existe construido en la realidad.

#### 2.4.3. Identificación de objetivos y usos BIM

Existen muchas tareas que se pueden ver beneficiadas por la incorporación de BIM, estos beneficios se vieron en el punto 2.4.1., de acuerdo a Sacks, Koskela, Dave y Owen (2010). Por otro lado, el BIM Project Execution Planning Guide versión 2.1 de la BuildingSMART alliance (2015) menciona 25 usos de BIM de acuerdo a su ciclo de vida, que son las fases de planificación, diseño, construcción

y operación. Son estos últimos los que también proponen un método para identificar los objetivos y usos para un proyecto, que consiste en el uso de un cuadro de tres columnas como se muestra en la tabla N° 1. En la primera se coloca la prioridad del objetivo utilizando números que van de uno a tres, en la segunda de agrega una descripción del objetivo, y en la última se colocan los potenciales usos o funciones BIM a implementar. Una vez identificados los objetivos, se debe identificar apropiadamente las tareas que se desean realizar en BIM, como también el nivel de desarrollo con el que se desea trabajar.

Tabla N° 1 Identificación de usos BIM

Priority (1-3)	Goal Description	Potential BIM Uses
<b>1 - Most Important</b>	<b>Value added objectives</b>	
2	Increase Field Productivity	Design Reviews, 3D Coordination
3	Increase effectiveness of Design	Design Authoring, Design Reviews, 3D Coordination
1	Accurate 3D Record Model for FM Team	Record Model, 3D Coordination
1	Increase effectiveness of Sustainable Goals	Engineering Analysis, LEED Evaluation
2	Track progress during construction	4D Modeling
3	Identify concerns associated with phasing on campus	4D Modeling
1	Review Design progress	Design Reviews
1	Quickly Assess cost associated with design changes	Cost Estimation
2	Eliminate field conflicts	3D Coordination

Fuente: BIM Project Execution Planning Guide versión 2.1 de la BuildingSMART alliance (2015)

## **CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DEL PROCEDIMIENTO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE TIEMPO Y COSTO**

### **3.1. METODOLOGÍA TRADICIONAL**

En la realización de los procesos de seguimiento y control de tiempo y costo, en la etapa de construcción de un proyecto, se utilizan sistemas que en su desarrollo parten del cálculo de los metrados. Que, si bien al inicio de obra se cuenta con información proveniente de los documentos aprobados para su ejecución, es necesario su recalcado ya que estos pueden no ser exactos, debido a que en la etapa de diseño se hacen estimaciones aproximadas para la licitación de los proyectos. Luego, cobran mayor importancia en la etapa de construcción ya que son las cantidades que realmente se va a ejecutar.

Los metrados se calculan de manera manual procesando la información proveniente de planos 2D, que en muchas ocasiones consiste en pintar y marcar planos, el uso de herramientas manuales como por ejemplo reglas, o el uso de programas CAD que si bien reducen el tiempo de trabajo todavía imitan el tradicional proceso de dibujo mediante lápiz y papel; todo esto que conlleva a estimaciones erróneas y exceso de horas de trabajo. Por otro lado, la información obtenida sirve para un solo propósito que es el de conocer las cantidades y no ve la posibilidad de conectarla a un sistema de seguimiento y control. Un sistema de seguimiento y control requiere del flujo de una gran cantidad de información, que tradicionalmente fluye entre sus diferentes componentes de forma manual. Siguiendo esta idea, el cálculo de metrados comúnmente se limita a utilizar información básica como dimensiones, códigos de identificación de los planos correspondientes, unidades de medida, y estimaciones parciales y totales; lo que resulta en información rígida, incapaz de integrarse a los demás componentes de un sistema de seguimiento y control, como pueden ser por ejemplo la valorización, el cronograma de seguimiento, el registro de producción diaria, entre otros. Por ello los metrados requieren de información propia de estos componentes para lograr organizarlos y desarrollar su interconexión.

Con respecto a la forma tradicional de mostrar el estado de avance de un proyecto, este se realiza mediante cuadros, gráficos de barras y curvas, que comúnmente

son entendidas solo por los involucrados específicamente en las tareas de planificación y costos y por lo tanto inutilizables en reuniones de coordinación.

Por lo explicado anteriormente, podemos decir que los procesos de seguimiento y control necesitan de metodologías y tecnologías capaces de mejorarlos en cuanto a la precisión, rapidez y comprensión.

### 3.2. ADOPCIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS PETROQUÍMICOS

En la investigación de Tapia (2018) sobre la adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y El Callao, concluye que la implementación BIM se da en su mayoría en proyectos de gran envergadura, por el hecho de ser ejecutadas por empresas grandes. En el caso de los proyectos petroquímicos, en su mayoría son considerados de gran envergadura y complejidad, y normalmente son ejecutados por empresas especializadas, que en sus propuestas técnicas es imprescindible la solicitud de áreas BIM, ya que en estos proyectos convergen diversas especialidades como obras civiles, estructuras metálicas, instalación de equipos, instalaciones eléctricas, instrumentación, instalación de tuberías o piping, protección contra incendios o ignifugado, y finalmente los trabajos de pre comisionado, comisionado y puesta en marcha.

Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones de la metodología BIM se dan en la etapa de diseño<sup>1</sup>. Mientras que en la etapa de construcción la más aplicada es el modelo 4D para el monitoreo del progreso, que se limita a diferenciar los avances por colores, y constructibilidad; cuando es en esta etapa donde se registra, procesa y analiza la mayor cantidad de información y aun así no se desarrollan aplicaciones en este aspecto, siendo la metodología BIM una poderosa herramienta de gestión de la información.

---

<sup>1</sup> Aplicaciones como el diseño colaborativo, visualización 3D, detección de interferencias, compatibilización de instalaciones, obtención de planos, y otro.

## **CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN BIM**

En este capítulo se presentará la propuesta de implementación BIM y se explicarán, de manera generalizada, sus componentes, el desarrollo de las etapas y los procesos que sigue, como también una evaluación de factibilidad de implementación.

### **4.1. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN BIM**

Las herramientas BIM dan una visión de la gestión de información de construcción dirigida a elementos en modelos 3D. En este sentido, la información que gestiona la propuesta de implementación BIM que se presenta, está orientada a los procesos de seguimiento y control. Información que abarca la data inicial de costo y tiempo y la que se genera a lo largo de la ejecución de un proyecto hasta su culminación.

La propuesta de implementación BIM es un sistema que almacena la información obtenida de los avances diarios de obra en parámetros de costo y tiempo creados de acuerdo a las estructuras de los formatos de valorización y cronograma, para luego ser procesados por el programa de modelación Revit de Autodesk. Este procesamiento consiste, en primer lugar, en el cálculo y organización de data que luego se exporta a los formatos de valorización y cronograma, mediante cuadros de conexión; y segundo, en la actualización de vistas de avance mediante el funcionamiento de parámetros condicionales y fórmulas de cálculo y sintetización de información. Por otro lado, este sistema también está apoyado en cuadros de cálculo y programas de gestión de proyectos, que procesan la data exportada del modelo ejecutando cálculos propios de valorización y planificación respectivamente. La documentación de sustento de los informes de avance, que de ahora en adelante se les denominará como “entregables”, se logra obtener a partir de estos dos procesos principales.

El sistema BIM que se propone está orientado a la obtención de los entregables que se presentan en un informe de avance de planificación y costos, que está dirigido al equipo de ingenieros supervisores del área, en el marco de un proyecto

a precios unitarios. Por ello, este sistema no trabaja la información de gestión interna en su totalidad, solo ciertos aspectos.

En los siguientes puntos se explicará la propuesta de implementación BIM con más detalle. Se hablará sobre los componentes, el desarrollo de las etapas, los procesos y la evaluación de implementación BIM. Para ello se utilizará la figura N° 1 como estructura general.

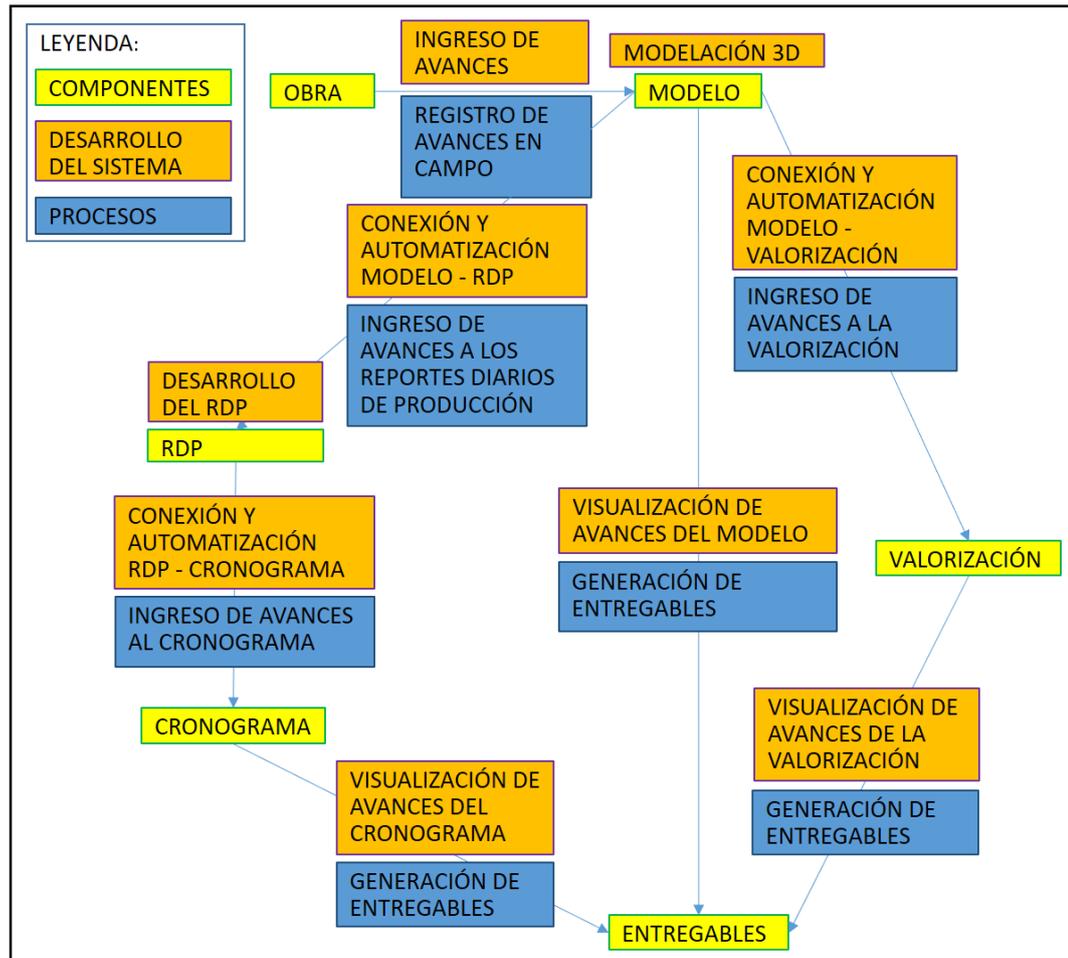


Figura N° 1 Esquema general de la propuesta de implementación BIM (elaboración propia).

#### 4.2. COMPONENTES

Los componentes se explicarán de acuerdo al esquema de la figura N° 2.



Figura N° 2 Esquema general de los componentes del sistema BIM (elaboración propia).

#### 4.2.1. Obra

Es el lugar donde se realizan las actividades para cumplir con la ejecución del alcance del proyecto. En este se genera la información de avance que alimenta al sistema.

#### 4.2.2. Modelo

Es la representación tridimensional del proyecto que organiza, resume, calcula y visualiza la información de avance de campo.

#### 4.2.3. Reporte Diario de Producción

Es un cuadro de registro diario de avances basado en metrados. Utiliza la información de avance procesada del modelo para hacer un registro diario de avance organizado en WBS y CBS.

#### 4.2.4. Valorización

Es un cuadro de registro mensual de avances basado en montos económicos organizados por partidas. Utiliza la data de avance del modelo.

#### 4.2.5. Cronograma

Es el alcance y planificación del proyecto organizado en una lista de actividades. Utiliza los porcentajes de avance del cuadro de registro de avance diario organizado en WBS para calcular los cronogramas de seguimiento.

#### 4.2.6. Entregables

Son los formatos solicitados por el cliente. Usa la información de los componentes anteriores para determinar el estado de avance. Estos pueden ser diarios, semanales, mensuales y de cierre de proyecto.

### 4.3. ETAPAS DE DESARROLLO DEL SISTEMA

El desarrollo del sistema parte de una información básica entregada por el cliente, estos son los planos APC, formato básico de presupuesto y valorización, y formato básico de cronograma. Este punto se explicará utilizando la figura N° 3, que es un esquema que muestra la totalidad de las etapas y sub etapas de desarrollo del sistema.

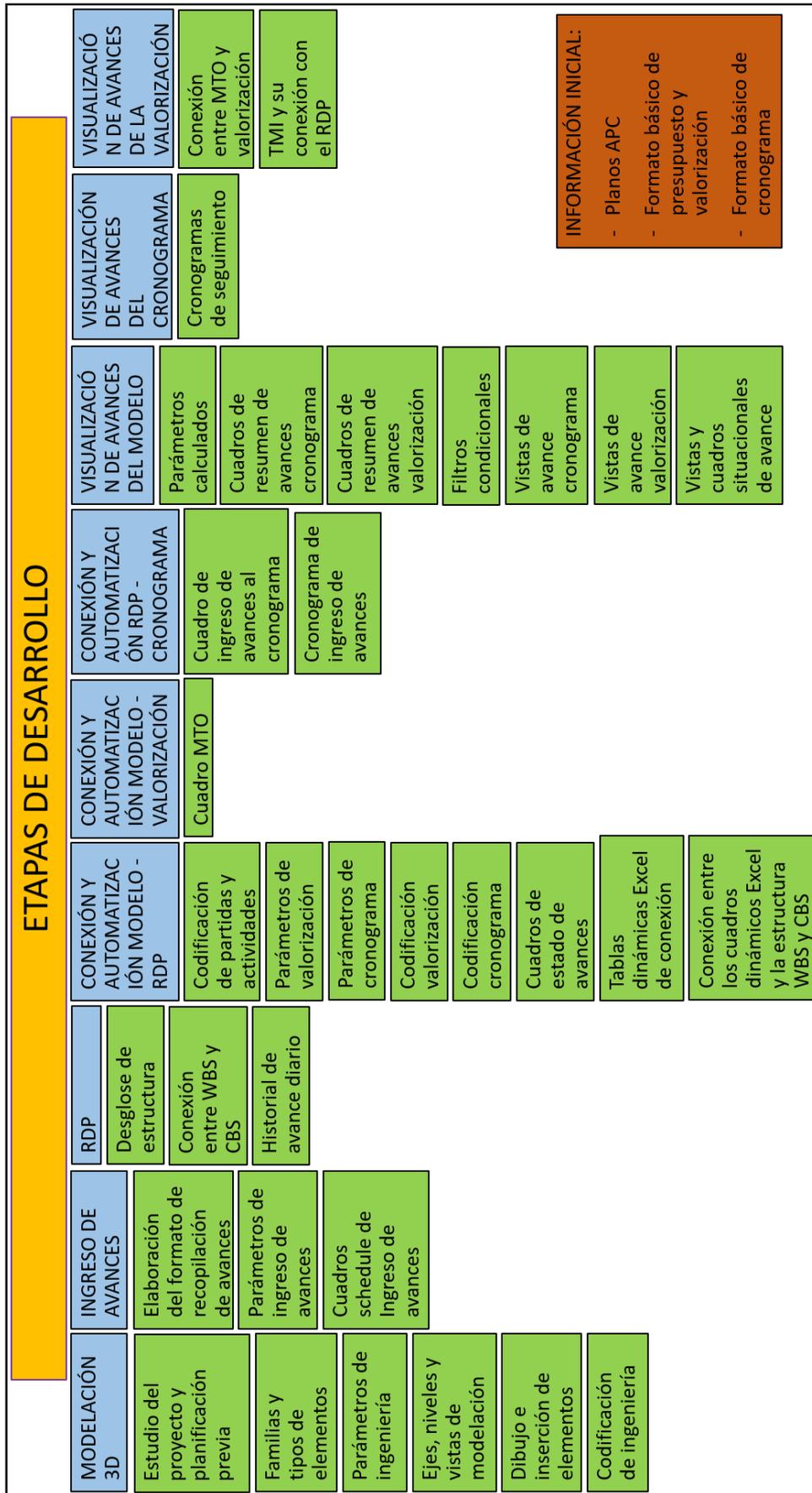


Figura N° 3 Esquema general de las etapas de desarrollo del sistema BIM (elaboración propia).

#### 4.3.1. Modelación 3D

Se realiza la representación tridimensional de los objetos que conforman el alcance del proyecto a través del software Revit. En esta etapa el modelo cuenta con la información básica por defecto del programa y la ingresada desde los planos del proyecto. A continuación, se explica el desarrollo detallado de la modelación 3D:

##### 4.3.1.1. Estudio del proyecto y planificación previa

Se analiza la forma y clasificación de elementos mediante la revisión de los planos de las diferentes especialidades, para hacer una lista de la clasificación por tipo indicando su nomenclatura y dimensiones. Como también, se desarrolla la estructura de abreviaturas y nombres de las vistas en planta, cortes, elevaciones, vistas 3D, Shedules y Sheets.

##### 4.3.1.2. Familias y tipos de elementos

Utilizando las listas de clasificación por tipo y de partidas y actividades, se procede a crear las familias y tipos de elementos.

##### 4.3.1.3. Parámetros de ingeniería

Se crean parámetros tipo texto para almacenar la información restante de los planos que no se hayan ingresado en la creación de familias y tipos de elementos.

##### 4.3.1.4. Ejes, niveles y vistas de modelación

Previo al modelado se dibujan los ejes, niveles y vistas de corte, elevación y 3D para preparar y optimizar el proceso dibujo e inserción de elementos.

##### 4.3.1.5. Dibujo e inserción de elementos

Se procede a dibujar e insertar los elementos que conforman el proyecto apoyándose en las familias y tipos de elementos creados previamente.

##### 4.3.1.6. Codificación de ingeniería

Una vez se tienen los elementos dibujados e insertados, se procede a volcar la información correspondiente a los parámetros de ingeniería.

#### 4.3.2. Ingreso de Avances

Se desarrolla el formato de recopilación de avances. Como también se desarrollan los cuadros de ingreso de avances para cada clasificación, donde se muestran todas las etapas de ejecución de los elementos. A continuación, se explica el desarrollo detallado del ingreso de avances:

##### 4.3.2.1. *Elaboración del formato de recopilación de avances*

El formato de recopilación de avances es una vista en planta que muestra el alcance del proyecto completo, donde se diferencian los niveles WBS por colores y cuenta con un espacio en blanco para el registro escrito de avances. Se desarrolla utilizando filtros condicionales. En la figura N° 4 se muestra un esquema del formato de recopilación de avances.

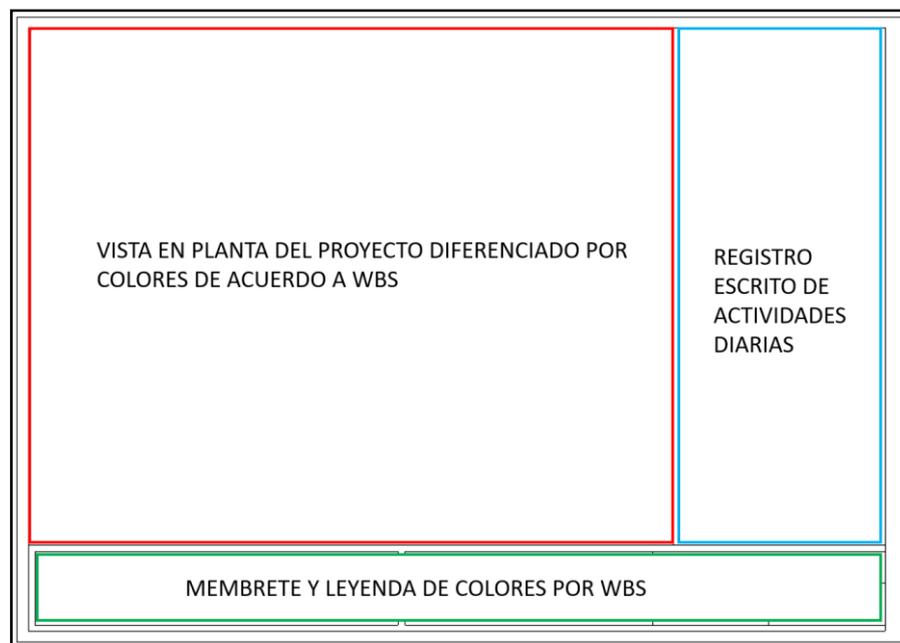


Figura N° 4 Esquema de formato de recopilación de avances (elaboración propia).

##### 4.3.2.2. *Parámetros de ingreso de avances*

Se crean parámetros tipo YES/NO para indicar el estado de ejecutado o no ejecutado de las fases de ejecución. También se crean parámetros tipo texto para ingresar las fechas correspondientes a dichas fases de ejecución.

#### 4.3.2.3. Cuadros schedule de ingreso de avances

El cuadro de ingreso de avance contiene los elementos del modelo de manera ordenada, gracias al uso de filtros, por cada clasificación de elemento y muestra a los parámetros de ingreso de avances en columnas. En la figura N° 5 se muestra un esquema del Cuadro Schedule de Ingreso de Avances, en el cual se indica la ubicación del parámetro de ubicación del grupo de parámetros de ingeniería y los parámetros de ingreso de avances, que son estado de ejecución y fecha de ejecución.

CUADRO SCHEDULE DE INGRESO DE AVANCES					
Elementos	Ubicación	Partida 1	Partida 2..	Fecha P1	Fecha P2...
Elemento 1	XX XX XX	Yes/No	Yes/No	XX/XX/XX	XX/XX/XX
Elemento 2	XX XX XX	Yes/No	Yes/No	XX/XX/XX	XX/XX/XX
.		.	.	.	.
.		.	.	.	.
.		.	.	.	.

Parámetro de ingeniería:  
Ubicación

Parámetro de ingreso de avances:  
Estado de ejecución

Parámetro de ingreso de avances:  
Fecha de ejecución

Figura N° 5 Esquema de Cuadro Schedule de Ingreso de Avances (elaboración propia).

#### 4.3.3. Reporte Diario de Producción

El RDP son dos cuadros de registro de avance diario en base a metrados, que distribuyen estos avances en columnas que parten desde la fecha de inicio hasta la fecha de finalización del proyecto, obteniendo así un historial de avance por día. Estos cuadros son creados de acuerdo a las estructuras WBS y CBS; y el flujo de información entre estos se encuentra conectado y automatizado mediante una codificación compuesta y fórmulas de búsqueda. A continuación, se explica el desarrollo detallado del RDP:

##### 4.3.3.1. Desglose de estructura

Se desarrolla en ambas estructuras, WBS y CBS; y consiste en la introducción de una estructura en la otra. En el caso del WBS, se introducen las partidas de ejecución correspondientes a cada actividad. En el caso del CBS, se introducen las actividades que abarca cada partida. De esta manera se obtienen filas que

corresponden a cierta actividad y partida o viceversa, a las que llamaremos desglose compuesto. En la figura N° 6 se observa el desglose de las estructuras CBS y WBS; y se diferencia cómo estas agrupan el alcance de un proyecto.

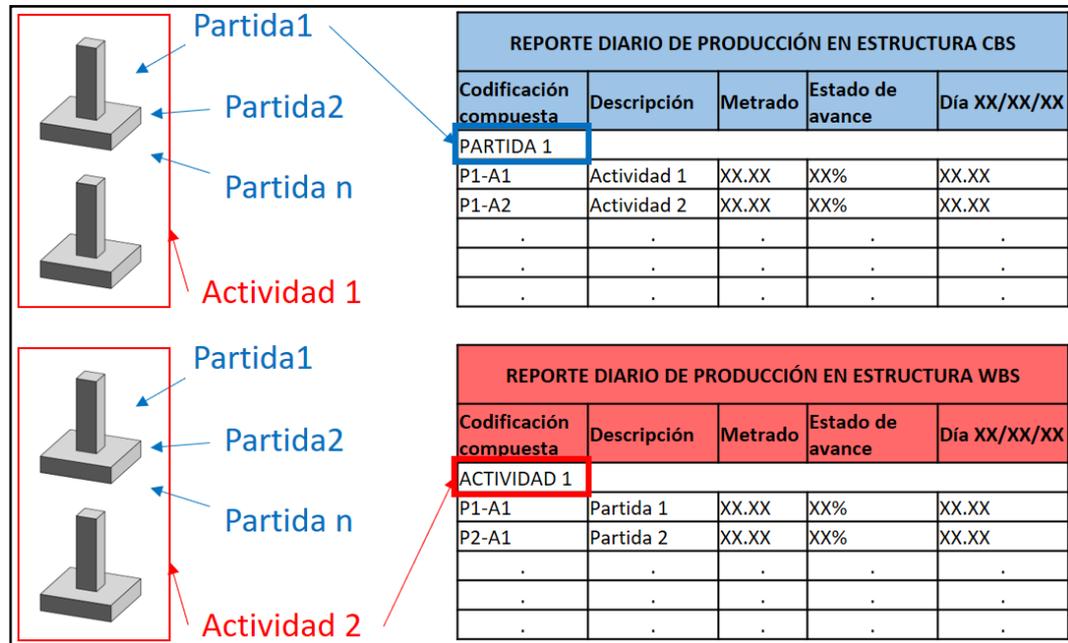


Figura N° 6 Esquema de Desglose de Estructuras (elaboración propia).

#### 4.3.3.2. Conexión entre WBS y CBS

Se desarrolla el flujo de información entre ambas estructuras de RDP, creando una codificación compuesta WBS-CBS, que servirá como identificación común en ambas estructuras. Luego se usan fórmulas de búsqueda en Excel, que utilizan estos códigos, para trasladar la información de avance entre ambas estructuras.

#### 4.3.3.3. Historial de avance diario

Se crean columnas correspondientes a cada día del plazo de ejecución, sin omitir feriados. Desde la fecha de inicio hasta la fecha de fin de proyecto; en los cuales se colocarán los avances basados en metrados. Como también, una columna que calcule el estado de avances de cada desglose compuesto; mostrado en porcentaje y con un formato condicional de colores que indique los estados: sin avance, en proceso y finalizado. En la figura N° 7 se muestran un esquema del Reporte Diario de Producción, en el que se observan la codificación de desglose compuesto WBS-CBS y el historial de avance diario.

REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN EN ESTRUCTURA CBS				
Codificación compuesta	Descripción	Metrado	Estado de avance	Día XX/XX/XX
PARTIDA 1				
P1-A1	Actividad 1	XX.XX	XX%	XX.XX
P1-A2	Actividad 2	XX.XX	XX%	XX.XX
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

Codificación de desglose compuesto de conexión entre WBS y CBS

Historial de avances diario

Figura N° 7 Esquema de Cuadro Schedule de Ingreso de Avances (elaboración propia).

#### 4.3.4. Conexión y Automatización Modelo Revit - RDP

Se desarrolla la conectividad y automatización del flujo de información entre en modelo y el RDP; creando parámetros, volcando información en estos y creando cuadros dentro del modelo y sus respectivos en formato Excel. Los cuadros muestran información básica de identificación, valorización y cronograma. A continuación, se explica el desarrollo detallado de la conexión y automatización modelo-RDP:

##### 4.3.4.1. Codificación de partidas y actividades

Se elabora una lista de las partidas y actividades agrupadas por clasificación de elemento, indicando la codificación proveniente de los documentos originales de presupuesto y cronograma respectivamente.

##### 4.3.4.2. Parámetros de valorización

Se crean parámetros para almacenar la información de codificación de CBS, metrados y precio unitario.

##### 4.3.4.3. Parámetros de cronograma

Se crean parámetros para almacenar la información de codificación de WBS, agrupaciones según WBS, fechas de inicio y fin de acuerdo a la programación, fechas de inicio y fin de posibles reprogramaciones.

#### 4.3.4.4. Codificación valorización

Se vuelca la información del formato de presupuesto en sus respectivos parámetros. Entre estos la codificación de las partidas utilizando la lista mencionada anteriormente.

#### 4.3.4.5. Codificación cronograma

Se vuelca la información del formato de cronograma en sus respectivos parámetros. Entre estos la codificación de las actividades utilizando la lista mencionada anteriormente.

#### 4.3.4.6. Cuadros de estado de avance

Son cuadros Excel creados para cada clasificación de elementos, que inicialmente se crean dentro del modelo usando la herramienta schedule, para lo cual se utiliza la información de ingeniería, identificación y la almacenada en los parámetros de valorización y cronograma. Una vez exportado al formato Excel, se crean columnas adicionales que utilizan fórmulas que trabaja información proveniente de la data del modelo, tales como las dimensiones, estados de avance y codificación de identificación, para calcular los metrados totales y de avance, como también crear una identificación por ingeniería y otra por agrupación WBS, esta última es un combinado entre la codificación de las actividades del cronograma y los nombres de los niveles WBS adecuados para sus rápida identificación.

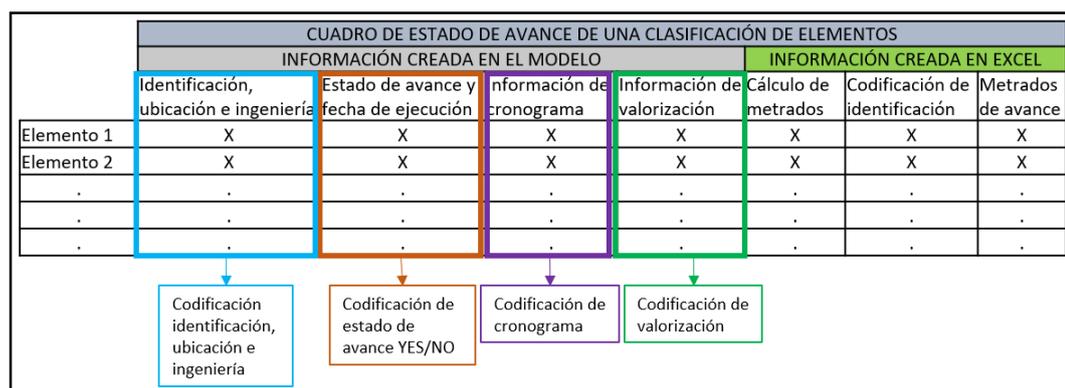


Figura N° 8 Esquema de Cuadro de Estado de Avances (elaboración propia).

En la figura N° 8 se muestra un esquema de la composición del Cuadro de Estado de Avances de una clasificación de elementos en general, se observan las

columnas obtenidas del modelo y las calculadas en Excel, las mismas que servirán para la obtención de las tablas dinámicas de conexión.

#### 4.3.4.7. Tablas dinámicas Excel de conexión

El uso de tablas dinámicas para obtención de metrados se observó en el informe de suficiencia de Sabogal (2015). En nuestro caso las tablas dinámicas Excel de conexión se crean en cada Cuadro de Estado de Avance, usando la herramienta Tabla Dinámica. Este resume y organiza la data por clasificación de elemento, CBS y WBS, en ese orden. Además, utiliza dos columnas en las que se muestran los metrados totales y de avance. El contenido más desglosado son las actividades de cronograma y se utiliza en la lista la identificación por agrupación WBS que se explicó en el punto anterior.

#### 4.3.4.8. Conexión entre las tablas dinámicas y la estructura WBS y CBS

Se usan fórmulas de igualdad en el RDP para obtener la información de metrados y avances desde las tablas dinámicas. Esta conexión entre la data del modelo y el RDP, se puede realizar iniciando tanto con el formato de valorización CBS y luego conectar con el formato de cronograma WBS, como también con el formato de cronograma WBS y luego conectar con el formato de valorización CBS.

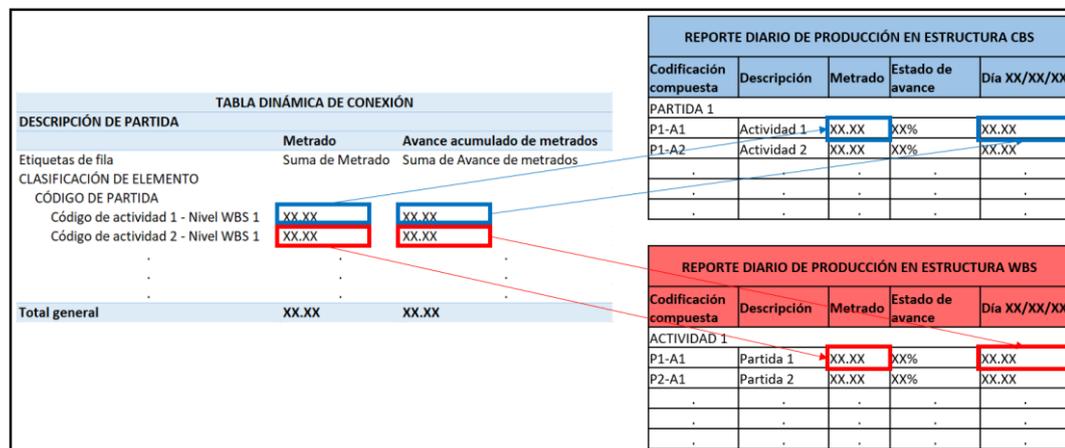


Figura N° 9 Esquema de conexión de las tablas dinámicas y los RDP CBS y WBS (elaboración propia).

En la figura N° 9 se muestra un esquema de una Tabla Dinámica de Conexión y los RDP en estructura CBS y WBS, como también se indica mediante flechas la obtención de metrados y avances en base a metrados en los RDP desde las tablas dinámicas.

#### 4.3.5. Conexión y Automatización Modelo Revit - Valorización

Se desarrolla el cuadro MTO en el modelo. Este cuadro conecta y automatiza el flujo de información entre el modelo y valorización. A continuación, se explica el desarrollo detallado de la conexión y automatización modelo-valorización:

##### 4.3.5.1. Cuadro MTO

Se crea el cuadro MTO dentro del modelo, este contiene la totalidad de los elementos y muestra la información necesaria para crear un parámetro combinado de identificación y la información volcada en los parámetros de ingeniería, valorización y cronograma. Este al igual que el Cuadro de Estado de Avance, se trabaja posteriormente en Excel agregando columnas de apoyo. Lo anterior se explicará en puntos posteriores.

#### 4.3.6. Conexión y Automatización RDP - Cronograma

##### 4.3.6.1. Cuadro de ingreso de avances al cronograma

Se crea una hoja dentro del RDP en estructura WBS, que contiene todas las actividades con sus respectivos códigos de identificación y a su vez muestra en columnas adyacentes el estado de avance actual, avance del periodo anterior y la desviación; expresados en porcentajes.

##### 4.3.6.2. Cronograma de ingreso de avances

El sistema proporciona información de avance al cronograma de seguimiento preparado en el programa de gestión de proyectos que contiene columnas de identificación y una donde se ingrese el avance en porcentajes calculados en el RDP, en base a metrados. El ingreso de avances se realiza utilizando el cuadro de ingreso de avances al cronograma explicado en el punto anterior.

#### 4.3.7. Visualización de Avances del Modelo

Las vistas de avance se crean para cada clasificación de elemento; ya sean cimentaciones, pilares, vigas, etc. Las cuales llevan cuadros resumidos que muestran los avances basados en metrados, montos certificados y porcentajes de

avance organizados en partidas y actividades respectivamente. A continuación, se explica el desarrollo detallado de la visualización de avances del modelo:

#### 4.3.7.1. *Parámetros calculados*

Son parámetros que hacen cálculos, por etapas, de los porcentajes y montos de avance. La información de estos parámetros se muestra en los cuadros de resumen de avance por cronograma y valorización.

#### 4.3.7.2. *Cuadros de resumen de avances cronograma*

Son cuadros que se desarrollan para cada vista de avance de cronograma, y que muestran códigos de actividades, información de identificación y los porcentajes de avance calculados en base a montos valorizados. También muestran el monto total de ejecución y los montos valorizados por partidas y en total. En su elaboración se utilizan filtros condicionales para dar color a las columnas de las partidas y así diferenciar las etapas de ejecución. Las mismas que se usaran para diferenciar las etapas de ejecución en el modelo.

#### 4.3.7.3. *Cuadros de resumen de avances valorización*

Son cuadros que se desarrollan para cada vista de avance de valorización, que muestran los metrados totales y estado de avances por partida organizados por tipo de elemento. En su elaboración se utilizan filtros condicionales para dar color a las columnas de las partidas y así diferenciar las etapas de ejecución. Las mismas que se usaran para diferenciar las etapas de ejecución en el modelo.

#### 4.3.7.4. *Filtros condicionales*

Los filtros condicionales se crean en el proceso de elaboración de las vistas de avance. Estos permiten hacer agrupaciones de elementos que cumplen con condiciones indicadas por el modelador, para luego manipularlas dándoles colores, haciéndolas transparentes, ocultándolas, etc.

#### 4.3.7.5. *Vistas de avance cronograma*

En primer lugar, se desarrollan los membretes para cada clasificación de elementos de acuerdo a la estructura de abreviaturas y nombres. Luego, se desarrollan las vistas 3D de avance para cada clasificación de elementos, en las que se utilizan filtros condicionales para diferenciar el estado de avance por

colores; los mismo utilizados en los cuadros de resumen de avances. Finalmente, se colocan los cuadros de resumen de avance cronograma antes creados.

#### 4.3.7.6. Vistas de avance valorización

En primer lugar, se desarrollan los membretes para cada clasificación de elementos de acuerdo a la estructura de abreviaturas y nombres. Luego, se desarrollan las vistas 3D de avance para cada clasificación de elementos, en las que se utilizan filtros condicionales para diferenciar el estado de avance por colores; los mismo utilizados en los cuadros de resumen de avances. Finalmente, se colocan los cuadros de resumen de avance valorizado antes creados.

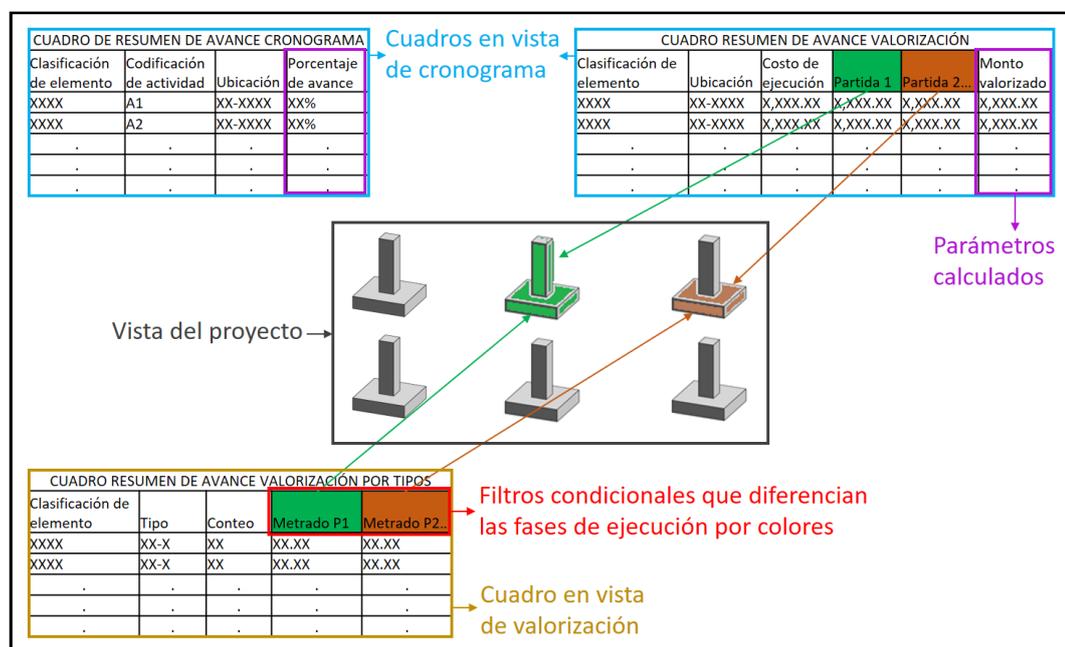


Figura N° 10 Esquema de la vista de avance de cronograma y valorización (elaboración propia).

En la figura N° 10 se muestra un esquema de la vista de avances, en la que se observan los cuadros de resumen de avance y sus parámetros calculados, la visualización de las fases de ejecución diferenciada por colores gracias a los filtros condicionales.

#### 4.3.7.7. Vistas y cuadros situacionales de avance

Son vistas y cuadros de seguimientos específicos que se crean a solicitud del cliente.

#### 4.3.8. Visualización de Avances del Cronograma

##### 4.3.8.1. Cronogramas de seguimiento

El sistema proporciona información de avance al cronograma de seguimiento preparado en el programa de gestión de proyectos que contiene columnas de identificación y una donde se ingrese el avance en porcentajes calculados en el RDP, en base a metrados. El ingreso de avances se realiza utilizando el cuadro de ingreso de avances al cronograma explicado en el punto anterior.

#### 4.3.9. Visualización de Avances de la Valorización

##### 4.3.9.1. Conexión entre MTO y valorización

Una vez que el cuadro MTO se exporta en formato Excel, se crean columnas externas que trabajan la data del modelo para obtener los metrados totales por partida, el avance de metrados a origen por partida, el avance de metrados del periodo anterior y el avance de metrados del periodo actual. Estos metrados obtenidos de las columnas externas se conecta con el formato de valorización usando fórmulas de igualdad de Excel.

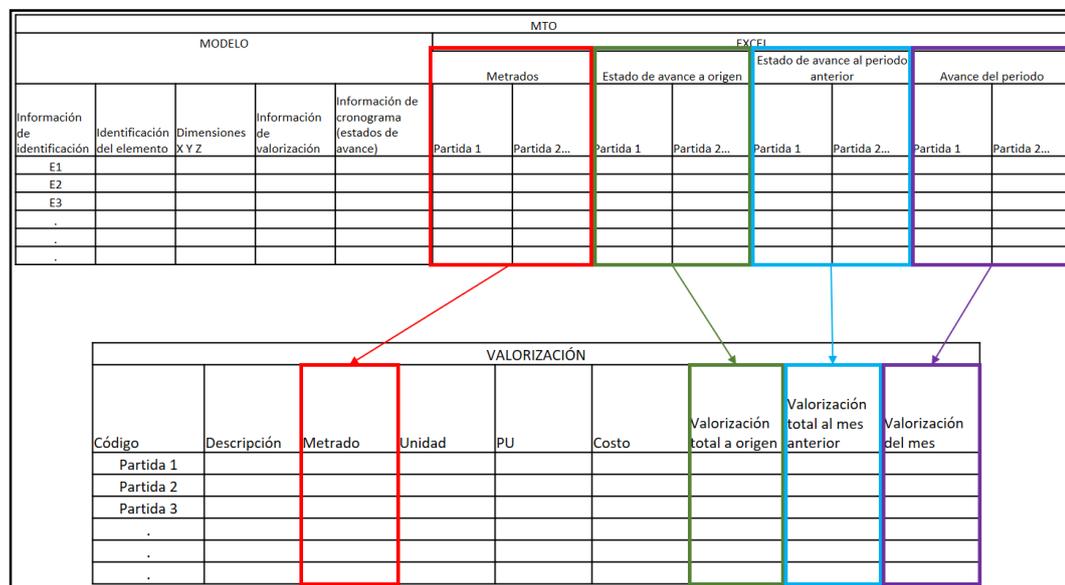


Figura N° 11 Esquema de conexión entre MTO y valorización (elaboración propia).

En la figura N° 11 se muestra un esquema en el que se observa la conexión entre el MTO y la valorización. Se indica mediante flechas la proveniencia de la información de las columnas metrados, valorización total a origen, valorización

total al mes anterior y valorización del mes; de un formato de valorización en general, desde el cuadro MTO. Este último, como ya se explicó, es un cuadro trabajado en Excel que realiza cálculos con la información proveniente del modelo.

#### 4.3.9.2. TMI y su conexión con el RDP

La tabla de metrados incidentes se desarrolla para mostrar los avances en base a una agrupación de partidas que son consideradas importantes o incidentes en el proyecto. Éste muestra las mediciones totales, ejecutadas, restantes, avances en porcentajes, avances del periodo, avance acumulado pasado, y otros que se consideren necesarios. Se conecta con el RDP en estructura CBS, creando una columna donde se clasifica la partida según denominación de partida incidente a la que corresponda.

#### 4.4. PROCESOS

La explicación de los procesos se realizará utilizando la figura N° 12, que muestra un esquema de todos los procesos del sistema propuesto.

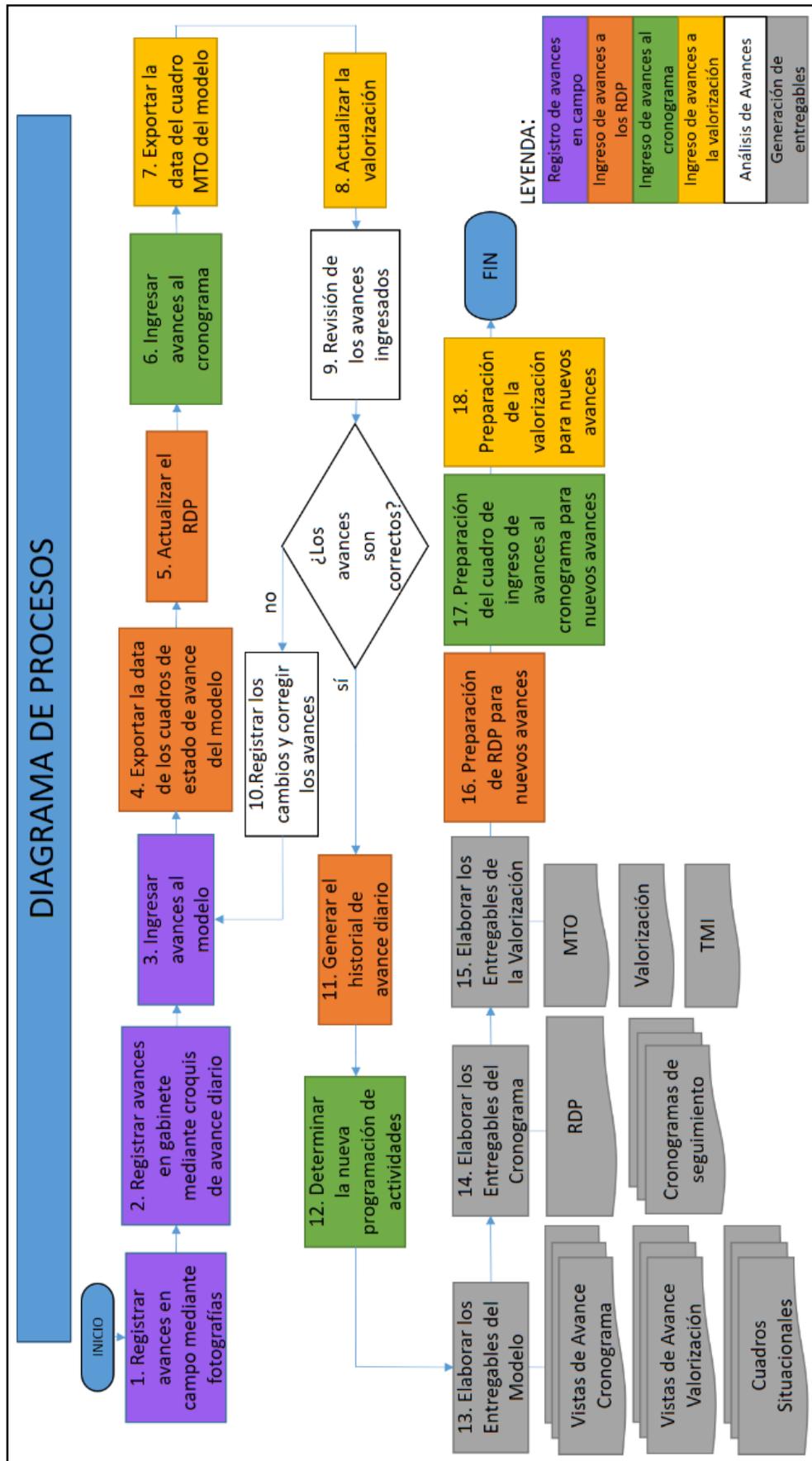


Figura N° 12 Diagrama de procesos del sistema BIM (elaboración propia).

#### 4.4.1. Registro de Avances en Campo

##### 4.4.1.1. Registrar avances en campo mediante fotografías

Se realiza la visita a campo para registrar los avances diarios tomando fotografías en los frentes donde se están realizando trabajos de acuerdo a la planificación semanal. Las fotografías deberán mostrar el proceso específico que se desea registrar, ya que servirán de sustento en la redacción de la memoria descriptiva.

##### 4.4.1.2. Registrar avances en gabinete mediante croquis de avance diario

Se registran los avances de manera escrita y gráfica en el croquis de avance diarios, de acuerdo a las fotografías tomadas. Los registros escritos son listas que servirán como “lista de revisión” para comprobar que se están ingresando todos los avances en los formatos de cronograma y presupuesto. Mientras que los registros gráficos son bosquejos de la ubicación y forma de las estructuras en ejecución.

##### 4.4.1.3. Ingresar avances al modelo

Se ingresan los avances utilizando los cuadros schedule de ingreso de avances y apoyándose en las fotografías y el croquis de avance diario.

#### 4.4.2. Ingreso de Avances a los RDP

Corresponde tanto a la estructura WBS como a la estructura CBS.

##### 4.4.2.1. Exportar la data de los cuadros de estado de avances del modelo

Se exporta la data generada en los Cuadros Schedule de Estado de Avances dentro de modelo, en sus correspondientes en formato Excel.

##### 4.4.2.2. Actualizar el RDP

Una vez obtenida la información de avance en los Cuadros Schedule de Avances en formato Excel, se procede a actualizar las tablas dinámicas para luego actualizar los avances del RDP en ambas estructuras automáticamente.

#### 4.4.2.3. *Generar el historial de avance diario*

Una vez que se analizan y se corrigen los avances, si fuera necesario, se procede a crear una columna en el RDP con la fecha de ejecución correspondiente al día en el que se volcará el avance.

#### 4.4.2.4. *Preparación de RDP para nuevos avances*

Luego de generar el historial de avance, se continua con la preparación de los entregables provenientes directamente del RDP para el ingreso de nuevos avances. Esto quiere decir, copiar la información de la columna de avance acumulado a la columna de avance del periodo anterior.

### 4.4.3. Ingreso de Avances al Cronograma

#### 4.4.3.1. *Ingresar avances al cronograma*

Utilizando el cuadro de ingreso de avance de cronograma, se procede a ingresar los avances físicos actividad por actividad, de manera manual, al programa de gestión de proyectos.

#### 4.4.3.2. *Determinar la nueva programación de actividades*

Una vez que se analiza y se corrigen los avances, si fuera necesario, se procede a determinar la nueva programación en el programa de gestión de proyectos.

*Es impórtate señalar que en la presente tesis no se mostrará la elaboración de estos cronogramas ni su presentación final como anexos, debido a estar consideradas como información confidencial por parte de la empresa.*

#### 4.4.3.3. *Preparación del cuadro de ingreso de avances al cronograma para nuevos avances*

Luego de determinar la nueva programación, se copia la información de la columna de avance acumulado a la columna de avance del periodo anterior en el cuadro de ingreso de avances al cronograma.

### 4.4.4. Ingreso de Avances a la Valorización

#### 4.4.4.1. *Exportar la data del cuadro MTO del modelo*

Se extrae la información de avance del cuadro schedule MTO en formato Excel.

#### 4.4.4.2. *Actualizar la valorización*

Se actualiza la valorización ingresando la data del MTO en formato Excel a la hoja MTO dentro de la valorización. La información de avance de las partidas se actualiza automáticamente mediante las fórmulas de igualdad.

#### 4.4.4.3. *Preparación de la valorización para nuevos avances*

Luego de actualizar la valorización, se procede a generar el historial de avance, copiando los avances de la columna de avance actual a la columna del mes que corresponde. luego se actualizan las fórmulas de la columna de avance del periodo anterior. Finalmente se copia la información de la columna de avance acumulado a la columna de avance del periodo anterior en la hoja de MTO, en las columnas de apoyo.

#### 4.4.5. Análisis de Avances

##### 4.4.5.1. *Analizar los avances*

Una vez ingresados los avances, se procede a analizar la coherencia entre los diferentes entregables y los avances de obra anteriores. Para detectar los errores en los procesos realizados.

##### 4.4.5.2. *Registrar los cambios y corregir los avances*

Culminado el análisis, y de haber errores en el proceso, se procede a registrar y corregir los cambios en los avances imputados.

#### 4.4.6. Generación de Entregables

##### 4.4.6.1. *Elaborar los entregables del modelo*

Los entregables provenientes del modelo se actualizan automáticamente con el ingreso de avances en los parámetros de ingreso de avances. Por lo que este proceso consiste en imprimir las vistas y cuadros de avance en formato PDF. Estos entregables son:

- Vistas de avance de valorización.
- Vistas de avance de cronograma.
- Cuadros situacionales.

#### 4.4.6.2. *Elaborar los entregables del cronograma*

Estos entregables son:

- RDP.
- Cronogramas de seguimiento.

#### 4.4.6.3. *Elaborar los entregables de la valorización*

Estos entregables son:

- MTO.
- Valorización.
- TMI.

### 4.5. EVALUACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN

La evaluación se hace teniendo en cuenta el marco en el que se desarrolla el presente trabajo de investigación, que es el proceso de seguimiento y control dentro de la gestión de proyectos en la etapa de ejecución. En este sentido, es necesario realizar una evaluación de implementación BIM del proyecto, con el objetivo de determinar las etapas que son factibles de implementar, de acuerdo a los criterios y análisis que se muestran en la tabla N° 2. Esta evaluación se realiza teniendo previo conocimiento del sistema BIM, para poder entender los criterios y el valor que tienen en la toma de decisiones.

Tabla N° 2 Criterios de evaluación de implementación BIM

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS
Complejidad	Variedad de tipos de elementos	El sistema muestra los avances de acuerdo a los diferentes tipos de elemento, este criterio se relaciona con la cantidad de tablas y vistas de avance a desarrollar.
Espacio	Espacio que ocupan los elementos, horizontal o en elevación	Influye en la visualización de avance, los enfoques de visualización para mostrar de manera adecuada los avances

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS
Cantidad	Cantidad aproximada de cada clase de elementos	Se realiza un conteo rápido y aproximado de los elementos. Impacta en la cantidad de elementos a reportar a diario y en total. Permite identificar reportes repetitivos
Distribución	Ubicación de elementos en el área del proyecto	Influye en la calidad de detalle de las vistas de avance y visualización del alcance del proyecto
Información	Cantidad de información a procesar	Influye en la cantidad de trabajo de acuerdo a lo siguiente. En cuanto al RDP, cantidad de partidas de presupuesto, actividades de cronograma, desglose compuesto, codificación compuesta y tablas dinámicas a crear. En consecuencia, en el modelo, la cantidad de parámetros y codificación de presupuesto y cronograma, y cuadros resumen dentro de las vistas de avance
Cercanía	Cercanía a elementos de otras divisiones de trabajo	Impacta en la eficacia de la visualización de avances frente a la necesidad de diferenciación e identificación de las divisiones de trabajo, como también la visualización del alcance del proyecto

Con respecto a los criterios relacionados con la cantidad de trabajo. Para poder entender que la evaluación necesita previo conocimiento del sistema, hacemos una analogía. Si a un maestro de obra se le ordena realizar un trabajo de encofrado, este querrá conocer y comprender la cantidad de trabajo, entonces el encargado de producción le explicará que el trabajo consiste en el encofrado de cierta cantidad de cimentaciones, por ejemplo; por ello, la unidad de medida para cuantificar el trabajo es de juego de encofrado por cimentación. Entonces, de esta manera el maestro de obra puede entender el alcance del trabajo. De la misma forma ocurre con el sistema, es necesario comprender las unidades de medida de trabajo, para comprender la cantidad de trabajo a realizar en el proceso de implementación. Comprendiendo este aspecto, se procede a realizar una valoración de los criterios de evaluación, afines a este aspecto, para tener herramientas en la determinación de la factibilidad de implementación de cada etapa del sistema.

El proceso de evaluación consta de dos partes. La primera consiste en describir el proyecto de acuerdo a cada criterio de evaluación; y segundo, se utiliza esta información para analizar la factibilidad de implementación de cada etapa, relacionando las etapas con los criterios.

## CAPÍTULO V. CASO DE ESTUDIO: PROYECTO GASOLINAS-CAFISAC

En este capítulo se desarrollará la implementación del sistema BIM explicado anteriormente. Partiendo de la presentación del caso de estudio, para luego evaluar la factibilidad de implementación de las etapas de desarrollo del sistema. Continuando con la identificación y descripción de los componentes del caso de estudio, el desarrollo de cada etapa factible y la explicación de los procesos que sigue. Finalmente se hará una discusión de los resultados obtenidos.

El sistema BIM de seguimiento y control se implementó en la etapa de ejecución de las obras civiles del Proyecto Adecuación a Nuevas Especificaciones de Combustible RLP, también denominado como Proyecto Gasolinas, ejecutada por la contratista Carbonell & Figueras S.A.C. CAFISAC, bajo un contrato a precio unitario. En la figura N° 13 se muestra una vista general del modelo del proyecto.

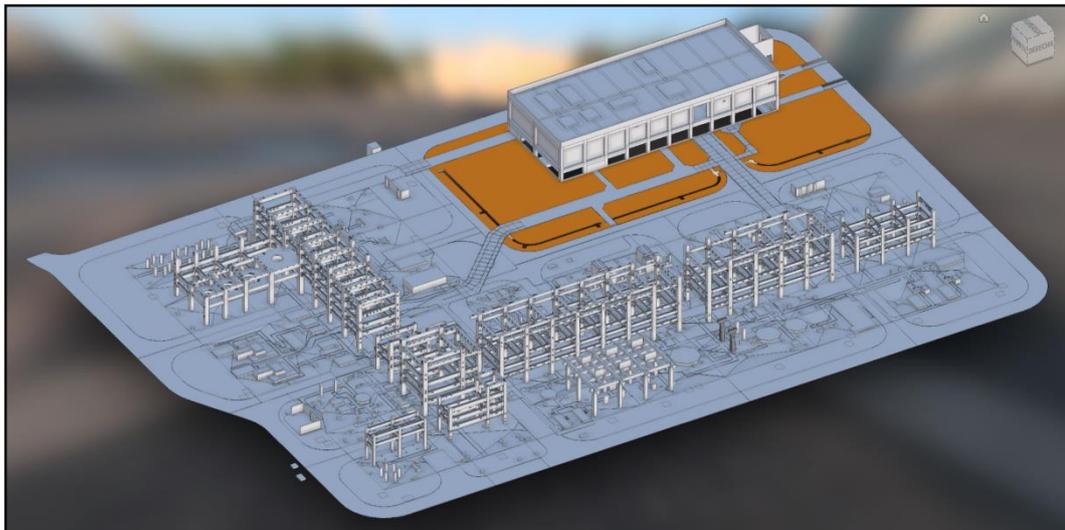


Figura N° 13 Vista general del Proyecto Gasolinas (elaboración propia).

El proyecto en su totalidad tiene una extensión de 14,250 metros cuadrados y se dividió en seis sub proyectos llamados centros de costo, para su mejor gestión, los cuales son:

a) Centro de costo 11.1: Pipe Rack Prefabricados

Corresponde a la ejecución de un rack compuesto de cimentaciones, pedestales y uniones pilar-viga hormigonadas in-situ. Por otro lado, la prefabricación de vigas y pilares con placas metálicas embebidas para su posterior izado. Clasificado

como proyecto de prefabricación e izado. En la figura N° 14 se muestra el alcance de este centro de costo resaltado en color verde.

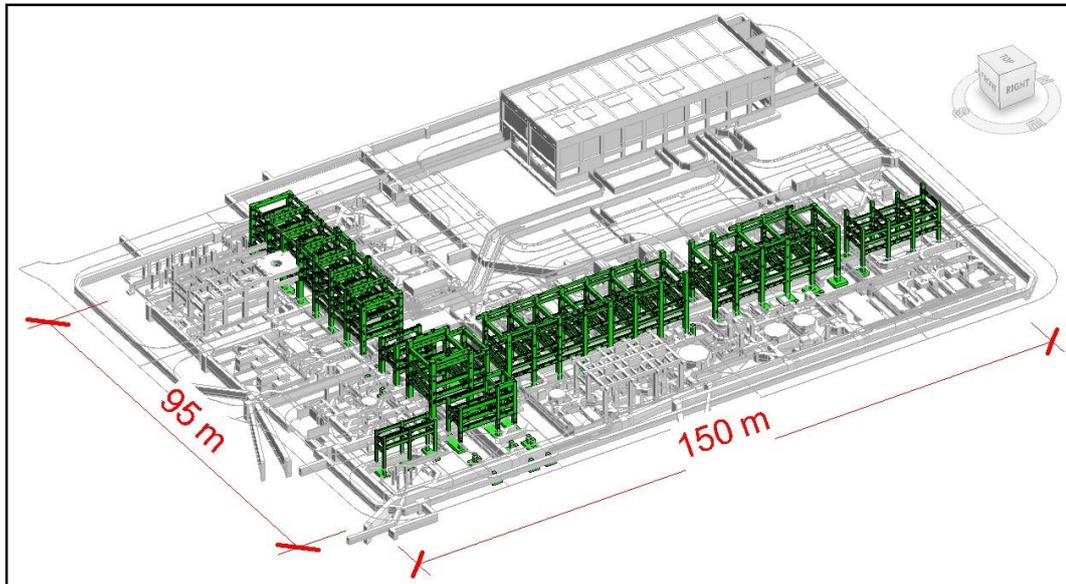


Figura N° 14 Centro de costo 11.1: Pipe Rack Prefabricados (elaboración propia).

b) Centro de costo 11.2: Edificio Subestación

Corresponde a la ejecución de un edificio subestación de 1200 metros cuadrados de área construida, con 2 niveles y un parapeto en la parte superior. Clasificado como proyecto de edificación. En la figura N° 15 se muestra el alcance de este centro de costo resaltado en color verde.

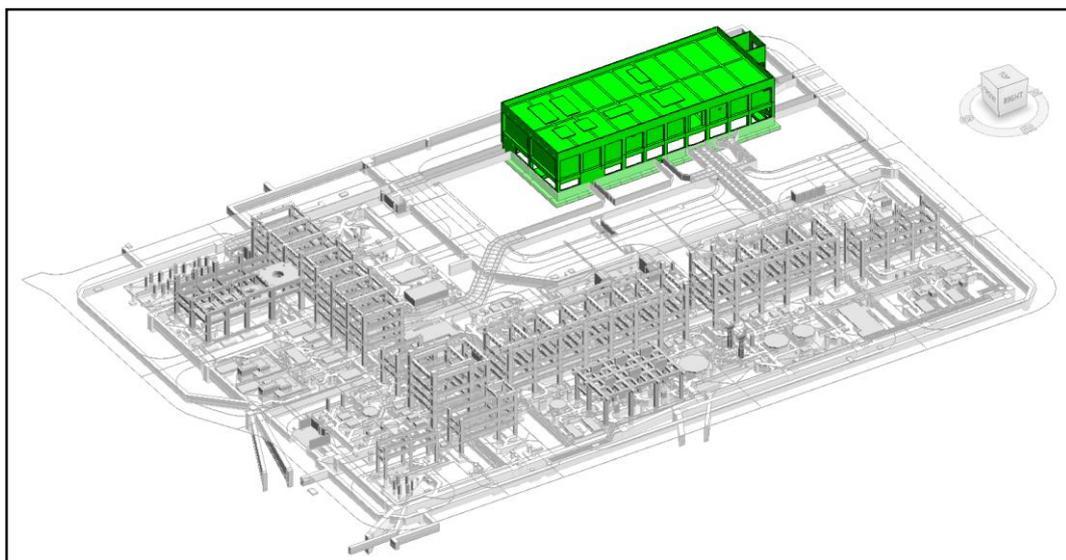


Figura N° 15 Centro de costo 11.2: Edificio Subestación (elaboración propia).

c) Centro de costo 11.3: Estructuras Especiales

Corresponde a la ejecución in-situ de 2 estructuras especiales; compuestas de cimentaciones, pedestales, pilares y vigas. Clasificado como proyecto de estructuras especiales. En la figura N° 16 se muestra el alcance de este centro de costo resaltado en color verde.

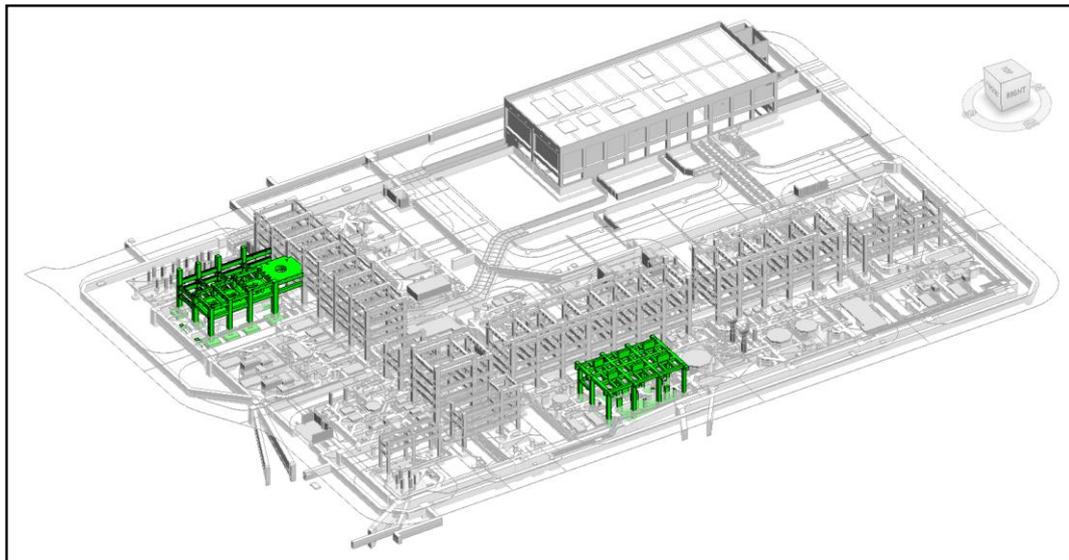


Figura N° 16 Centro de costo 11.3: Estructuras Especiales (elaboración propia).

d) Centro de costo 11.4: Cimentaciones Especiales

Corresponde a la ejecución in-situ de cimentaciones y pedestales de formas no convencionales, distribuidas en toda el área del proyecto. Clasificado como proyecto de estructuras especiales. En la figura N° 17 se muestra el alcance de este centro de costo resaltado en color verde.



Figura N° 17 Centro de costo 11.4: Cimentaciones Especiales (elaboración propia).

e) Centro de costo 11.5: Redes enterradas

Corresponde a la ejecución de trabajos de excavación, tendido de tuberías y relleno de zanjas. Por otro lado, la ejecución in-situ de canales y arquetas de concreto armado. Clasificado como proyecto de drenaje. En la figura N° 18 se muestra el alcance de este centro de costo resaltado en color verde.

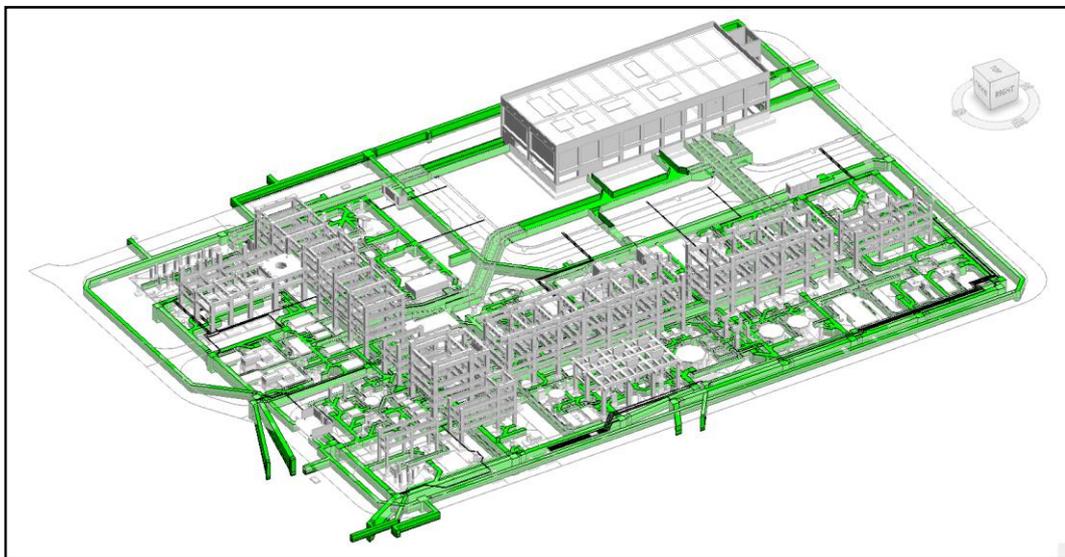


Figura N° 18 Centro de costo 11.5: Redes Enterradas (elaboración propia).

f) Centro de costo 11.6: Pavimentos

Corresponde a la ejecución de pavimentos, tapas de canales, pedestales pequeños, juntas de dilatación y juntas de retracción. Clasificado como proyecto

vial. En la figura N° 19 se muestra el alcance de este centro de costo resaltado en color verde.

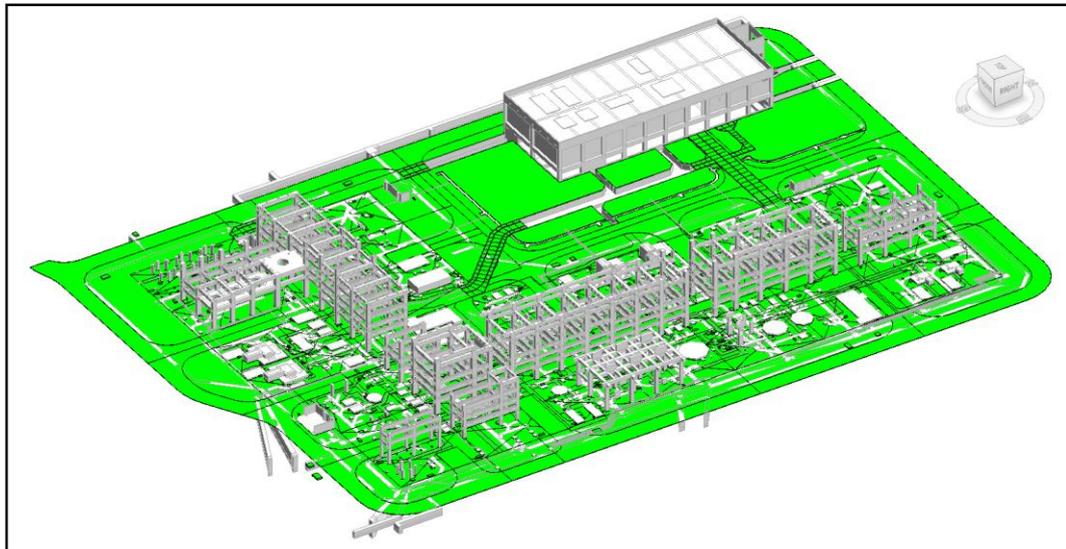


Figura N° 19 Centro de costo 11.6: Pavimentos (elaboración propia).

*El caso de estudio del presente trabajo de investigación es el Centro de Costo 11.1 Pipe Rack Prefabricados.*

## 5.1. EVALUACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN BIM DEL PROYECTO GASOLINAS-CAFISAC

Si bien se mencionó anteriormente que el caso de estudio es el Centro de Costo 11.1, se mostrará la evaluación de implementación de cada centro de costo para lograr entender de una mejor manera los criterios al evaluar diferentes tipos de construcciones. El resultado, de acuerdo a los procesos, se muestra en las tablas N° 3 y N° 4:

Tabla N° 3 Descripción del proyecto por criterios de evaluación

CENTRO DE COSTO	CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CC 11.1 Pipe Rack Prefabricados	Complejidad	Cimentaciones
		Pilares
		Pedestales
		Vigas
		Uniones viga-pilar
	Embebidos	
Espacio	Proyecto horizontal y en elevación	

CENTRO DE COSTO	CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CC 11.1 Pipe Rack Prefabricados	Cantidad	Cuenta con aproximadamente 70 cimentaciones, 75 pilares, 15 pedestales, 380 vigas, 760 uniones pilar-viga y 3500 embebidos
	Distribución	Toda el área del proyecto
	Información	21 partidas y 85 actividades
	Cercanía	Redes enterradas y cimentaciones especiales
CC 11.2 Subestación	Complejidad	Cimentación corrida
		Pilares
		Muros
		Vigas
		Losas
	Espacio	Proyecto en elevación
	Cantidad	Cuenta con aproximadamente 1 cimentación corrida, 66 pilares, 2 muro perimetral, 88 vigas y 2 losas
	Distribución	Zona específica al noroeste
	Información	78 partidas y 49 actividades
Cercanía	Aislado	
CC 11.3 Estructuras Especiales	Complejidad	Cimentaciones
		Pilares
		Pedestales
		Vigas
	Espacio	Proyecto en elevación
	Cantidad	Cuenta con aproximadamente 10 cimentaciones, 21 pilares, 16 pedestales y 45 vigas
	Distribución	Dos zonas específicas, una al sudoeste y otra al sudeste
Información	17 partidas y 11 actividades	
Cercanía	Cimentaciones especiales y rack principal	
CC 11.4 Cimentaciones Especiales	Complejidad	Cimentaciones
		Pedestales
	Espacio	Proyecto horizontal
	Cantidad	Cuenta con aproximadamente 110 cimentaciones y 190 pedestales
	Distribución	Toda el área del proyecto
	Información	19 partidas y 107 actividades
Cercanía	Redes enterradas y rack de prefabricados	
CC 11.5 Redes Enterradas	Complejidad	Zanjas
		Bases de canales
		Muros de canales
		Bases de arquetas
		Muros de arquetas
	Espacio	Proyecto horizontal
	Cantidad	Cuenta con aproximadamente 80 bases y muros de arquetas, 1950 metros lineales de tuberías y 4100 metros lineales de bases y muros de canales
	Distribución	Toda el área del proyecto
Información	33 partidas y 140 actividades	
Cercanía	Cimentaciones especiales y rack principal	
CC 11.6 Pavimentos	Complejidad	Pavimentos
		Tapas de canales
		Pedestales pequeños
	Espacio	Proyecto horizontal
	Cantidad	Cuenta con aproximadamente 10000 metros cuadrados de pavimento, 4100 metros lineales de tapas de canales y 450 pedestales pequeños
	Distribución	Toda el área del proyecto
	Información	10 partidas y 42 actividades
Cercanía	Todos los centros de costo	

Tabla N° 4 Selección de etapas a implementar

CENTRO DE COSTO	CRITERIOS RELACIONADOS	ETAPAS A IMPLEMENTADAS
CC 11.1 Pipe Rack Prefabricados	Cantidad, espacio y distribución	Modelación 3D
	Complejidad, cantidad e información	Ingreso de avances
		RDP
		Conexión y automatización modelo-RDP
		Conexión y automatización modelo-valorización
	Complejidad, información, espacio, distribución y cercanía	Conexión y automatización RDP-Cronograma
Visualización de avances del modelo		
Visualización de avances del cronograma		
CC 11.2 Subestación	Cantidad, espacio y distribución	Modelación 3D
	Complejidad, espacio y distribución	Ingreso de avances
		Visualización de avances del modelo
CC 11.3 Estructuras Especiales	Cantidad, espacio y distribución	Modelación 3D
	Complejidad, espacio y distribución	Ingreso de avances
		Visualización de avances del modelo
CC 11.4 Cimentaciones Especiales	Cantidad, espacio y distribución	Modelación 3D
	Complejidad, espacio y distribución	Ingreso de avances
		Visualización de avances del modelo
CC 11.5 Redes Enterradas	Cantidad, espacio y distribución	Modelación 3D
	Complejidad, cantidad e información	Ingreso de avances
		RDP
		Conexión y automatización modelo-RDP
		Conexión y automatización modelo-valorización
		Conexión y automatización RDP-Cronograma
Complejidad, información, espacio, distribución y cercanía	Visualización de avances del modelo	
	Visualización de avances del cronograma	
	Visualización de avances de la valorización	
CC 11.6 Pavimentos	Cantidad, espacio y distribución	Modelación 3D
	Complejidad, cantidad e información	Ingreso de avances
		RDP
		Conexión y automatización modelo-RDP
		Conexión y automatización modelo-valorización
		Conexión y automatización RDP-Cronograma
Complejidad, información, espacio, distribución y cercanía	Visualización de avances del modelo	
	Visualización de avances del cronograma	
	Visualización de avances de la valorización	

**Análisis:**

Se implementó todas las etapas del sistema en los centros de costo 1, 5 y 6; en primer lugar, debido a la necesidad de visualización de los alcances del proyecto. Segundo, debido a la necesidad de conexión y automatización de flujo de información de avances; por la complejidad de los elementos, cantidad de elementos y la cantidad de partidas y actividades a reportar. Por último, debido a la necesidad de visualizar los avances en vistas propias del sistema; por la

complejidad de los elementos, el espacio que ocupan, la distribución de estos y la cercanía con otros centros de costo.

Con respecto a los centros de costo 2, 3 y 4; solo se implementaron las etapas de modelación 3D, ingreso de avances y visualización de avances del modelo. Con respecto a la etapa de modelación 3D, por la necesidad de visualización de los alcances del proyecto. Con respecto a la etapa de ingreso de avances, como complemento de la etapa de visualización de avances del modelo. Con respecto a esta última etapa, por la necesidad de contar con una visualización básica de avance, entendiéndose por esta a las vistas de avance que solo muestran las fases sin ejecución, en ejecución y ejecutado. El resto de las etapas no se implementaron debido a que estos centros de costo cuentan con pocos elementos a modelar, pocas partidas y actividades a reportar y un espacio y distribución simple de los elementos. Por lo que los procesos que apoyan estas etapas se realizaron de manera tradicional.

Si bien lo óptimo es la implementación de todas las etapas de desarrollo en todos los centros de costo, hubo factores que también se tuvo en cuenta en la evaluación, los cuales fueron el personal, tiempo, la disponibilidad de planos APC y el tiempo de anticipación.

*A partir de este punto se hablará exclusivamente del caso de estudios Centro de Costo 11.1 Pipe Rack Prefabricados.*

## 5.2. FASES DE IMPLEMENTACIÓN

La implementación del sistema BIM se realizó únicamente con la participación directa del autor de la presente tesis, cuyas responsabilidades no fueron exclusivas del sistema BIM, y la asesoría de un ingeniero planificador. Por otro lado, se contó con un tiempo de anticipación de un mes antes del inicio de ejecución. La disponibilidad de planos APC no fue la adecuada, por la demora en su entrega y las modificaciones, llegando en algunos casos a tener hasta cinco revisiones. Lo que condujo a que se trabajará bajo el enfoque tradicional en paralelo a la implementación, lo cual la retrasó.

### 5.2.1. Fase inicial

En esta etapa, los metrados se calculaban manualmente en cuadros Excel, los mismo que se copiaban como valores numéricos a los RDP en ambas estructuras, el TMI, la valorización y los cuadros situacionales. Esto ocasionaba un sobreesfuerzo al momento de actualizar los metrados y los cuadros de seguimiento frente a la llegada de nuevas revisiones de planos. Por otro lado, se contaba con una conceptualización vaga del proyecto basada en información 2D. Los entregables con los que se trabajó se limitaron a cuadros, gráficos y diagramas Gantt.

### 5.2.2. Fase final

La culminación de la implementación se logró en el cuarto mes. En esta etapa se contó con la totalidad del flujo de información conectada y automatiza, luego de reemplazar los metrados calculados manualmente y avances imputados manualmente en los cuadros que hasta ese entonces se manejaban. Los entregables con los que se trabajó abarcaron cuadros, gráficos, diagramas Gantt y vistas 3D de avance.

## 5.3. COMPONENTES DEL SISTEMA BIM

### 5.3.1. Obra

Centro de costo 1: Pipe Rack Prefabricados. Corresponde a la ejecución de un rack compuesto de cimentaciones, pedestales y uniones pilar-viga hormigonadas in-situ. Por otro lado, vigas y pilares prefabricados con placas metálicas embebidas. Clasificado como proyecto de prefabricación e izado.

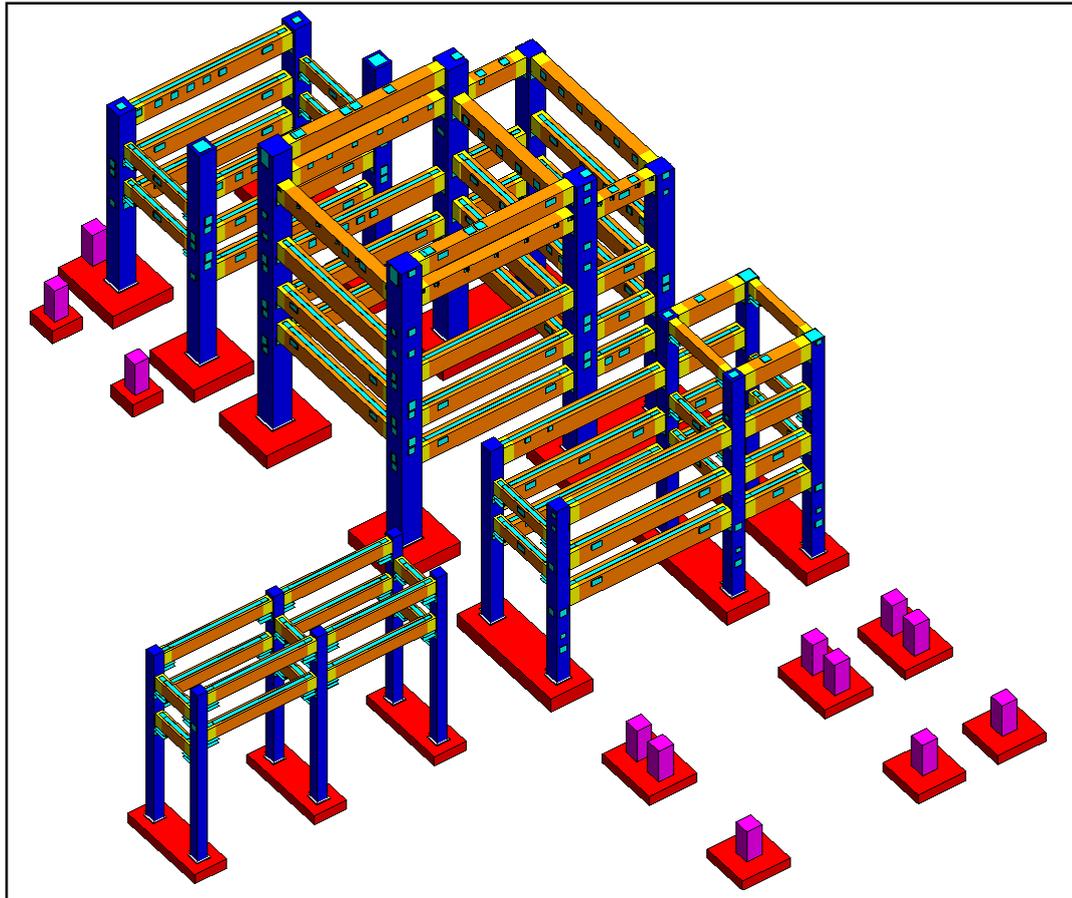


Figura N° 20 Elementos del Centro de Costo 1 (elaboración propia).

En la figura N° 20 se muestra parte del Centro de Costo 1 del Proyecto Gasolinas, para diferenciar las clases de elemento que presenta, estos son: cimentaciones de color rojo, pilares de color azul, pedestales de color rosado, vigas de color naranja, uniones pilar-viga de color amarillo y los embebidos de color celeste. En el anexo N°1 se muestra el modelo del sub proyecto completo.

### 5.3.2. Modelo

El programa con el que se trabajó fue Autodesk Revit en su versión 2017. En la figura N° 21 se muestra el manejo del modelo en el programa.

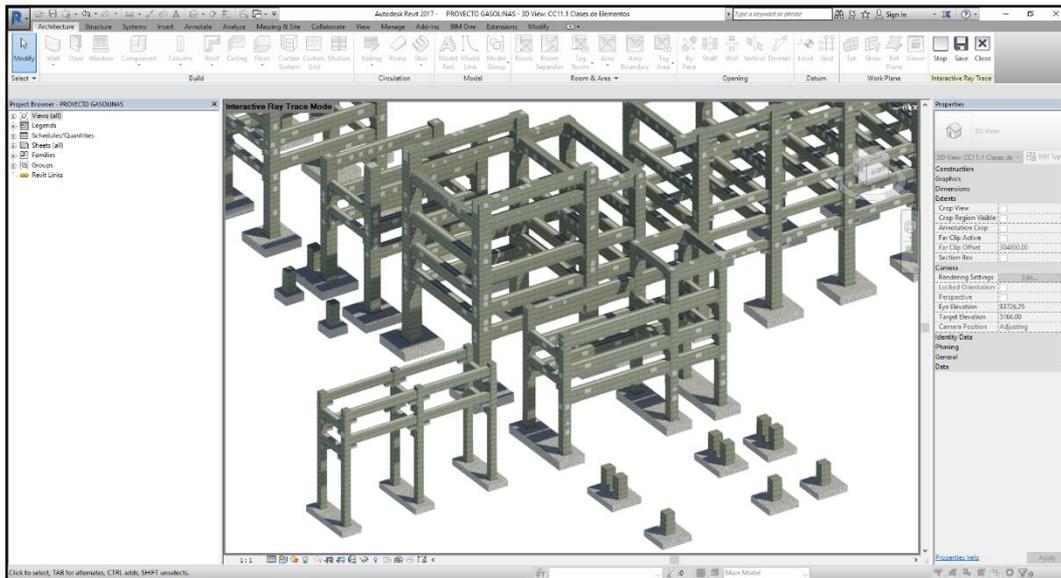


Figura N° 21 Modelo del Proyecto Gasolinas (elaboración propia).

### 5.3.3. Reporte Diario de Producción

El RDP en estructura CBS y WBS se muestra en el anexo indicado en el punto 5.3.6.3.

### 5.3.4. Valorización

La valorización se muestra en el anexo indicado en el punto 5.3.6.3.

### 5.3.5. Cronograma

El cronograma se muestra en el anexo indicado en el punto 5.3.6.3.

### 5.3.6. Entregables

#### 5.3.6.1. Diarios

Los entregables diarios se muestran en el anexo indicado en el punto 5.3.6.3.

- RDP WBS.
- RDP CBS.

#### 5.3.6.2. *Semanales*

Los entregables semanales se muestran en el anexo indicado en el punto 5.3.6.3.

Planificación:

- RDP WBS.
- Cronograma de seguimiento.
- CC11-PLANIFICACIÓN-01 - CC11.1\_CM-CRON-ESTADO DE AVANCES.
- CC11-PLANIFICACIÓN-02 - CC11.1\_PL-CRON-ESTADO DE AVANCES.
- CC11-PLANIFICACIÓN-03 - CC11.1\_VG-CRON-ESTADO DE AVANCES.
- CC11-PLANIFICACIÓN-04 - CC11.1\_ND-CRON-ESTADO DE AVANCES.
- CC11-PLANIFICACIÓN-05 - CC11.1\_EM-CRON-ESTADO DE AVANCES.
- CC11-PLANIFICACIÓN-11 - CC11.1\_GNRL-ESTADO DE AVANCES.
- CC11-PLANIFICACIÓN-12 - CC11.1\_GNRL-CUADRO DE AVANCE POR UNIDAD.

#### 5.3.6.3. *Mensuales*

Los entregables mensuales se muestran en el anexo N°2.

Valorización:

- CC11-PLANIFICACIÓN-06 - CC11.1\_CM-VAL-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.1.1.
- CC11-PLANIFICACIÓN-07 - CC11.1\_PL-VAL-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.1.2.
- CC11-PLANIFICACIÓN-08 - CC11.1\_VG-VAL-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.1.3.
- CC11-PLANIFICACIÓN-09 - CC11.1\_ND-VAL-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.1.4.
- CC11-PLANIFICACIÓN-10 - CC11.1\_EM-VAL-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.1.5.
- MTO, en anexo A2.1.6.
- Valorización, en anexo A2.1.7.
- TMI, en anexo A2.1.8.

Planificación:

- RDP WBS, en anexo A2.2.1.

- CC11-PLANIFICACIÓN-01 - CC11.1\_CM-CRON-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.2.2.
- CC11-PLANIFICACIÓN-02 - CC11.1\_PL-CRON-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.2.3.
- CC11-PLANIFICACIÓN-03 - CC11.1\_VG-CRON-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.2.4.
- CC11-PLANIFICACIÓN-04 - CC11.1\_ND-CRON-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.2.5.
- CC11-PLANIFICACIÓN-05 - CC11.1\_EM-CRON-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.2.6.
- CC11-PLANIFICACIÓN-11 - CC11.1\_GNRL-ESTADO DE AVANCES, en anexo A2.2.7.
- CC11-PLANIFICACIÓN-12 - CC11.1\_GNRL-CUADRO DE AVANCE POR UNIDAD, en anexo A2.2.8.

#### 5.4. ETAPAS DE DESARROLLO DEL SISTEMA BIM

Se explicará utilizando la figura N° 3, la cual muestra el esquema general de las etapas de desarrollo del sistema. Se parte de con la información entregada por el cliente, que en este caso son los planos APC, un formato básico de presupuesto, valorización y cronograma.

##### 5.4.1. Modelación 3D

##### 5.4.1.1. Estudio del proyecto y planificación previa

Se realizó el estudio del proyecto y se muestra a continuación. En primer lugar, se hizo la clasificación de los elementos del proyecto, el cual se muestra en la tabla N° 5.

Tabla N° 5 Clasificación de elementos del proyecto

FAMILIAS	CLASIFICACIÓN DE ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES
SLAB FOUNDATION	ZAPATAS	Z1	3m x 3m x 0.7m
		Z2	1.5m x 1.5m x 0.7m
		Z3	1.9m x 1.9m x 0.7m
		Z4	2m x 2m x 0.7m
		Z5	2.4m x 2.4m x 0.5m
		Z6	4.6m x 1.6m x 0.5m
		Z7	3.2m x 2.4m x 0.5m
		Z8	3.25m x 3.25m x 0.7m
		Z9	3.7m x 3m x 0.7m
		Z10	3.5m x 3.5m x 0.7m

FAMILIAS	CLASIFICACIÓN DE ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES
SLAB FOUNDATION	ZAPATAS	Z11	6.4m x 2.1m x 0.7m
		Z12	3.1m x 7.1m x 0.75m
		Z13	3.2m x 10m x 0.75m
COLUMN	PILARES	P50	0.50m x 0.50m
		P65	0.65m x 0.65m
		P85	0.85m x 0.85m
		P100	1.00m x 1.00m
	PEDESTALES	P8	0.70m x 0.70m
P10		0.75m x 0.75m	
FRAMING	VIGAS	V1	0.60m x 0.90m
		V2	0.60m x 0.90m
		V3	0.60m x 0.90m
		V4	0.50m x 0.65m
		V5	0.40m x 0.65m
		V6	0.40m x 0.65m
	UNIÓN VIGA-PILAR	V1	0.60m x 0.90m
		V2	0.60m x 0.90m
		V3	0.60m x 0.90m
		V4	0.50m x 0.65m
		V5	0.40m x 0.65m
		V6	0.40m x 0.65m
GENERIC MODEL	EMBEBIDOS	PE-1	35.7mm x 35.7mm
		PE-15	13.4mm x 13.4mm
		PE-25	11mm x 11mm
		PE-2A	36.6mm x 36.6mm
		PE-35	19.9mm x 19.9mm
		PE-35C	19.9mm x 19.9mm
		PE-35S	39.9mm x 39.9mm
		PE-40	36.4mm x 36.4mm
		PE-40C	36.4mm x 36.4mm
		PE-45	25.4mm x 25.4mm
		PE-45S	47.9mm x 47.9mm
		PE-50	58.4mm x 58.4mm
		PE-53	48.3mm x 48.3mm
		PE-55	100.1mm x 100.1mm
		PE-60	55.4mm x 55.4mm
		PE-B	5.4mm x 5.4mm
		PE-M12	65.4mm x 65.4mm
		PE-M8	45.3mm x 45.3mm
		PE-P1	149.3mm x 149.3mm
		PE-P10	81.8mm x 81.8mm
		PE-P11	64.5mm x 64.5mm
		PE-P12	45.5mm x 45.5mm
		PE-P13	49.8mm x 49.8mm
		PE-P14	49.8mm x 49.8mm
		PE-P15	35.2mm x 35.2mm
		PE-P2	147.9mm x 147.9mm
		PE-P3	92.3mm x 92.3mm
		PE-P4	90.9mm x 90.9mm
PE-P5	88.9mm x 88.9mm		
PE-P6	84.6mm x 84.6mm		
PE-P7	96.6mm x 96.6mm		
PE-P8	146.5mm x 146.5mm		
PE-P9	153.6mm x 153.6mm		
PE-PM12	8.7mm x 8.7mm		
PE-PM8	7.2mm x 7.2mm		

El programa Revit divide un proyecto de modelado en vistas, leyendas, tablas, hojas, familias y grupos, los mismo que se encuentran en la pestaña Project

Browser. En este modelo no se usaron leyendas ni grupos. Siguiendo esta división se desarrolló la estructura de abreviaturas y nombres, y se muestra en la tabla N° 6.

Tabla N° 6 Estructura de abreviaturas y nombres del modelo

PROJECT BROWSER - ABREVIATURAS Y NOMBRES
<b>FLOOR PLANS</b>
Croquis de registro de avance diario
EL +0.000
EL +0.150
EL +0.200
EL +0.300
EL +0.900
EL +1.000
EL +2.000
EL +2.250
EL +2.950
EL +3.500
EL +3.750
EL +4.500
EL +5.500
EL +6.500
EL +7.000
EL +7.500
EL +7.700
EL +8.000
EL +8.200
EL +8.550
EL +9.000
EL +9.850
EL +10.000
EL +10.600
EL +12.200
EL +13.150
EL +13.800
EL -0.500
EL -1.000
EL -1.300
EL -1.500
EL -2.000
EL -2.770
EL -5.050
<b>3D VIEWS</b>
CC11.1 Clases de Elementos
CC11.1_CM-CRON-Estado de Avances
CC11.1_CM-VAL-Estado de Avances
CC11.1_EM-CRON-Estado de Avances
CC11.1_EM-VAL-Estado de Avances
CC11.1_GNRL-Estado de Avances General
CC11.1_ND-CRON-Estado de Avances
CC11.1_ND-VAL-Estado de Avances
CC11.1_PL-CRON-Estado de Avances
CC11.1_PL-VAL-Estado de Avances
CC11.1_VG-CRON-Estado de Avances
CC11.1_VG-VAL-Estado de Avances
VISTA DE MODELADO
<b>SECTIONS</b>
Section 1

PROJECT BROWSER - ABREVIATURAS Y NOMBRES
Section 2
<b>SCHEDULES / QUANTITIES</b>
CC11.1_CM-CRON-Resumen Cimentaciones Cronograma
CC11.1_CM-CRON-Resumen Cimentaciones Valorización
CC11.1_CM-Estado Avance Cimentaciones
CC11.1_CM-Ingreso de Avance Cimentaciones
CC11.1_CM-Sustento Avance Cimentaciones Cronograma
CC11.1_CM-Sustento Avance Cimentaciones Valorización
CC11.1_CM-VAL-Estado de Avances
CC11.1_CM-VAL-Mediciones
CC11.1_EM-CRON-Resumen Embebidos
CC11.1_EM-Estado Avance Embebidos
CC11.1_EM-Ingreso Avance Embebidos Nudos
CC11.1_EM-Ingreso Avance Embebidos Pilares
CC11.1_EM-Ingreso Avance Embebidos Vigas
CC11.1_EM-Ingreso Avance Ménsulas Pilares
CC11.1_EM-VAL-Mediciones y Estado de Avance
CC11.1_GNRL-Cuadro de Control de Avance por Unidad
CC11.1_GNRL-MTO
CC11.1_GNRL-MTO Cimentaciones
CC11.1_GNRL-MTO Embebidos
CC11.1_GNRL-MTO Pilares
CC11.1_GNRL-MTO Vigas
CC11.1_GNRL-Resumen de Avances
CC11.1_GNRL-Resumen de Avances por Conteo
CC11.1_ND-CRON-Resumen Nudos Cronograma
CC11.1_ND-CRON-Resumen Nudos Valorización
CC11.1_ND-Estado Avance Nudos
CC11.1_ND-Ingreso Avance Nudos
CC11.1_ND-Sustento Avance Nudos Cronograma
CC11.1_ND-Sustento Avance Nudos Valorización
CC11.1_ND-VAL-Mediciones y Estado de Avance
CC11.1_PL-CRON-Resumen Pilares Cronograma Fabricación
CC11.1_PL-CRON-Resumen Pilares Cronograma Izado
CC11.1_PL-CRON-Resumen Pilares Valorización
CC11.1_PL-Estado Avance Pilares
CC11.1_PL-Ingreso Avance Pilares
CC11.1_PL-Sustento Avance Pilares Cronograma
CC11.1_PL-Sustento Avance Pilares Valorización
CC11.1_PL-VAL-Estado de Avances
CC11.1_PL-VAL-Mediciones
CC11.1_VG-CRON-Resumen Vigas Cronograma Fabricación
CC11.1_VG-CRON-Resumen Vigas Cronograma Izado
CC11.1_VG-CRON-Resumen Vigas Valorización
CC11.1_VG-Estado Avance Vigas
CC11.1_VG-Ingreso Avance Vigas
CC11.1_VG-Sustento Avance Vigas Cronograma
CC11.1_VG-Sustento Avance Vigas Valorización
CC11.1_VG-VAL-Estado de Avances
CC11.1_VG-VAL-Ingreso de Avances
GNRL-Floor Para Fechas
GNRL-Multicategory Para Fechas
GNRL-Wall Para Fechas
<b>SHEETS</b>
CC11-PLANIFICACIÓN-01 - CC11.1_CM-CRON-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-02 - CC11.1_PL-CRON-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-03 - CC11.1_VG-CRON-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-04 - CC11.1_ND-CRON-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-05 - CC11.1_EM-CRON-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-06 - CC11.1_CM-VAL-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-07 - CC11.1_PL-VAL-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-08 - CC11.1_VG-VAL-ESTADO DE AVANCES

PROJECT BROWSER - ABREVIATURAS Y NOMBRES
CC11-PLANIFICACIÓN-09 - CC11.1_ND-VAL-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-10 - CC11.1_EM-VAL-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-11 - CC11.1_GNRL-ESTADO DE AVANCES
CC11-PLANIFICACIÓN-12 - CC11.1_GNRL-CUADRO DE AVANCE POR UNIDAD
CC11-PLANIFICACIÓN-13 - CC11.1_CROQUIS DE AVANCE

#### 5.4.1.2. Familias y tipos de elementos

Las familias y tipos de elemento se crearon de acuerdo a la tabla de clasificación de elementos antes visto.

#### 5.4.1.3. Parámetros de ingeniería

Los parámetros de ingeniería utilizados en el proyecto son los que observan en la tabla N° 7. La agrupación de parámetros proviene del programa Revit, y al no tener la opción de crear agrupaciones personalizadas, se optó por elegir las creadas por defecto.

Tabla N° 7 Parámetros de ingeniería

PARÁMETROS DE INGENIERÍA	TIPO DE PARÁMETRO	AGRUPACIÓN DE PARÁMETRO
Ubicación Eje Hz	Texto	Data
Ubicación Eje V	Texto	Data
ID EQUIPO	Texto	Data
Descripción del equipo	Texto	Data
Código de Plano	Texto	Data
Ingeniería Pendiente	Texto	Data
Tipo de Elemento	Texto	Data
Tipo de Zapata	Texto	Data
GRNL-Centro de Costo	Texto	Data
Especialidad	Texto	Data
Subespecialidad	Texto	Data
Tipo de Columna	Texto	Data
Fabricación de Elemento	Texto	Data
Tipo de Pedestal	Texto	Data
Eje Inicio Viga	Texto	Data
Eje Final Viga	Texto	Data
Eje de Viga	Texto	Data
Tipo de Viga	Texto	Data
Elevación Top	Texto	Data
Adherencia de Embebido	Texto	Data
Nivel TOP de Viga de Adherencia	Texto	Data
Tipo de Embebido	Texto	Data

#### 5.4.1.4. Ejes, niveles y vistas de modelación

Los ejes, niveles y vistas de corte, elevación y 3D se crean de acuerdo a la estructura de abreviaturas y nombres del modelo. En la figura N° 22 se puede apreciar los ejes creados en una vista en planta.

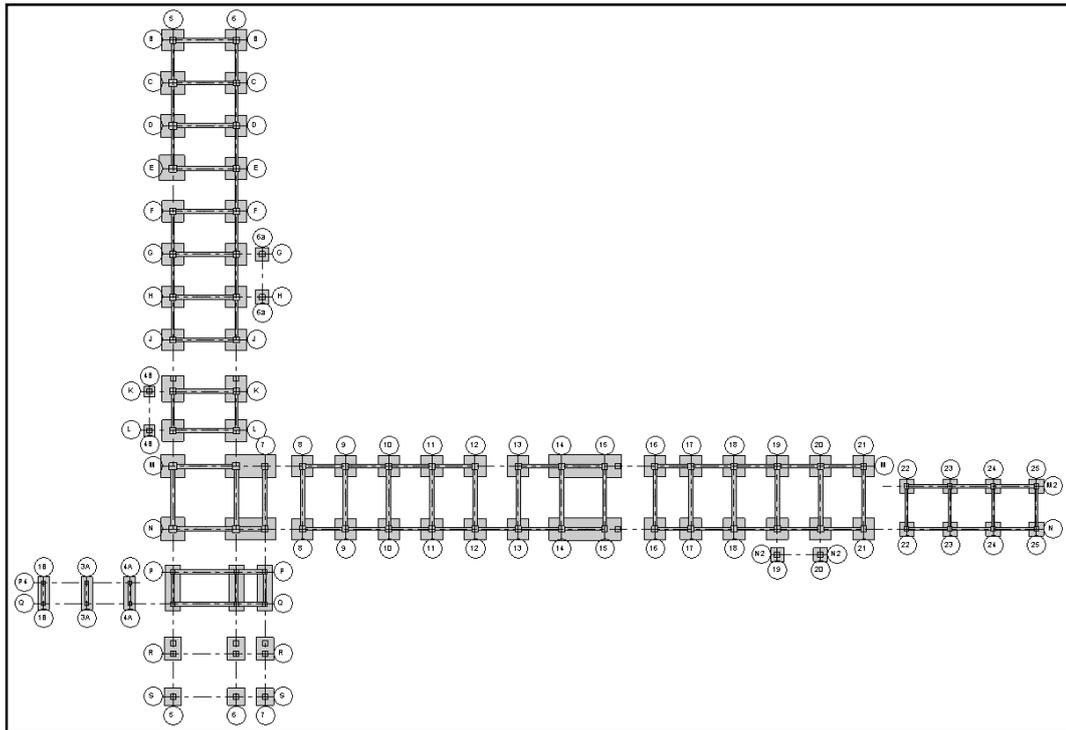


Figura N° 22 Ejes del proyecto dentro del modelo (elaboración propia).

En la figura N° 23 se puede ver los niveles creados para facilitar el proceso de modelado.

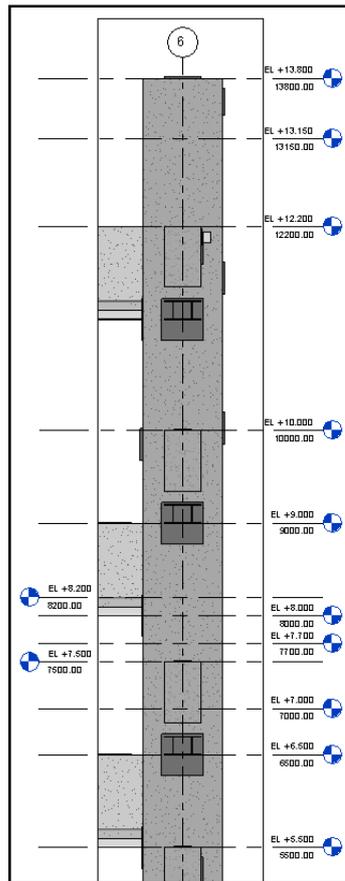


Figura N° 23 Corte que muestra elevaciones del proyecto dentro del modelo (elaboración propia).

En la figura N° 24 se puede observar la vista 3D creada para facilitar el proceso de modelado.

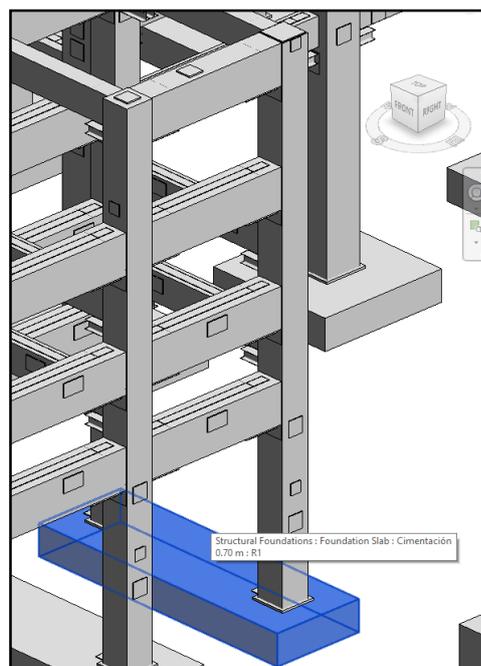


Figura N° 24 Vista 3D de modelado (elaboración propia).

#### 5.4.1.5. Dibujo e inserción de elementos

Se procede a dibujar e insertar los elementos que conforman el proyecto apoyándose en las familias y tipos de elementos creados previamente; como también en los ejes, niveles y vistas de corte, elevación y 3D creados anteriormente.

#### 5.4.1.6. Codificación de ingeniería

Una vez se tienen los elementos dibujados e insertados, se procede a volcar la información correspondiente a los parámetros de ingeniería.

### 5.4.2. Ingreso de Avances

#### 5.4.2.1. Elaboración del formato de recopilación de avances

El formato de recopilación de avances se muestra en la figura N° 25.

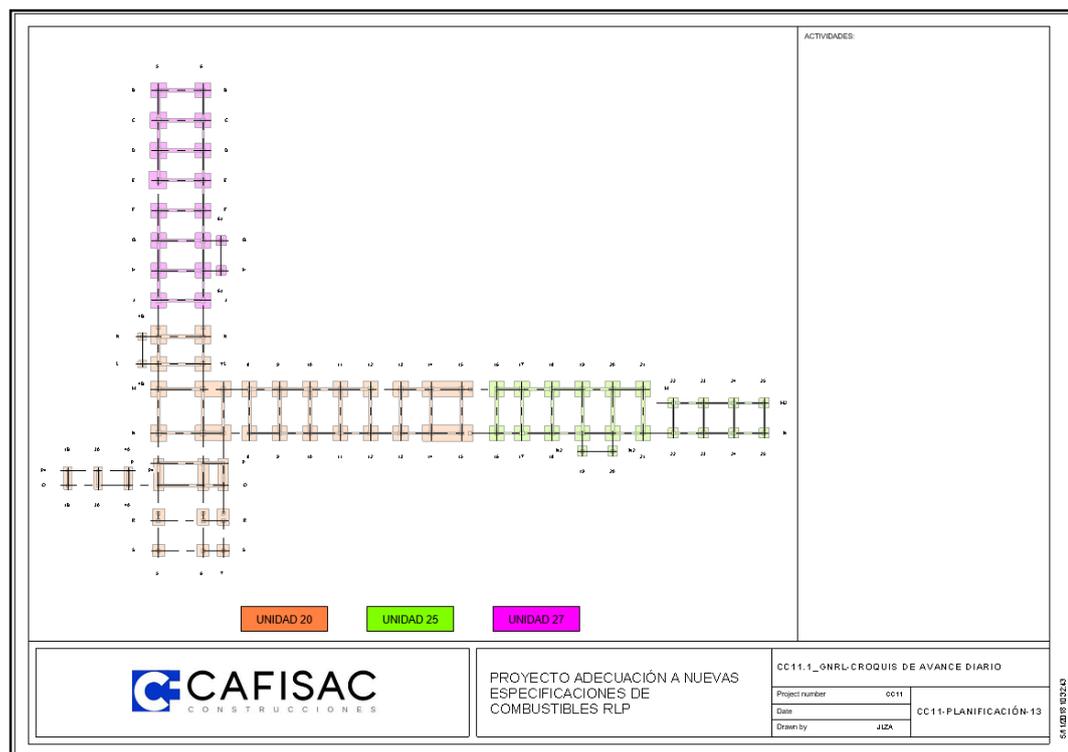


Figura N° 25 Formato de recopilación de avance diario (elaboración propia).

En este se utilizaron filtros para diferenciar los elementos de las unidades 20, 25 y 27, que corresponde a la estructura WBS. Se adjuntan algunos croquis de obra en el anexo N° 3.

#### 5.4.2.2. Parámetros de ingreso de avances

Los parámetros de ingreso de avances utilizados en el proyecto son los que se observan en la tabla N° 8. La agrupación de parámetros proviene del programa Revit, y al no tener la opción de crear agrupaciones personalizadas, se optó por elegir las creadas por defecto.

Tabla N° 8 Parámetros de ingreso de avances

PARÁMETROS DE INGRESO DE AVANCES	TIPO DE PARÁMETRO	AGRUPACIÓN DE PARÁMETRO
RP-Avance Excavación	Yes/No	Data
RP-Avance Trans Acop Temp	Yes/No	Data
RP-Avance Hormigón de Limpieza	Yes/No	Data
RP-Avance Acero	Yes/No	Data
RP-Avance Encofrado	Yes/No	Data
RP-Avance Conectores Cim-Pilar	Yes/No	Data
RP-Avance Conexión PAT	Yes/No	Data
RP-Avance Concreto	Yes/No	Data
RP-Avance Trans Zona Relleno	Yes/No	Data
RP-Avance Relleno	Yes/No	Data
RP-Avance Izado	Yes/No	Data
RP-Avance Mortero Asiento	Yes/No	Data
RP-Avance Izado	Yes/No	Data
RP-Avance Nudos Pilar Viga	Yes/No	Data
RP-Avance Embebidos	Yes/No	Data
RP-Avance Ménsula	Yes/No	Data
RP-Fecha de Excavación	Texto	Data
RP-Fecha de Trans Acop Temp	Texto	Data
RP-Fecha de Hormigón de Limpieza	Texto	Data
RP-Fecha de Acero	Texto	Data
RP-Fecha de Encofrado	Texto	Data
RP-Fecha de Conectores de Cim-Pilar	Texto	Data
RP-Fecha de Conexión PAT	Texto	Data
RP-Fecha de Concreto	Texto	Data
RP-Fecha de Trans Zona Relleno	Texto	Data
RP-Fecha de Relleno	Texto	Data
RP-Fecha de Izado	Texto	Data
RP-Fecha de Mortero Asiento	Texto	Data
RP-Fecha de Izado	Texto	Data
RP-Fecha de Nudos Pilar Viga	Texto	Data
RP-Fecha de Embebidos	Texto	Data
RP-Fecha de Ménsula	Texto	Data

Estos parámetros provienen de las partidas del proyecto, que pueden ser consideradas como fases de ejecución.

5.4.2.3. Cuadros schedule de ingreso de avances

El ingreso de avances al modelo se realiza utilizando el formato de recolección de avances diarios de campo, debidamente llenado; junto con el cuadro Schedule de ingreso de avances y la respectiva vista de avances, vistos en la misma pantalla del modelo en Revit. Para lograr esta configuración de ventanas tenemos que quitar las pestañas de Project Browser y Properties para tener el suficiente espacio para abrir las ventanas de Schedule Cuadro de Ingreso de Avances y Vista de Estado de Avance de la clasificación de elemento en la misma pantalla, para así facilitar la ubicación de los elementos que se estén reportando.

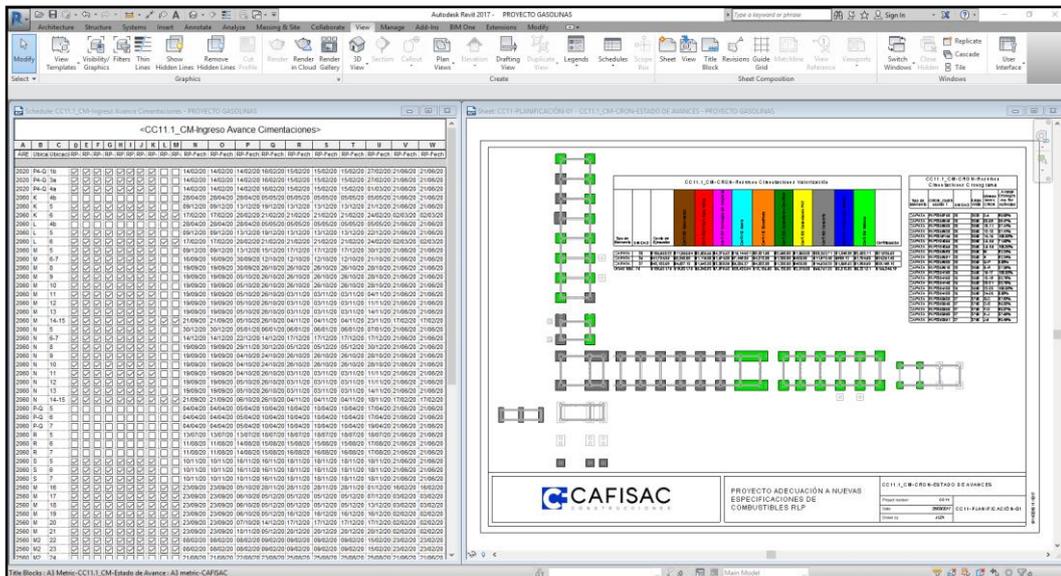


Figura N° 26 Ingreso de avances de cimentaciones (elaboración propia).

La figura N° 26 muestra la utilización del cuadro de ingreso de avance y la vista de avances de cimentaciones en el proceso de ingreso de avances. Para mayor detalle revisar el anexo A4.1.

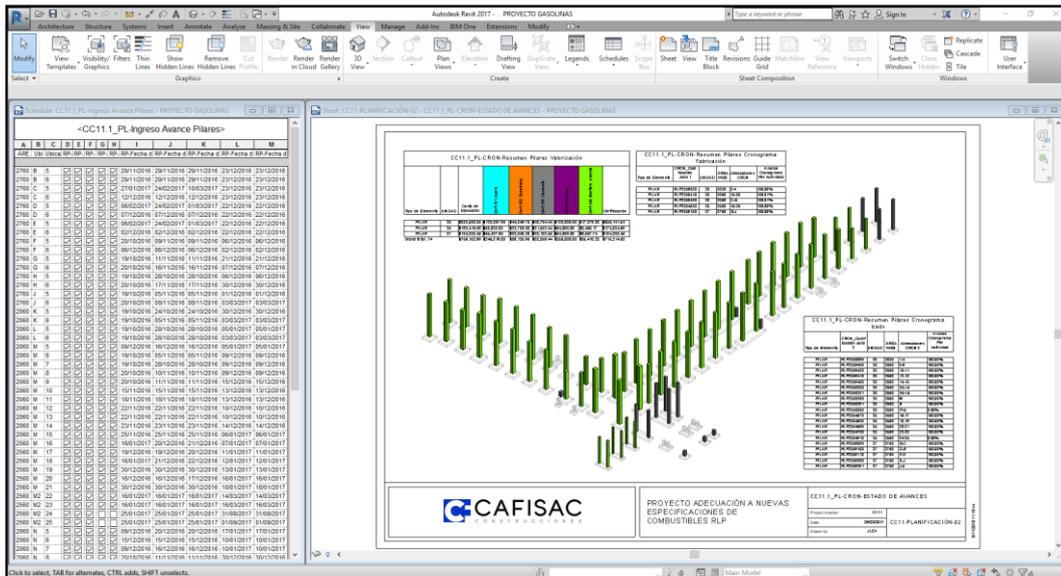


Figura N° 27 Ingreso de avances de pilares (elaboración propia).

La figura N° 27 muestra la utilización del cuadro de ingreso de avance y la vista de avances de pilares en el proceso de ingreso de avances. Para mayor detalle revisar el anexo A4.2.

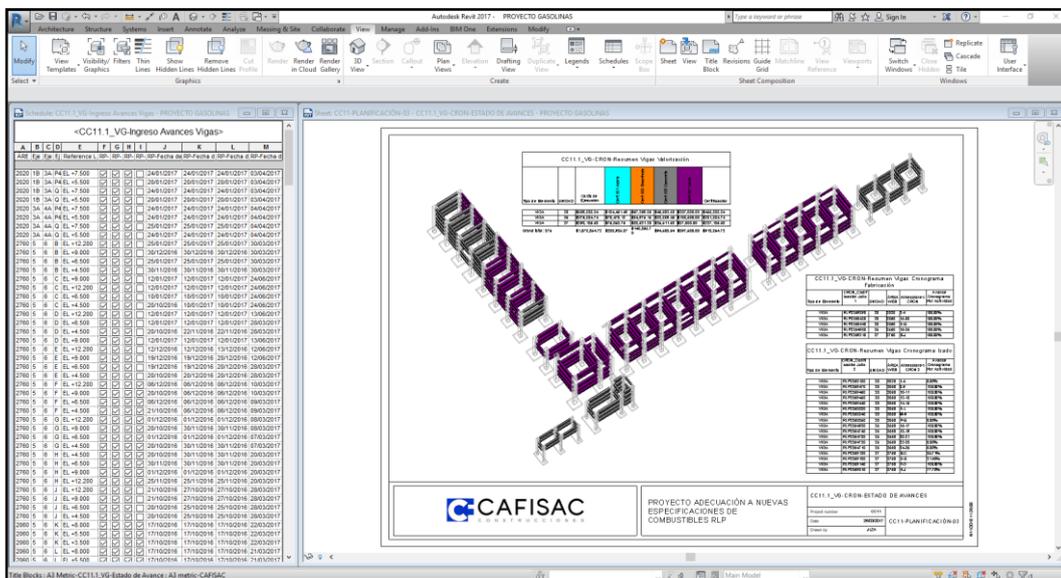


Figura N° 28 Ingreso de avances de vigas (elaboración propia).

La figura N° 28 muestra la utilización del cuadro de ingreso de avance y la vista de avances de vigas en el proceso de ingreso de avances. Para mayor detalle revisar el anexo A4.3.

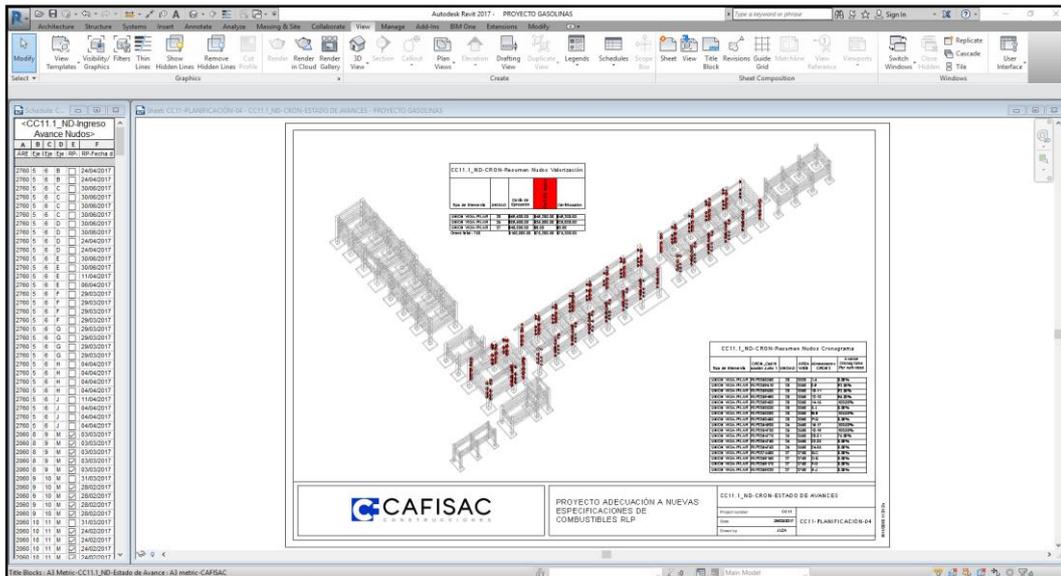


Figura N° 29 Ingreso de avances de uniones pilar-viga (elaboración propia).

La figura N° 29 muestra la utilización del cuadro de ingreso de avance y la vista de avances de nudos de conexión pilar-viga en el proceso de ingreso de avances. Para mayor detalle revisar el anexo A4.4.

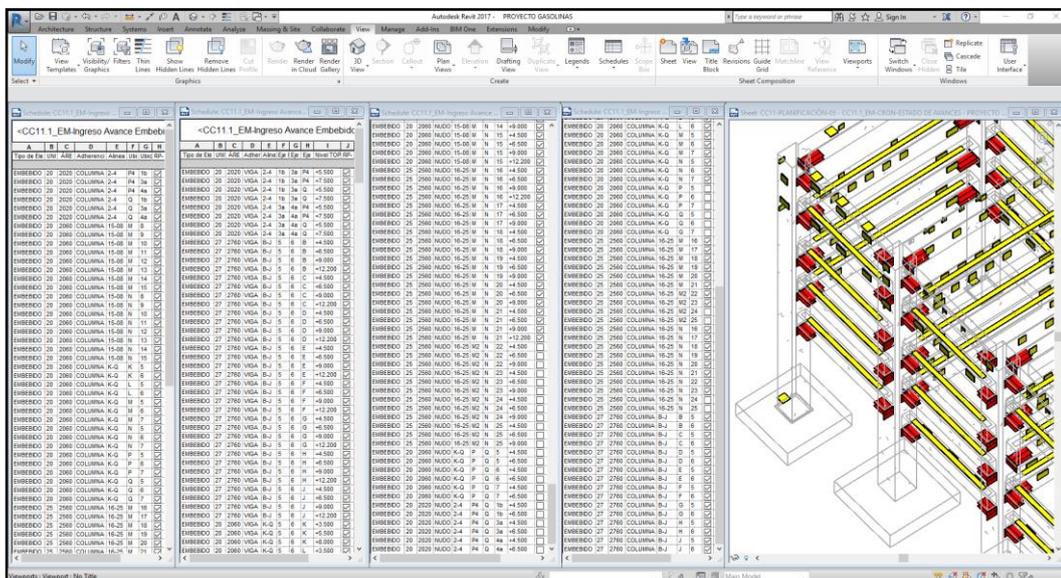


Figura N° 30 Ingreso de avances de embebidos (elaboración propia).

La figura N° 30 muestra la utilización del cuadro de ingreso de avance y la vista de avances de embebidos en el proceso de ingreso de avances. En este caso se tiene abiertos los cuatro cuadros de ingreso de avances de embebidos. Para mayor detalle revisar el anexo A4.5.

### 5.4.3. Reporte Diario de Producción

#### 5.4.3.1. Desglose de estructura

Para realizar el desglose de las estructuras WBS y CBS se procede a estudiar los niveles que presentan, mostrándolas en esquemas.

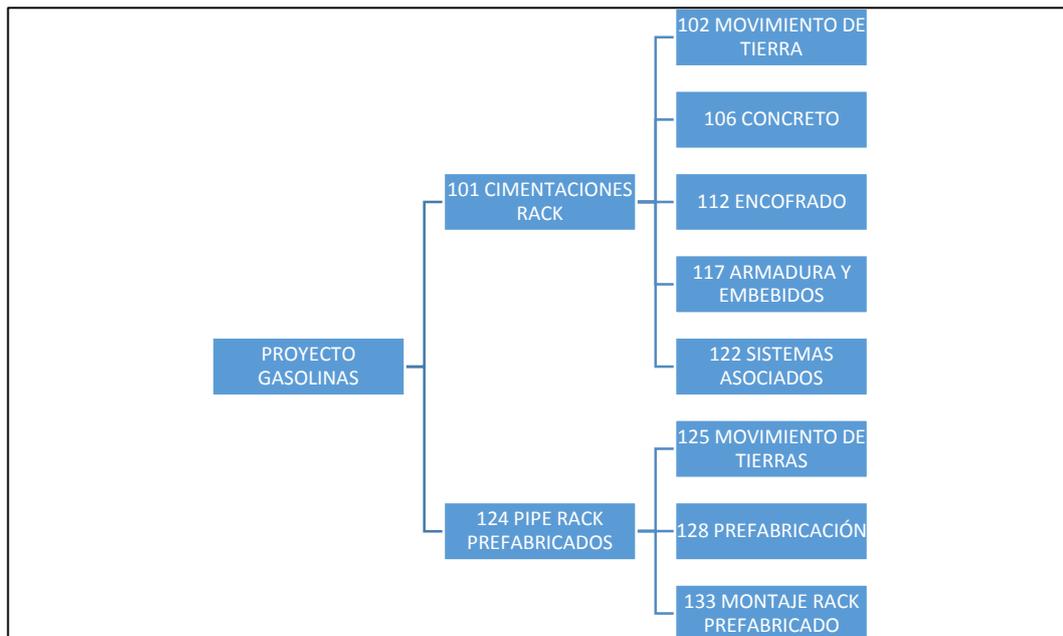


Figura N° 31 Cost Breakdown Structure – CBS del Proyecto Gasolinas (elaboración propia).

La figura N° 31 corresponde a la estructura de descomposición de costo. El presupuesto entregado para la ejecución del Proyecto Gasolinas lleva una codificación básica, que consiste en la enumeración sin consideración de niveles de estructura. simplemente enumera desde la primera fila, en el archivo Excel, hasta la última.

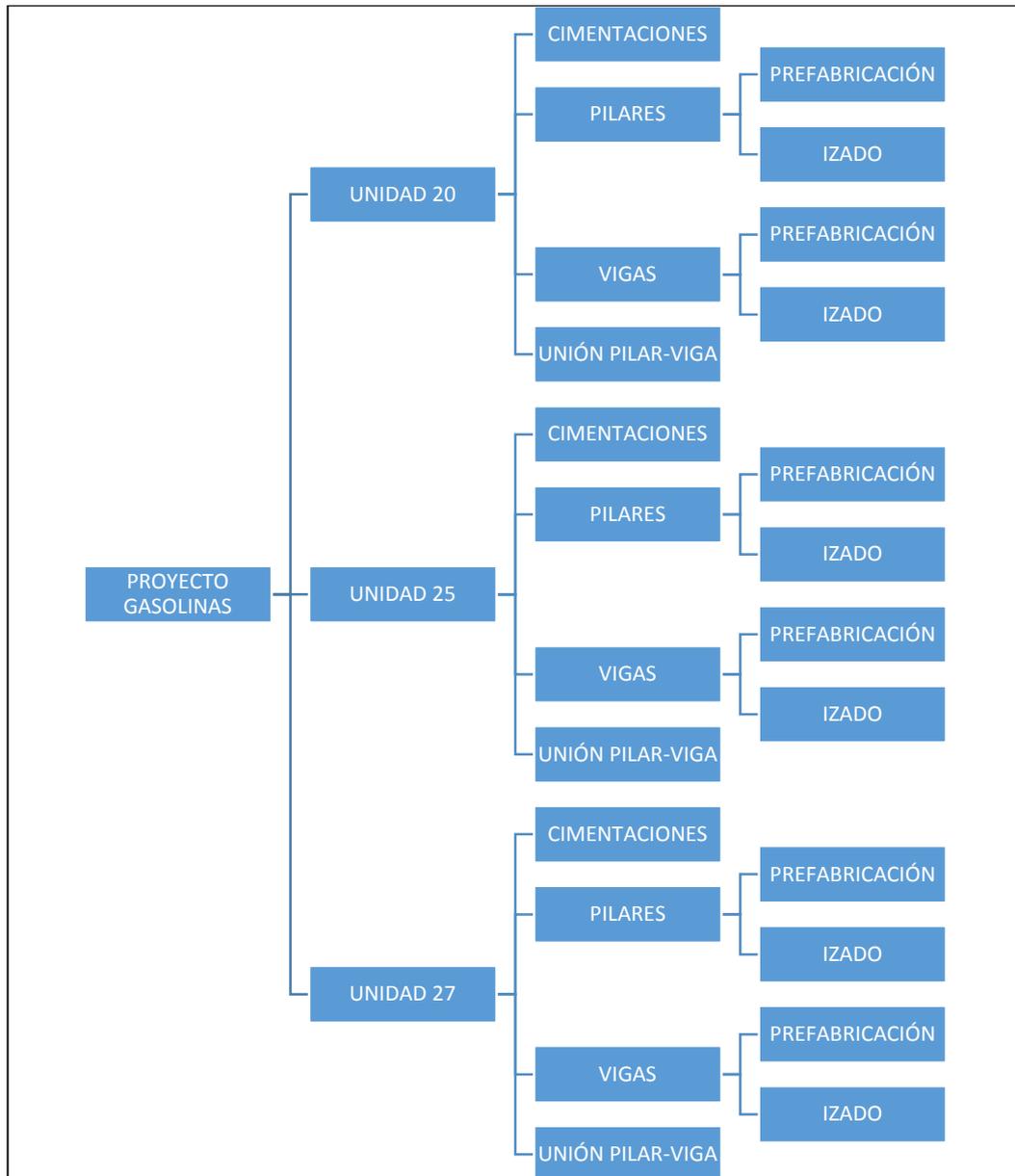


Figura N° 32 Work Breakdown Structure – WBS del Proyecto Gasolinas (elaboración propia).

La figura N° 32 corresponde a la estructura de descomposición de trabajo. El cronograma entregado y elaborado por el cliente para la ejecución del Proyecto Gasolinas fue desarrollado en el programa Primavera. La información con la que se cuenta es la codificación de las actividades con la forma RLP1234567. El Proyecto Gasolinas abarca obras de múltiples especialidades, por ello resulta complicado entender la codificación y solo se muestra la estructura WBS en un esquema simple sin codificación.

### 5.4.3.2. Conexión entre WBS y CBS, e historial de avance diario

Una vez estudiadas las estructuras WBS y CBS, en primer lugar, se desarrolla el RDP con estructura CBS, insertando las actividades en las partidas a las que corresponden y creando las columnas de estado de avance e historial de avance diario. Luego se desarrolla el RDP con estructura WBS, insertando las partidas en las actividades a las que corresponden y creando las columnas de estado de avance e historial de avance diario. Cada columna de historial de avance se crea el día que se realiza ingreso de avances al sistema. Por otro lado, se crea la columna de codificación compuesta CBS-WBS y también se la determina. En esta etapa los RDP no cuentan con metrados, solo tienen las estructuras.

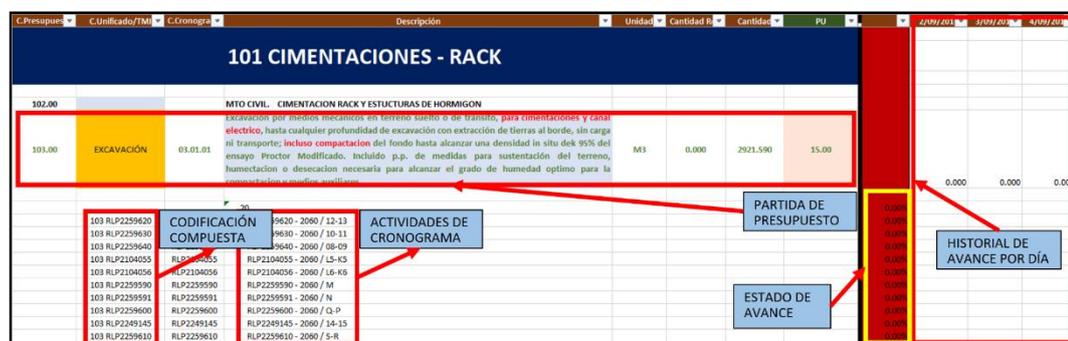


Figura N° 33 RDP en estructura CBS (elaboración propia).

En la figura N° 33, las actividades de cronograma insertadas en la partida mostrada vienen a ser el desglose compuesto de la partida indicada del RDP en estructura CBS.

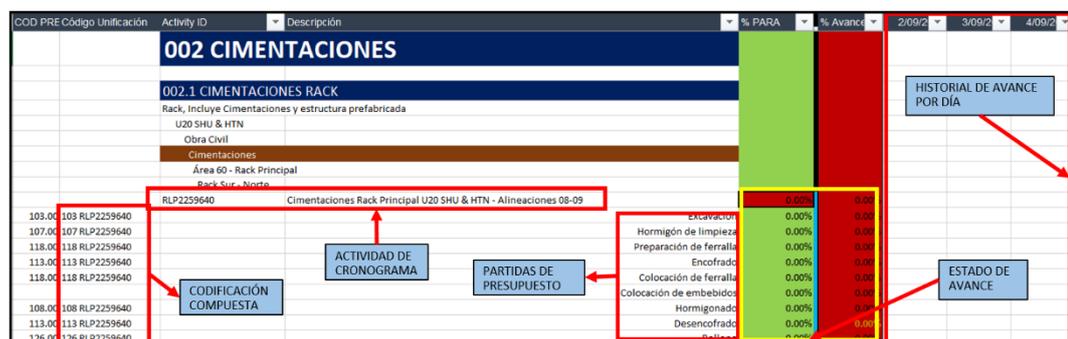


Figura N° 34 RDP en estructura WBS (elaboración propia).

En la figura N° 34, las partidas de presupuesto insertadas en la actividad mostrada, vienen a ser el desglose compuesto de la actividad indicada del RDP en estructura WBS.

#### 5.4.4. Conexión y Automatización Modelo Revit-RDP

##### 5.4.4.1. Partidas y actividades

La codificación de las partidas y actividades se muestra en los siguientes cuadros:

Tabla N° 9 Codificación de partidas por clasificación de elementos

		CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS					
		ZAPATAS	PILARES	PEDESTALES	VIGAS	UNIÓN VIGA-PILAR	EMBEBIDOS
PARTIDAS DEL PROYECTO	Excavación	103	-	-	-	-	-
	Carga y transporte acopio temporal	105	-	-	-	-	-
	Hormigón de limpieza	107	-	-	-	-	-
	Acero	118	131	118	131	-	-
	Encofrado	113	130	115	130	-	-
	Conectores cimentación-pilar	120	-	-	-	-	-
	Conexión PAT	123	-	-	-	-	-
	Embebidos	-	-	-	-	-	132
	Ménsulas	-	-	-	-	-	135
	Concreto	108	129	109	129	-	-
	Izado	-	136	-	137	-	-
	Mortero de asiento	-	140	-	-	-	-
	Unión viga-pilar	-	-	-	-	138	-
	Carga y transporte zona relleno	127	-	-	-	-	-
	Relleno	126	-	-	-	-	-

La tabla N° 9 muestra la codificación de las partidas por clasificación de elementos.

Tabla N° 10 Codificación de actividades alineación 1 por clasificación de elementos

			CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS Y FASES DE EJECUCIÓN				
			PREFABRICACIÓN DE PILARES	PREFABRICACIÓN DE VIGAS	EMBEBIDOS PILARES	EMBEBIDOS VIGAS	
ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ALINEACIONES 1	UNIDAD 20	15-08	RLP2260410	RLP2260430	RLP2260410	RLP2260430
			2-4	RLP2269380	RLP2269390	RLP2269380	RLP2269390
			K-Q	RLP2260420	RLP2260440	RLP2260420	RLP2260440
	UNIDAD 25	16-25	RLP2264880	RLP2264900	RLP2264880	RLP2264900	
	UNIDAD 27	B-J	RLP2269180	RLP2269210	RLP2269180	RLP2269210	

La tabla N° 10 muestra la codificación de las actividades en el desglose alineación 1 del WBS y por clasificación de elementos. La alineación 1 es una agrupación de trabajos empleada en la fase de prefabricación, se caracteriza por agrupar paquetes grandes de trabajo.

Tabla N° 11 Codificación de actividades alineación 2 por clasificación de elementos

			CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS Y FASES DE EJECUCIÓN					
			ZAPATAS	IZADO DE PILARES	IZADO DE VIGAS	UNIÓN VIGA-PILAR	MÉNSULAS	
ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ALINEACIONES 2	UNIDAD 20	08-09	RLP2104055	RLP2269430	RLP2269470	RLP2269510	RLP2269430
			10-11	RLP2104056	RLP2269420	RLP2269460	RLP2269500	RLP2269420
			12-13	RLP2249145	RLP2269410	RLP2269450	RLP2269490	RLP2269410
			14-15	RLP2259590	RLP2269400	RLP2269440	RLP2269480	RLP2269400
			2-4	RLP2259591	RLP2260090	RLP2260180	RLP2260260	RLP2260090
			L5-K5	RLP2259600	RLP2260280	RLP2260330	RLP2260380	RLP2260280
			L6-K6	RLP2259610	RLP2260281	-	-	RLP2260281
			M	RLP2259620	RLP2260290	RLP2260340	RLP2260390	RLP2260290
			N	RLP2259630	RLP2260291	-	-	RLP2260291
		Q-P	RLP2259640	RLP2260300	RLP2260350	RLP2260400	RLP2260300	
		S-R	RLP2259750	-	-	-	-	
		UNIDAD 25	16-17	RLP2264130	RLP2264670	RLP2264920	RLP2264930	RLP2264670
		18-19	RLP2264140	RLP2264680	RLP2264740	RLP2264780	RLP2264680	
		20-21	RLP2264150	RLP2264690	RLP2264730	RLP2264770	RLP2264690	
		22-23	RLP2264160	RLP2264700	RLP2264720	RLP2264760	RLP2264700	
	24-25	RLP2264180	RLP2264910	RLP2264710	RLP2264750	RLP2264910		
	UNIDAD 27	B-C	RLP2268630	RLP2269090	RLP2269120	RLP2274400	RLP2269090	
	D-E	RLP2268640	RLP2269100	RLP2269130	RLP2269160	RLP2269100		
	F-G	RLP2268650	RLP2269110	RLP2269140	RLP2269170	RLP2269110		
	H-J	RLP2268660	RLP2269290	RLP2269310	RLP2269320	RLP2269290		
	J-6	RLP2268661	RLP2269291	-	-	RLP2269291		

La tabla N° 11 muestra la codificación de las actividades en el desglose alineación 2 del WBS y por clasificación de elementos. La alineación 2 es una agrupación de trabajos empleada en la fase de izado, se caracteriza por agrupar paquetes pequeños de trabajo, esto permite un control de avance más minucioso.

#### 5.4.4.2. Parámetros de valorización

Los parámetros de valorización utilizados en el proyecto se pueden observar en la tabla N° 12. La agrupación de parámetros proviene del programa Revit, y al no tener la opción de crear agrupaciones personalizadas, se optó por elegir las creadas por defecto.

Tabla N° 12 Parámetros de valorización

PARÁMETROS DE VALORIZACIÓN	TIPO DE PARÁMETRO	AGRUPACIÓN DE PARÁMETRO
COST_Codificación Excavación	Text	General
COST_Codificación Trans Acop Temp	Text	General
COST_Codificación Hormigón de Limpieza	Text	General
COST_Codificación Acero	Text	General
COST_Codificación Encofrado	Text	General
COST_Codificación Conector Cim-Pilar	Text	General
COST_Codificación Conexión PAT	Text	General
COST_Codificación Concreto	Text	General
COST_Codificación Trans Zona Relleno	Text	General
COST_Codificación Relleno	Text	General
COST_Codificación Izado	Text	General
COST_Codificación Mortero Asiento	Text	General
COST_Codificación Izado	Text	General
COST_Codificación Nudos Pilar Viga	Text	General
COST_Codificación Embebidos	Text	General
COST_Codificación Ménsula	Text	General
COST_MTO Excavación	Number	General
COST_MTO Trans Acop Temp	Number	General
COST_MTO Hormigón de Limpieza	Number	General
COST_MTO Acero	Number	General
COST_MTO Encofrado	Number	General
COST_MTO Conectores Cim-Pilar	Number	General
COST_MTO Conexión PAT	Number	General
COST_MTO Concreto	Number	General
COST_MTO Trans Zona Relleno	Number	General
COST_MTO Relleno	Number	General
COST_MTO Izado	Number	General
COST_MTO Mortero Asiento	Number	General
COST_MTO Izado	Number	General
COST_MTO Nudos Pilar Viga	Number	General
COST_MTO Embebidos	Number	General
COST_MTO Ménsula	Number	General
COST_PU Excavación	Number	General
COST_PU Trans Acop Temp	Number	General

PARÁMETROS DE VALORIZACIÓN	TIPO DE PARÁMETRO	AGRUPACIÓN DE PARÁMETRO
COST_PU Hormigón de Limpieza	Number	General
COST_PU Acero	Number	General
COST_PU Encofrado	Number	General
COST_PU Conectores Cim-Pilar	Number	General
COST_PU Conexión PAT	Number	General
COST_PU Concreto	Number	General
COST_PU Trans Zona Relleno	Number	General
COST_PU Relleno	Number	General
COST_PU Izado	Number	General
COST_PU Mortero Asiento	Number	General
COST_PU Izado	Number	General
COST_PU Nudos Pilar Viga	Number	General
COST_PU Embebidos	Number	General
COST_PU Ménsula	Number	General

#### 5.4.4.3. *Parámetros de cronograma*

Los parámetros de ingreso de cronograma utilizados en el proyecto se muestran en la tabla N° 13. La agrupación de parámetros proviene del programa Revit, y al no tener la opción de crear agrupaciones personalizadas, se optó por elegir las creadas por defecto.

Tabla N° 13 Parámetros de cronograma

PARÁMETROS DE CRONOGRAMA	TIPO DE PARÁMETRO	AGRUPACIÓN DE PARÁMETRO
UNIDAD	Text	Construction
ÁREA WBS	Text	Construction
CRON_Codificación Julio 1	Text	Construction
CRON_Codificación Julio 2	Text	Construction
CRON_FIA Programado Julio 1	Text	Construction
CRON_FFA Programado Julio 1	Text	Construction
Alineaciones CRON	Text	Construction
Alineaciones CRON 2	Text	Construction

#### 5.4.4.4. *Codificación valorización*

Se vuelca la información del formato de valorización en sus respectivos parámetros.

#### 5.4.4.5. *Codificación cronograma*

Se vuelca la información del formato de cronograma en sus respectivos parámetros.

#### 5.4.4.6. Cuadros de estado de avance

Los cuadros de estado de avance de cada clase de elementos del proyecto, cuentan con los siguientes parámetros de modelo y columnas Excel que se muestran en las tablas N° 14, N° 15, N° 16, N° 17 y N° 18 de cimentaciones, pilares, vigas, nudos de conexión y embebidos respectivamente, en formato doble columna por hoja.

Tabla N° 14 Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de cimentaciones

COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES	COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES
<b>PARÁMETROS DE INGENIERÍA</b>	COST_Codificación Trans Acop Temp
GNRL-Identificador de Frente de Trabajo	COST_Codificación Hormigón de Limpieza
Tipo de Elemento	COST_Codificación Acero
Family	COST_Codificación Encofrado
Type	COST_Codificación Conector Cim-Pilar
Tipo Zapata	COST_Codificación Conexión PAT
Ubicación Eje Hz	COST_Codificación Concreto
Ubicación Eje V	COST_Codificación Trans Zona Relleno
Length	COST_Codificación Relleno
Width	<b>COLUMNAS DE METRADOS</b>
Level	COST_MTO Excavación
Height Offset From Level	COST_MTO Trans Acop Temp
Foundation Thickness	COST_MTO Hormigón de Limpieza
<b>PARÁMETROS DE INGRESO DE AVANCES</b>	COST_MTO Acero
RP-Avance Excavación	COST_MTO Encofrado
RP-Avance Trans Acop Temp	COST_MTO Conectores Cim-Pilar
RP-Avance Hormigón de Limpieza	COST_MTO Conexión PAT
RP-Avance Acero	COST_MTO Concreto
RP-Avance Encofrado	COST_MTO Trans Zona Relleno
RP-Avance Conectores Cim-Pilar	COST_MTO Relleno
RP-Avance Conexión PAT	COST_PU Excavación
RP-Avance Concreto	COST_PU Trans Acop Temp
RP-Avance Trans Zona Relleno	COST_PU Hormigón de Limpieza
RP-Avance Relleno	COST_PU Acero
RP-Fecha de Excavación	COST_PU Encofrado
RP-Fecha de Trans Acop Temp	COST_PU Conectores Cim-Pilar
RP-Fecha de Hormigón de Limpieza	COST_PU Conexión PAT
RP-Fecha de Acero	COST_PU Concreto
RP-Fecha de Encofrado	COST_PU Trans Zona Relleno
RP-Fecha de Conectores de Cim-Pilar	COST_PU Relleno
RP-Fecha de Conexión PAT	COST_MTO Excavación
RP-Fecha de Concreto	COST_MTO Trans Acop Temp
RP-Fecha de Trans Zona Relleno	COST_MTO Hormigón de Limpieza
RP-Fecha de Relleno	COST_MTO Acero
<b>PARÁMETROS DE CRONOGRAMA</b>	COST_MTO Encofrado
UNIDAD	COST_MTO Conectores Cim-Pilar
ÁREA WBS	COST_MTO Conexión PAT
CRON_Codificación Julio 1	COST_MTO Concreto
Alineaciones CRON	COST_MTO Trans Zona Relleno
Alineaciones CRON 2	COST_MTO Relleno
<b>PARÁMETROS DE VALORIZACIÓN</b>	<b>COLUMNAS DE IDENTIFICACIÓN</b>
COST_Codificación Excavación	Identificación

COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES	COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES
Codificación CRON-ÁREA	AVANCE ACERO
<b>COLUMNAS DE METRADOS DE AVANCE</b>	AVANCE ENCOFRADO
AVANCE EXCAVACIÓN	AVANCE CONECTORES
AVANCE TRANSP ACP	AVANCE CONX PAT
AVANCE HORM LIMP	AVANCE HORMIGÓN
	AVANCE TRANSP RELLENO
	AVANCE RELLENO

Tabla N° 15 Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de pilares

COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES	COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES
<b>PARÁMETROS DE INGENIERÍA</b>	Alineaciones CRON
GNRL-Identificador de Frente de Trabajo	Alineaciones CRON 2
Tipo de Elemento	<b>PARÁMETROS DE VALORIZACIÓN</b>
UNIDAD	COST_Codificación Acero
ÁREA WBS	COST_Codificación Encofrado
Family	COST_Codificación Concreto
Type	COST_Codificación Izado
Tipo Columna	COST_Codificación Mortero Asiento
Ubicación Eje Hz	COST_MTO Acero
Ubicación Eje V	COST_MTO Encofrado
Length	COST_MTO Concreto
Volume	COST_MTO Izado
Base Level	COST_MTO Mortero Asiento
Base Offset	COST_PU Acero
Top Level	COST_PU Encofrado
Top Offset	COST_PU Concreto
<b>PARÁMETROS DE INGRESO DE AVANCES</b>	COST_PU Izado
RP-Avance Acero	COST_PU Mortero Asiento
RP-Avance Encofrado	<b>COLUMNAS DE METRADOS</b>
RP-Avance Concreto	COST_MTO Acero
RP-Avance Izado	COST_MTO Encofrado
RP-Avance Mortero Asiento	COST_MTO Concreto
RP-Fecha de Acero	COST_MTO Izado
RP-Fecha de Encofrado	COST_MTO Mortero Asiento
RP-Fecha de Concreto	<b>COLUMNAS DE IDENTIFICACIÓN</b>
RP-Fecha de Izado	Identificación
RP-Fecha de Mortero Asiento	Codificación CRON-ÁREA Fabricación
<b>PARÁMETROS DE CRONOGRAMA</b>	Codificación CRON-ÁREA Izado
UNIDAD	<b>COLUMNAS DE METRADOS DE AVANCE</b>
ÁREA WBS	AVANCE ACERO
CRON_Codificación Julio 1	AVANCE ENCOFRADO
CRON_Codificación Julio 2	AVANCE CONCRETO
	AVANCE IZADO
	AVANCE MORTERO ASIEN TO

Tabla N° 16 Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de vigas

COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES	COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES
<b>PARÁMETROS DE INGENIERÍA</b>	Alineaciones CRON
GNRL-Identificador de Frente de Trabajo	Alineaciones CRON 2
Tipo de Elemento	<b>PARÁMETROS DE VALORIZACIÓN</b>
ID EQUIPO	COST_Codificación Acero
Family	COST_Codificación Encofrado
Type	COST_Codificación Concreto
Tipo de Viga	COST_Codificación Izado
Eje Inicio Viga	COST_MTO Acero
Eje Final Viga	COST_MTO Encofrado
Eje de Viga	COST_MTO Concreto
Cut Length	COST_MTO Izado
<b>PARÁMETROS DE INGRESO DE AVANCES</b>	COST_PU Acero
Volume	COST_PU Encofrado
Reference Level	COST_PU Concreto
RP-Avance Acero	COST_PU Izado
RP-Avance Encofrado	<b>COLUMNAS DE METRADOS</b>
RP-Avance Concreto	COST_MTO Acero
RP-Avance Izado	COST_MTO Encofrado
RP-Fecha de Acero	COST_MTO Concreto
RP-Fecha de Encofrado	COST_MTO Izado
RP-Fecha de Concreto	<b>COLUMNAS DE IDENTIFICACIÓN</b>
RP-Fecha de Izado	Identificación
<b>PARÁMETROS DE CRONOGRAMA</b>	Codificación CRON-ÁREA Fabricación
UNIDAD	Codificación CRON-ÁREA Izado
ÁREA WBS	<b>COLUMNAS DE METRADOS DE AVANCE</b>
CRON_Codificación Julio 1	AVANCE ACERO
CRON_Codificación Julio 2	AVANCE ENCOFRADO
	AVANCE CONCRETO
	AVANCE IZADO

Tabla N° 17 Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de uniones pilar-viga

COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES	COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES
<b>PARÁMETROS DE INGENIERÍA</b>	RP-Fecha de Nudos Pilar Viga
GNRL-Identificador de Frente de Trabajo	<b>PARÁMETROS DE CRONOGRAMA</b>
Tipo de Elemento	UNIDAD
Family	ÁREA WBS
Type	CRON_Codificación Julio 1
Tipo de Viga	Alineaciones CRON
Eje Inicio Viga	Alineaciones CRON 2
Eje Final Viga	<b>PARÁMETROS DE VALORIZACIÓN</b>
Eje de Viga	COST_Codificación Nudos Pilar Viga
Cut Length	COST_MTO Nudos Pilar Viga
Volume	COST_PU Nudos Pilar Viga
Reference Level	<b>COLUMNAS DE IDENTIFICACIÓN</b>
<b>PARÁMETROS DE INGRESO DE AVANCES</b>	Identificación
RP-Avance Nudos Pilar Viga	Codificación CRON-ÁREA Fabricación
	<b>COLUMNAS DE METRADOS DE AVANCE</b>
	AVANCE NUDOS

Tabla N° 18 Parámetros y columnas del cuadro de estado de avance de embebidos

COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES	COLUMNAS DEL CUADRO ESTADO DE AVANCES
<b>PARÁMETROS DE INGENIERÍA</b>	UNIDAD
GNRL-Identificador de Frente de Trabajo	ÁREA WBS
Tipo de Elemento	CRON_Codificación Julio 1
Family	CRON_Codificación Julio 2
Type	Alineaciones CRON
Adherencia de embebido	Alineaciones CRON 2
Ubicación Eje Hz	<b>PARÁMETROS DE VALORIZACIÓN</b>
Ubicación Eje V	COST_Codificación Embebidos
Eje Inicio Viga	COST_Codificación Ménsula
Eje Final Viga	COST_MTO Embebidos
Eje de Viga	COST_MTO Ménsula
Elevación Top	COST_PU Embebidos
Nivel TOP de viga de adherencia	COST_PU Ménsula
<b>PARÁMETROS DE INGRESO DE AVANCES</b>	<b>COLUMNAS DE IDENTIFICACIÓN</b>
RP-Avance Embebidos	Identificación Pilares
RP-Avance Ménsula	Identificación Vigas
RP-Fecha de Embebidos	Codificación CRON-ÁREA Fabricación
RP-Fecha de Ménsula	Codificación CRON-ÁREA Izado
<b>PARÁMETROS DE CRONOGRAMA</b>	<b>COLUMNAS DE METRADOS DE AVANCE</b>
	AVANCE EMBEBIDOS
	AVANCE MÉNSULAS

#### 5.4.4.7. Tablas dinámicas Excel de conexión

Las tablas dinámicas del proyecto se elaboran para cada partida. A continuación, se muestra como ejemplo el cuadro dinámico de la partida de excavación 103 en la tabla N°19 de un total de 21 cuadros.

Tabla N° 19 Tabla dinámica de cimentaciones partida 103

<b>CC11.1 - CM</b>		
<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Suma de COST_MTO Excavación2</b>	<b>Suma de AVANCE EXCAVACIÓN</b>
<b>ZAPATA</b>	<b>1448.070</b>	<b>0.000</b>
<b>103</b>		
20		
RLP2259620 - 2060 / 12-13	90.000	0.000
RLP2259630 - 2060 / 10-11	90.000	0.000
RLP2259640 - 2060 / 08-09	77.400	0.000
RLP2104055 - 2060 / L5-K5	49.200	0.000
RLP2104056 - 2060 / L6-K6	40.200	0.000
RLP2259590 - 2060 / M	58.630	0.000
RLP2259591 - 2060 / N	58.630	0.000
RLP2259600 - 2060 / Q-P	72.580	0.000
RLP2249145 - 2060 / 14-15	211.200	0.000
RLP2259610 - 2060 / S-R	72.580	0.000
RLP2259750 - 2020 / 2-4	39.740	0.000
25		

CC11.1 - CM			
Etiquetas de fila	Suma de COST_MTO Excavación2	Suma de AVANCE EXCAVACIÓN	
RLP2264160 - 2560 / 16-17	64.800	0.000	
RLP2264150 - 2560 / 18-19	71.300	0.000	
RLP2264140 - 2560 / 20-21	71.300	0.000	
RLP2264180 - 2560 / 22-23	28.800	0.000	
RLP2264130 - 2560 / 24-25	28.800	0.000	
27			
RLP2268660 - 2760 / H-J	61.220	0.000	
RLP2268661 - 2760 / J-6	18.000	0.000	
RLP2268650 - 2760 / F-G	79.220	0.000	
RLP2268640 - 2760 / D-E	73.460	0.000	
RLP2268630 - 2760 / B-C	91.010	0.000	
<b>Total general</b>	<b>1448.070</b>	<b>0.000</b>	

5.4.4.8. Conexión entre las tablas dinámicas y la estructura WBS y CBS

El flujo de información empieza desde el modelo, mediante los cuadros de estado de avance; seguido del RDP en estructura CBS, mediante las tablas dinámicas; y finalmente el RDP en estructura WBS, mediante la codificación compuesta CBS y WBS. En esta etapa los RDP cuentan con los metrados totales de cada desglose compuesto y los metrados de avance en el historial de avance diario.

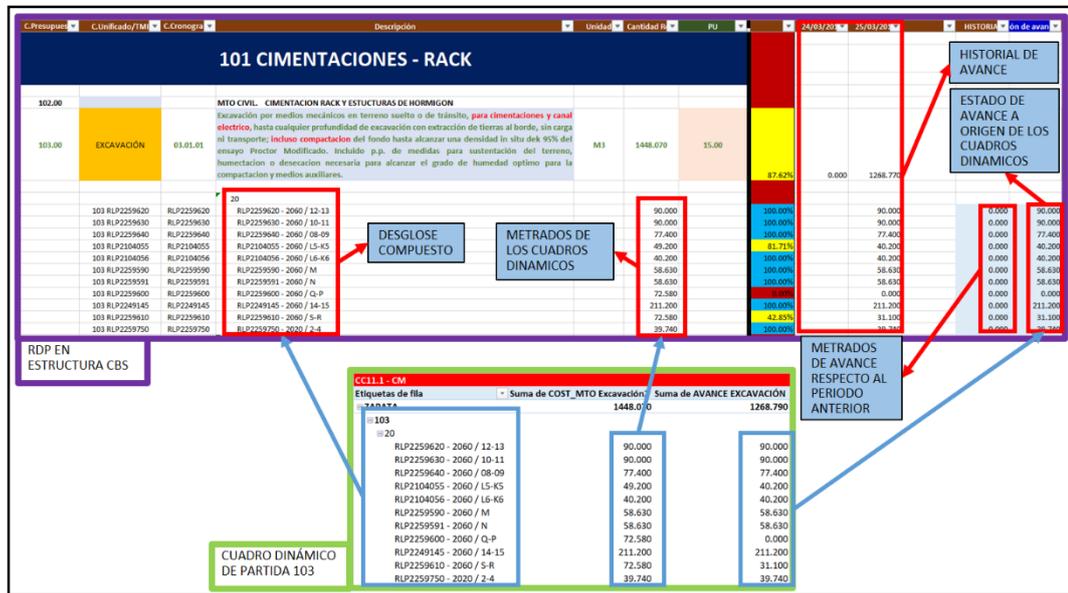


Figura N° 35 Conexión entre las tablas dinámicas y el RDP con estructura CBS (elaboración propia).

En la figura N° 35 se muestra la partida 103, del RDP en estructura CBS, en la parte superior y el cuadro dinámico correspondiente a la partida 103 de

cimentaciones, en la parte inferior. Se indica mediante flechas la conexión de la información entre ambos cuadros. Esta figura muestra un ejemplo para la partida 103, se desarrolla la conexión entre las demás partidas y tablas dinámicas de la misma forma. Para mayor detalle revisar el anexo N° 5.

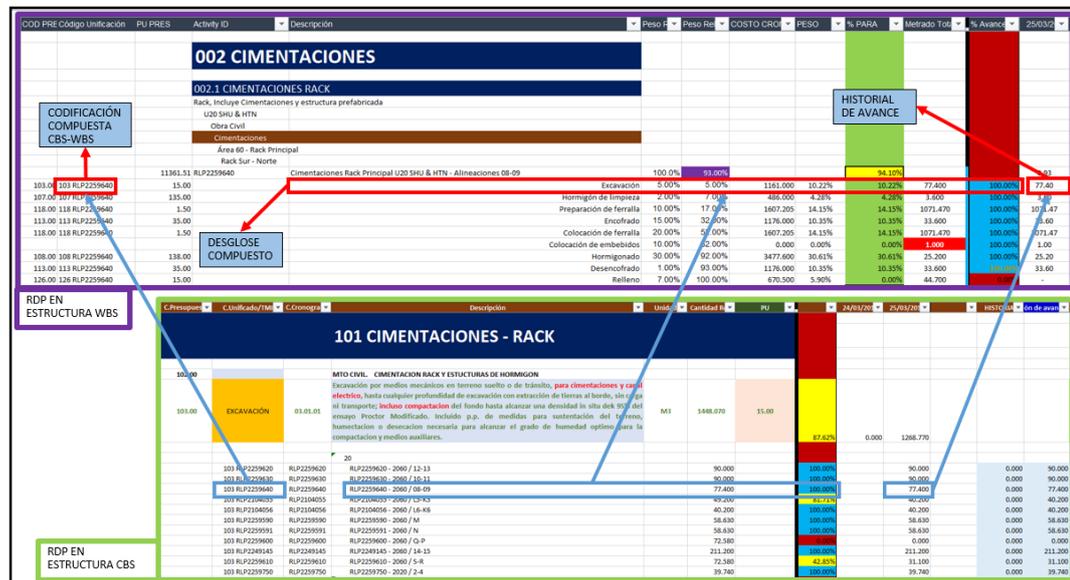


Figura N° 36 Conexión entre los RDP con estructura CBS y WBS (elaboración propia).

En la figura N° 36 se muestra la actividad RLP2259640, del RDP en estructura WBS, en la parte superior y la partida 103, del RDP en estructura CBS, en la parte inferior. Se indica mediante flechas la conexión de la información entre ambos cuadros. En este caso se conecta la información de metrados totales, metrados de avance en su respectiva columna de historial de avance, y precios unitarios; mediante el uso de la fórmula BUSCARV, que a su vez usa la codificación compuesta CBS-WBS. Los precios unitarios y metrados totales, servirán además para calcular los pesos proporcionales, basados en montos económicos, de cada desglose compuesto. Luego, para calcular el porcentaje de avance de cada actividad, se castiga el porcentaje de avance de cada desglose compuesto con estos pesos proporcionales, para que al sumarlos obtengamos un cien por ciento. Esta figura muestra un ejemplo para la actividad RLP2259640, se desarrolla la conexión entre las demás actividades y partidas de la misma forma. Para mayor detalle revisar el anexo N° 6.

#### 5.4.5. Conexión y Automatización Modelo Revit - Valorización

#### 5.4.5.1. Cuadro MTO

El cuadro MTO del proyecto, cuenta con los parámetros de modelo que se muestran en la tabla N° 20, en formato doble columna por hoja.

Tabla N° 20 Parámetros del cuadro MTO

PARÁMETROS DEL CUADRO MTO	PARÁMETROS DEL CUADRO MTO
<b>PARÁMETROS DE INGENIERÍA</b>	COST_Codificación Embebidos
GNRL-Centro de Costo	COST_Codificación Concreto
Código Plano	COST_Codificación Izado
Especialidad	COST_Codificación Ménsula
Subespecialidad	COST_Codificación Mortero Asiento
<b>PARÁMETROS DE CRONOGRAMA</b>	COST_Codificación Nudos Pilar Viga
ÁREA WBS	COST_Codificación Trans Zona Relleno
Elemento	COST_Codificación Relleno
<b>PARÁMETROS DE INGENIERÍA</b>	<b>PARÁMETROS DE INGRESO DE AVANCES</b>
X	RP-Avance Excavación
Y	RP-Avance Trans Acop Temp
Z	RP-Avance Hormigón de Limpieza
Tipo de Elemento	RP-Avance Acero
Tipo de Embebido	RP-Avance Encofrado
Tipo Columna	RP-Avance Conexión PAT
Tipo de pedestal	RP-Avance Conectores Cim-Pilar
Tipo Zapata	RP-Avance Embebidos
Tipo de Viga	RP-Avance Concreto
Ubicación Eje Hz	RP-Avance Izado
Ubicación Eje V	RP-Avance Ménsula
Eje Inicio Viga	RP-Avance Mortero Asiento
Eje Final Viga	RP-Avance Nudos Pilar Viga
Eje de Viga	RP-Avance Trans Zona Relleno
Nivel TOP de viga de adherencia	RP-Avance Relleno
Adherencia de embebido	
<b>PARÁMETROS DE VALORIZACIÓN</b>	
COST_MTO Excavación	
COST_MTO Trans Acop Temp	
COST_MTO Hormigón de Limpieza	
COST_MTO Acero	
COST_MTO Encofrado	
COST_MTO Conexión PAT	
COST_MTO Conectores Cim-Pilar	
COST_MTO Embebidos	
COST_MTO Concreto	
COST_MTO Izado	
COST_MTO Ménsula	
COST_MTO Mortero Asiento	
COST_MTO Nudos Pilar Viga	
COST_MTO Trans Zona Relleno	
COST_MTO Relleno	
COST_Codificación Excavación	
COST_Codificación Trans Acop Temp	
COST_Codificación Hormigón de Limpieza	
COST_Codificación Acero	
COST_Codificación Encofrado	
COST_Codificación Conexión PAT	
COST_Codificación Conector Cim-Pilar	

#### 5.4.6. Conexión y Automatización RDP - Cronograma

##### 5.4.6.1. Cuadro de ingreso de avances al cronograma

El cuadro de ingreso de avances al cronograma se muestra en el anexo N° 7. En este se muestran las actividades con sus códigos de identificación y los porcentajes de avances que se ingresarán al cronograma de seguimiento en el programa de gestión de proyectos.

##### 5.4.6.2. Cronograma de ingreso de avances

El sistema alimenta, mediante el cuadro de ingreso de avances al cronograma, con información de avance al cronograma de seguimiento que se crea en el programa de gestión de proyectos, que contiene las columnas de identificación y una donde se ingrese el avance en porcentajes calculados en el RDP, en base a metrados.

#### 5.4.7. Visualización de Avances del Modelo Revit

##### 5.4.7.1. Parámetros calculados

Son parámetros que hacen cálculos por etapas de los porcentajes y montos de avance. Información que finalmente se muestra en los cuadros de resumen de avance por cronograma y valorización.

##### 5.4.7.2. Cuadros de resumen de avances cronograma

Los cuadros de resumen de avances cronograma se muestran en las vistas de avance indicadas en el punto 5.3.6.3.

##### 5.4.7.3. Cuadros de resumen de avances valorización

Los cuadros de resumen de avances valorización se muestran en las vistas de avance indicadas en el punto 5.3.6.3.

##### 5.4.7.4. Filtros condicionales

Los nombres de filtros, parámetros relacionados y reglas de filtro, fueron los que se observan en la tabla N° 21.

Tabla N° 21 Filtros del modelo

FILTROS DEL MODELO	PARÁMETRO RELACIONADO	REGLAS DE FILTRO
GNRL-CC11.1	GRNL-Centro de Costo	Equal to 11.1
GNRL-CC11.2	GRNL-Centro de Costo	Equal to 11.2
GNRL-CC11.3	GRNL-Centro de Costo	Equal to 11.3
GNRL-CC11.4	GRNL-Centro de Costo	Equal to 11.4
GNRL-CC11.5	GRNL-Centro de Costo	Equal to 11.5
GNRL-CC11.6	GRNL-Centro de Costo	Equal to 11.6
FILTROS DEL MODELO	PARÁMETRO RELACIONADO	REGLAS DE FILTRO
GNRL-Unidad 20	UNIDAD	Equal to 20
GNRL-Unidad 25	UNIDAD	Equal to 25
GNRL-Unidad 27	UNIDAD	Equal to 27
RP-Avance Acero	RP-Avance Acero	Yes/No
RP-Avance Concreto	RP-Avance Concreto	Yes/No
RP-Avance Conectores Cim-pilar	RP-Avance Conectores Cim-pilar	Yes/No
RP-Avance Conexión PAT	RP-Avance Conexión PAT	Yes/No
RP-Avance Embebidos	RP-Avance Embebidos	Yes/No
RP-Avance Encofrado	RP-Avance Encofrado	Yes/No
RP-Avance Excavación	RP-Avance Excavación	Yes/No
RP-Avance Hormigón de Limpieza	RP-Avance Hormigón de Limpieza	Yes/No
RP-Avance Izado	RP-Avance Izado	Yes/No
RP-Avance Mortero Asiento	RP-Avance Mortero Asiento	Yes/No
RP-Avance Ménsula	RP-Avance Ménsula	Yes/No
RP-Avance Nudo Pilar Viga	RP-Avance Nudo Pilar Viga	Yes/No
RP-Avance Relleno	RP-Avance Relleno	Yes/No
RP-Avance Trans Acop Temp	RP-Avance Trans Acop Temp	Yes/No
RP-Avance Trans Zona Relleno	RP-Avance Trans Zona Relleno	Yes/No
RP-Avance NO CIMT	RP-Avance Excavación	Yes/No
RP-Avance NO EMB	RP-Avance Embebidos	Yes/No
RP-Avance NO ND	RP-Avance Nudo Pilar Viga	Yes/No
RP-Avance NO PL	RP-Avance Acero	Yes/No
RP-Avance NO VG	RP-Avance Acero	Yes/No
RP-Muestra Cimentaciones	Tipo de Elemento	ZAPATA
RP-Muestra Nudos Pilar Viga	Tipo de Elemento	Equal to UNIÓN
RP-Muestra Pedestales	Tipo de Elemento	Equal to PEDES
RP-Muestra Pilares	Tipo de Elemento	Equal to PILAR
RP-Muestra Embebidos	Tipo de Elemento	Equal to EMBEB
RP-Muestra Vigas	Tipo de Elemento	Equal to VIGA
RP-Muestra Vigas Cortas	Tipo de Elemento	Equal to VIGA C

#### 5.4.7.5. Vistas de avance cronograma

Las vistas de avance cronograma se muestran en los anexos indicados en el punto 5.2.6.

#### 5.4.7.6. Vistas de avance valorización

Las vistas de avance valorización se muestran en los anexos indicados en el punto 5.2.6.

#### 5.4.7.7. Vistas y cuadros situacionales de avance

Son vistas y cuadros de seguimientos específicos que se crean por solicitud del cliente.

#### 5.4.8. Visualización de Avances del Cronograma

##### 5.4.8.1. Cronogramas de seguimiento

El sistema alimenta, mediante el cuadro de ingreso de avances al cronograma, con información de avance al cronograma de seguimiento que se crea en el programa de gestión de proyectos, que contiene las columnas de identificación y una donde se ingrese el avance en porcentajes calculados en el RDP, en base a metrados.

#### 5.4.9. Visualización de Avances de la Valorización

##### 5.4.9.1. Conexión entre MTO y valorización

Para la conectar la información se crearon las siguientes columnas adicionales en el cuadro MTO. Las que se enlistan en la tabla N° 22, en formato doble columna por hoja.

Tabla N° 22 Columnas adicionales del cuadro MTO

	COLUMNAS ADICIONALES DEL CUADRO MTO
COLUMNAS DE METRADOS TOTALES	PARTIDAS 103 - 140
COLUMNAS DE METRADOS DE AVANCE A ORIGEN	PARTIDAS 103 - 140
COLUMNAS DE METRADOS DE AVANCE AL PERIODO ANTERIOR	PARTIDAS 103 - 140
COLUMNAS DE METRADOS DE AVANCE DEL PERIODO ANTERIOR	PARTIDAS 103 - 140

Una vez se tienen las columnas creadas se procede a conectar la información del cuadro MTO y la valorización.

En el anexo N° 8 se muestra la conexión entre el cuadro MTO y la valorización. Usando flechas para indicar la procedencia, desde el MTO, de los datos de la valorización. Datos como los metrados totales, avance de metrados a origen, avance de metrados al periodo anterior y el avance de metrados del periodo actual. Una vez obtenidos los avances en base a metrados, se calculan los montos económicos de avance utilizando los precios unitarios.

#### 5.4.9.2. TMI y su conexión con el RDO

En el anexo N° 9, se muestra la proveniencia de la información de las columnas “TOTAL” y “EJECUTADO” de la Tabla de Metrados Incidentes, desde el RDO en estructura CBS. Los cálculos de las columnas restantes se realizan utilizando esta información.

Tabla N° 23 Partidas involucradas en las partidas incidentes

PARTIDA INCIDENTE	PARTIDAS INVOLUCRADAS
MOVIMIENTO DE TIERRAS	103
ACERO DE REFUERZO	118
	131
ENCOFRADO	113
	115
	130
EMBEBIDOS	132
	135
CONCRETO	107
	108
	109
	129
	138

En la tabla N° 23 se muestran las partidas que se consideraron en las agrupaciones de partidas incidentes.

#### 5.5. PROCESOS DE REPORTE DE AVANCE DEL SISTEMA BIM

Se realizan los procesos explicados en el punto 4.4. Este sistema BIM fue implementado para procesar los avances diariamente, aunque los avances se reportaron semanalmente, en el área de planificación, y mensualmente, en el área de costos y presupuestos.

El proceso de reporte de avance se realizó siguiendo el diagrama de procesos que se observa en la figura N° 12 en la página 55.

#### 5.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se logró diagnosticar los procesos de seguimiento y control de tiempo y costo, encontrándose la falta de automatización del flujo de información, imprecisiones

en los cálculos y una inadecuada manera de mostrar los resultados en la elaboración de los reportes de avance.

La propuesta del sistema BIM de seguimiento y control se logró explicar satisfactoriamente. Iniciando por conocer los componentes que la conforman, que son: la obra, el modelo, el RDP, cronograma, valorización y los entregables; seguido de sus etapas de desarrollo, que son: modelación 3D, ingreso de avances, desarrollo del RDP, conexión y automatización, y visualización de avances; y finalmente la explicación de los procesos que sigue, que son: registro de avances en campo, ingreso de avances al RDP, ingreso de avances al cronograma, ingreso de avances a la valorización, análisis de avances y la generación de entregables.

El aporte de este trabajo consiste en la implementación de una propuesta de un sistema de seguimiento y control de tiempo y costo basado en la metodología BIM, en el que se usó un modelo 3D de una estructura de prefabricados para organizar, sintetizar y visualizar la información proveniente de obra, se crearon cuadros y vistas de ingreso de avances, se desarrolló la conexión y automatización del flujo de información entre sus componentes, y finalmente se obtuvieron los entregables, que son el resultado de los procesos que se plantean en esta propuesta. Se ha escogido la metodología BIM ya que, como se ha visto en esta tesis, es una metodología que permite realizar el proceso de seguimiento y control de manera diaria y oportuna respectivamente; facilita la obtención de las mediciones, costos y porcentajes de avance con precisión, como también conecta la valorización y cronograma con una única fuente de información; evita el conteo doble y omisiones, debido a la gran cantidad de variables, en el cálculo de los metrados, evitando así la pérdida de tiempo por correcciones; da un entendimiento visual del estado actual del proyecto, gracias a las vistas 3D, disminuyendo así la necesidad de los gerentes de construcción de hacer visitas a obra; y finalmente, permiten tratar gran cantidad de información detallada, más que nada gracias al modelo 3D por la utilización de parámetros y filtros.

La propuesta del sistema BIM de seguimiento y control de tiempo y costo se implementó satisfactoriamente. Para comprender los impactos que tuvo, se procede a analizar los siguientes aspectos.

### 5.6.1. Seguimiento de proyectos

Entendiendo que el proceso de monitoreo o seguimiento "...permite al equipo de dirección del proyecto conocer la salud del proyecto e identificar las áreas que puedan requerir una atención especial." (Guía del PMBOK® sexta edición, 2017). Y de acuerdo principalmente a la elaboración de los entregables, se encontraron los siguientes resultados.

#### 5.6.1.1. *Tiempo de elaboración de reportes de avance*

Este aspecto se relaciona principalmente con las etapas de desarrollo del sistema correspondientes a la conexión y automatización del flujo de información. Estas etapas se plantearon con la finalidad de conectar la información de todos los componentes del sistema, para agilizar su flujo mediante la automatización. Por otro lado, se usó un modelo 3D que sirvió de plataforma de gestión de información, con la finalidad de volcar en este la información de avance proveniente de la obra. Para luego funcionar como fuente principal de información, desde donde distribuirla hacia los diferentes componentes. Después, luego de seguir los procesos descritos en el punto 4.4, sintetizarse en los entregables.

De acuerdo a lo anterior, el resultado fue positivo. Debido a que, tradicionalmente los entregables de un informe de avance se elaboran por separado, lo cual es una gran pérdida de tiempo y propenso a cometer errores, específicamente cuando el proyecto consta de cientos de actividades e ítems de costo<sup>2</sup>, como ocurre con el sub proyecto del caso de estudio que abarca obras de prefabricación en concreto e izado. Este problema básicamente surge del hecho de que las funciones de control de cronograma y costo son realizadas independientemente el uno del otro y usan estructuras de control diferentes. Con la implementación del sistema BIM se logró conectar y automatizar el flujo de información entre todos los componentes con una única fuente de información y entre sí, mediante el uso de las herramientas del programa Revit, los cuadros de conexión, las fórmulas de igualdad y la codificación compuesta. Esto resultó en la reducción del tiempo destinado a la elaboración de los reportes de avance. Cuando inicialmente los

---

<sup>2</sup> Wang, K. C.; Wang, W. C.; Wang, H. H.; Hsu, P. Y.; Wu, W. H. y Kung, C. J. (2016). "Applying building information modeling to integrate schedule and cost for establishing construction progress curves." *Automation in Construction*, 72(3), 397-410.

entregables del informe de avance, para el área de planificación o costos, se elaboraban siguiendo un enfoque tradicional, el tiempo era de tres días en promedio. Luego de la implementación del sistema BIM, el tiempo se redujo a un día en promedio.

#### 5.6.1.2. Precisión en la elaboración de reportes de avance

Este aspecto se relaciona principalmente con las etapas de desarrollo del sistema correspondientes a la conexión y automatización del flujo de información. En este caso, estas etapas se plantearon con la finalidad de hacer posible el cálculo de los metrados y el procesamiento de la gran cantidad de información proveniente de los avances diarios. Se usaron las herramientas del programa Revit y Excel para realizar los cálculos, y de esta manera lograr obtener con gran precisión el estado de avance.

En este sentido, el resultado obtenido fue positivo. Ya que tradicionalmente los metrados se determinan utilizando planos y otros tipos de información 2D. “Cada plano del proyecto debe ser revisado, calculando la cantidad de materiales específicos necesitados mientras que también asegurarse de no contar doble u omitir ningún material. Este proceso genera pérdida de tiempo y está orientado a los detalles, y debido a la gran cantidad de variables, los errores ocurren a menudo”<sup>3</sup>. Por otro lado, el estado de avance de las partidas y actividades se obtiene aplicando la estimación sencilla, en el caso de las actividades se prorratea aproximadamente los pesos porcentuales del desglose, usados por el cliente, redondeados a números enteros, obteniendo así datos que no reflejan el avance real de obra, lo que lleva a la desconfianza de la información.

Mediante la implementación del sistema BIM se consiguió determinar los metrados usando un modelo 3D, como también se logró una organización inteligente de éstos, debido a la variedad de códigos volcados en los parámetros del modelo. Esto permitió, en el caso del RDP en estructura CBS, organizar los metrados de cada partida en estructura WBS, y de esta manera conocer detalladamente el contenido de cada partida; para luego obtener con precisión sus porcentajes de avance, el TMI y la valorización. Por otro lado, en el caso de RDP en estructura

---

<sup>3</sup> Olsen, D. y Taylor, M. (2017). “Quantity take-off using building information modeling (BIM), and its limiting factors”. *Procedia Engineering*, 196(2017), 1098-1105.

WBS, organizar los metrados de cada actividad en estructura CBS, para luego calcular los grados de significancia del desglose en base a montos económicos, y finalmente calcular el porcentaje de avance ponderado de la actividad. Y, de esta manera obtener los porcentajes de avance precisos de las actividades que se imputarán en el cronograma, para finalmente calcular el porcentaje de avance general del proyecto mediante el programa de gestión de proyectos.

#### 5.6.1.3. *Facilidad de entendimiento de reportes de avance*

Este aspecto se relaciona principalmente con las etapas de desarrollo del sistema correspondientes a la visualización de la información de avance. Estas etapas se plantearon con el objetivo de organizar y sintetizar la información proveniente de los cálculos de estado de avance, para mostrarlos en los RDP's, valorización y cronograma. Por otro lado, se usaron las herramientas del programa Revit para visualizar la información en vistas de avance 3D.

Siguiendo esta idea, el resultado obtenido fue positivo. Debido a que tradicionalmente los entregables de un informe de avance se limitan a cuadros y gráficos. Que, si bien están bien organizados, no están adecuadamente sintetizados y mucho menos brindan un entendimiento visual. Esto conlleva a que los informes sean complicados y tediosos de revisar, y genera la necesidad de una visita a obra<sup>4</sup>. Implementando el sistema BIM se logró elaborar vistas de avance 3D con cuadros de resumen de valorización y cronograma. Estos acompañan a los entregables tradicionales de un informe de avance, y de esta manera se logra obtener una mejor comprensión de la información y se disminuye la necesidad de una visita a obra.

#### 5.6.2. Control de proyectos

Entendiendo que el proceso de control "...incluye la determinación de acciones preventivas o correctivas, o la modificación de los planes de acción y el seguimiento de los mismos para determinar si las acciones emprendidas permitieron resolver el problema de desempeño." (Guía del PMBOK® sexta

---

<sup>4</sup> Zhang, C. y Arditi, D. (2013). "Automated progress control using laser scanning technology." *Automation in Construction*, 36, 108-116.

edición, 2017). Y de acuerdo a la interpretación de los entregables, se encontraron los siguientes resultados.

#### 5.6.2.1. *Reuniones semanales de coordinación*

Se considera que el impacto fue positivo. Debido a que, “si la desviación del progreso es identificada muy tarde, las acciones a menudo pueden no ser tomadas para evitar un impacto negativo en el cronograma general del proyecto”<sup>5</sup>. Una vez implementado el sistema BIM completamente, la principal fuente de información que se usó fueron las vistas de avance, partiendo de estas para las coordinaciones pertinentes. En este punto cabe resaltar la facilidad de entendimiento de la información que se distribuye en las reuniones, ya que muchas veces los participantes no tienen el tiempo suficiente para revisarlos previamente. Por otro lado, la precisión y el tiempo de elaboración de los reportes también juegan un papel importante, por ello el estado de avance se actualiza diariamente y con resultados precisos. Esto permite tomar mejores decisiones basadas en información de calidad.

#### 5.6.2.2. *Coordinación diaria en campo*

Se logró una comunicación fluida entre el personal interno, gracias a la distribución y uso de una fuente común de información de seguimiento. Como también con el personal externo, como son los supervisores de producción, seguridad y calidad, y las subcontratas. Por lo anterior, se considera que el impacto fue positivo.

---

<sup>5</sup> Turkan, Y.; Bosche, F.; Haas, C. T. y Haas, R. (2011). “Automated progress tracking of erection of concrete structures.” *9th CSCE Construction Specialty Conference Ottawa* (pp. 14-17)

## CONCLUSIONES

Lo expuesto a lo largo de este trabajo, permite llegar a las siguientes conclusiones:

- El presente trabajo de investigación logró evaluar el impacto de la implementación de un sistema BIM de seguimiento y control de tiempo y costo en la ejecución de las obras civiles del proyecto GASOLINAS-CAFISAC, cuyo impacto fue positivo.
- La situación de los procesos de seguimiento y control de tiempo y costo indica una falta de automatización del flujo de información, imprecisiones en los cálculos y una inadecuada manera de mostrar los resultados en la elaboración de los reportes de avance.
- La propuesta del sistema BIM de seguimiento y control de tiempo y costo se explicó satisfactoriamente desglosando sus componentes, sus etapas de desarrollo, y los procesos que sigue.
- BIM es una metodología de trabajo que usa un modelo digital 3D, que consta de elementos geométricos en los cuales se puede gestionar información que se genera en la etapa de diseño, construcción y de operación y mantenimiento. Permitiendo un flujo de información óptimo entre los diferentes equipos participantes de un proyecto. Entendiendo como flujo de información óptimo, aquel que conduce a un resultado preciso, organizado, resumido, automatizado y fácilmente comprensible.
- El uso común del programa Revit está orientado a la creación de modelos 3D para la visualización de un proyecto, y en sinergia con el programa Navisworks para la detección de interferencias y elaboración de animaciones de secuencias de ejecución, conocidas como modelos 4D. En el caso de la presente investigación, se consiguió la conexión y automatización del flujo de información entre los componentes del sistema propuesto con una única fuente de información y entre ellos, utilizando las herramientas del programa Revit, los cuadros de conexión y la codificación compuesta. Lo que trajo consigo una reducción en el tiempo de elaboración de los reportes de avance de tres días en promedio hasta un día en promedio.

- Se determinaron los metrados del sub proyecto de estructuras prefabricadas usando un modelo 3D, logrando organizarlos inteligentemente gracias a los códigos volcados en los parámetros del modelo. Esta organización consiste en la distribución de los metrados en los diferentes tipos de estructura de información de los entregables. Esta distribución de metrados permite el cálculo preciso del estado de avance, por la gran cantidad de información procesada; ya sea en porcentajes, montos valorizados o metrados de avance.
- Mediante la implementación BIM se logró elaborar las vistas de avance 3D. Estas brindan una comprensión visual y resumida del estado de avance del proyecto, que acompañadas del resto de entregables dan una mejor comprensión de la información y disminuye la necesidad de una visita a obra.
- Se llegó a establecer una única fuente de información de avance oportuna, precisa y sencilla, de cara a las reuniones de coordinación semanal. Como también para utilizarlos en las coordinaciones diarias de campo. Lo que permite tomar mejores decisiones basadas en información de calidad.
- Frente a un cambio en el diseño, el sistema propuesto requiere de la actualización de todos sus componentes, siendo los cuadros Excel, con estructuras y formatos previamente definidos, los más trabajosos de actualizar. En este punto se basa una de sus limitaciones, que consiste en que todavía trabaja con programas externos al modelo, y no en una sola plataforma. Aunque necesariamente se diseñó se esta manera debido a que el equipo de supervisión es el que establece los formatos de presentación de los entregables, por ello es necesario llegar a cubrir estas solicitudes. En el caso de estudio tratado, los entregables fueron cuadros Excel para manejar la valorización y producción diaria, y cronograma de seguimiento en diagramas Gantt; mientras que las vistas de avance se entregaron como información extra.
- Los resultados de la presente investigación están basados en interpretaciones cualitativas de las bondades encontradas luego de la implementación BIM, mas no en mediciones de variables que permitirían una comparación rigurosa entre las metodologías tradicionales y BIM.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de la metodología BIM para mejorar los procesos de seguimiento y control, ya que como se ha comprobado en esta investigación, aportan gran valor agregado. Ya que se logra trabajar en una plataforma única que involucra a los participantes de la ejecución de un proyecto, para lograr una comunicación más fluida y evitar la desconfianza frente a nuevas formas de obtención, procesamiento y presentación de la información de avance.

En futuras investigaciones, se propone realizar una evaluación cuantitativa de las metodologías tradicionales y metodologías BIM, respecto a los procesos de seguimiento y control midiendo tres variables: el tiempo de elaboración de reportes de avance, cantidad de información procesada para la obtención de los resultados, que influyen en la precisión, y la facilidad de entendimiento de estos reportes.

El sistema propuesto está apoyado en cuadros Excel. Que, si bien agiliza el flujo de información, no se podría considerar un sistema completamente automatizado. Por ello se recomienda la investigación de nuevos softwares o en su defecto plugins adicionales para el mismo programa Revit para lograr manejar la totalidad de la información en una sola plataforma.

El programa Revit ayuda en el cálculo de metrados mediante el uso de parámetros, pero no es un software especializado para ello. Por lo que se recomienda la investigación del programa Autodesk Dynamo, que es un software de programación visual.

Las vistas 3D del sistema propuesto muestran los avances ejecutados en obra, más no los avances planeados. Por ello se recomienda la investigación del programa Vico Office, que es un software que permite hacer comparaciones entre avances planeados versus avances reales.

## BIBLIOGRAFÍA

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., y Liston, K. (2008). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, architects, engineers, contractors, and fabricators*, Wiley, Hoboken, N.J.

Elbeltagi, E. y Dawood, M. (2011). "Integrated visualized time control system for repetitive construction projects." *Automation in Construction*, 20(7), 940-953. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.03.012>.

Gordillo, V. (2014). *Evaluación de la gestión de proyectos en el sector construcción del Perú*. Tesis de Máster en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, Piura, Perú.

Hinostroza, J. C. (2016). *Evaluación de la gestión de costos y tiempos usados en proyectos de construcción en las grandes ciudades del Perú*. Tesis de Pregrado en Gestión de Proyectos, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.

Kim, C.; Son, H. y Kim, C.W. (2012). "Automated construction progress measurement using a 4D building information model and 3D data." *Automation in Construction*, 31, 75-82. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.041>.

Maceli, A. (2017). *Innovación en el sector de la construcción del Perú: estado actual y diagnóstico*. Tesis de Máster Universitario en Gestión y Planificación en Ingeniería Civil, Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Canales Caminos y Puertos, Valencia, España.

Octtinger, C. (2011). "Diagnóstico de las Oportunidades de Desarrollo de la Industria Petroquímica Peruana", en el marco del Estudio "Perú Natural Gas Study", p. 7.

Olsen, D. y Taylor, M. (2017). "Quantity take-off using building information modeling (BIM), and its limiting factors". *Procedia Engineering*, 196(2017), 1098-1105. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.067>.

Project Management Institute (PMI) (2017). Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Sexta edición, PMI publications, Pennsylvania, EUA.

Sabogal, A. (2015). *Gestión de valor en el diseño, planificación y estimación de un edificio de oficinas con modelos BIM. Informe de Suficiencia Profesional en Gestión de Proyectos*, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.

Sacks, R.; Barak, R.; Belaciano, B.; Guverich, U. y Pikas, E. (2012). "KanBIM workflow management system: prototype impletemation and field testing." *Lean Construction Journal*, 2013, 19-35.

Sacks, R.; Koskela, L.; Dave, B. y Owen, R.L. (2010). "The interaction of lean and building information modeling in construction." *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 968-980.

Tapia, G. (2018). *Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao 2017*. Tesis de pregrado en Gestión de Proyectos, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú.

Turkan, Y.; Bosche, F.; Haas, C. T. y Haas, R. (2011). "Automated progress tracking of erection of concrete structures." *9th CSCE Construction Specialty Conference Ottawa* (pp. 14-17). ON, Canada.

Turley, F. (2017). *Managing Successful Projects with PRINCE2®*, Sexta edición, The Stationery Office, Norwich, Reino Unido.

Wang, K. C.; Wang, W. C.; Wang, H. H.; Hsu, P. Y.; Wu, W. H. y Kung, C. J. (2016). "Applying building information modeling to integrate schedule and cost for establishing construction progress curves." *Automation in Construction*, 72(3), 397-410. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.10.005>.

Zhang, C. y Arditi, D. (2013). "Automated progress control using laser scanning technology." *Automation in Construction*, 36, 108-116. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.08.012>.

## WEB

BuildingSMART alliance (2015). *National building information modeling version 3 – Part 5.3: BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1*. National Institute of Building Science. [https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US\\_V3\\_5.3\\_BIM\\_PxP\\_Guide.pdf](https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_V3_5.3_BIM_PxP_Guide.pdf)

MundoBIM (2017). *Niveles de desarrollo (LOD) y su importancia en Revit*. Recuperado de <https://mundobim.com/2017/03/level-of-development-lod-bim/>

The Computer Integrated Consultation Research Program (2010). *Project execution planning guide version 2.1*. University Park, PA, USA: The Pennsylvania State University. <http://bim.psu.edu>.

## ANEXOS

ANEXO N°1: Modelo 3D del sub proyecto rack de prefabricados.

ANEXO N°2: Informe de avance mensual.

A2.1. Valorización:

A2.1.1. CC11-PLANIFICACIÓN-06 - CC11.1\_CM-VAL-ESTADO DE AVANCES.

A2.1.2. CC11-PLANIFICACIÓN-07 - CC11.1\_PL-VAL-ESTADO DE AVANCES.

A2.1.3. CC11-PLANIFICACIÓN-08 - CC11.1\_VG-VAL-ESTADO DE AVANCES.

A2.1.4. CC11-PLANIFICACIÓN-09 - CC11.1\_ND-VAL-ESTADO DE AVANCES.

A2.1.5. CC11-PLANIFICACIÓN-10 - CC11.1\_EM-VAL-ESTADO DE AVANCES.

A2.1.6. MTO.

A2.1.7. Valorización.

A2.1.8. TMI.

A2.2. Planificación:

A2.2.1. RDP WBS.

A2.2.3. CC11-PLANIFICACIÓN-01 - CC11.1\_CM-CRON-ESTADO DE AVANCES.

A2.2.4. CC11-PLANIFICACIÓN-02 - CC11.1\_PL-CRON-ESTADO DE AVANCES.

A2.2.5. CC11-PLANIFICACIÓN-03 - CC11.1\_VG-CRON-ESTADO DE AVANCES.

A2.2.6. CC11-PLANIFICACIÓN-04 - CC11.1\_ND-CRON-ESTADO DE AVANCES.

A2.2.7. CC11-PLANIFICACIÓN-05 - CC11.1\_EM-CRON-ESTADO DE AVANCES.

A2.2.8. CC11-PLANIFICACIÓN-11 - CC11.1\_GNRL-ESTADO DE AVANCES.

A2.2.9. CC11-PLANIFICACIÓN-12 - CC11.1\_GNRL-CUADRO DE AVANCE POR UNIDAD.

ANEXO N°3: Croquis de recopilación de avance diario.

ANEXO N°4: Ingreso de avances.

A4.1. Cuadro y vista de ingreso de avances de cimentaciones.

A4.2. Cuadro y vista de ingreso de avances de pilares.

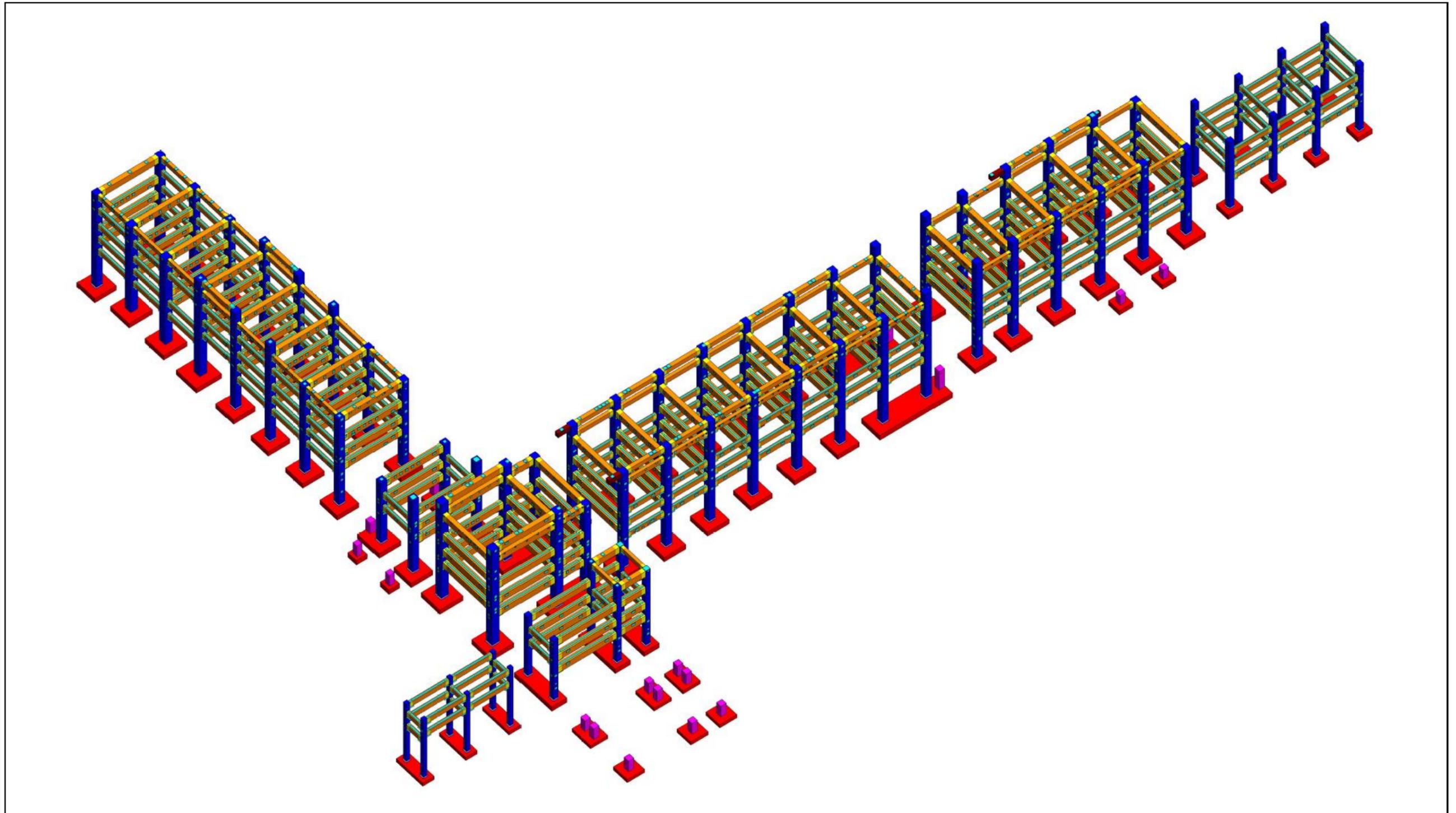
A4.3. Cuadro y vista de ingreso de avances de vigas.

A4.4. Cuadro y vista de ingreso de avances de nudos de conexión pilar-viga.

A4.5. Cuadro y vista de ingreso de avances de embebidos.

- ANEXO N°5: Conexión entre las tablas dinámicas Excel y el RDP con estructura CBS.
- ANEXO N°6: Conexión entre los RDP con estructuras CBS y WBS.
- ANEXO N°7: Cuadro de ingreso de avances al cronograma.
- ANEXO N°8: Conexión entre el cuadro MTO y la valorización.
- ANEXO N°9: Conexión entre el cuadro TMI y el RDP con estructura CBS.

## ANEXO N°1: Modelo 3D del sub proyecto rack de prefabricados.



*Las cimentaciones de color rojo, pilares de color azul, pedestales de color rosado, vigas de color naranja, uniones pilar-viga de color amarillo y los embebidos de color celeste.*

## A2.1. Valorización:

A2.1.1. CC11-PLANIFICACIÓN-06 - CC11.1\_CM-VAL-ESTADO DE AVANCES.

CC11.1_CM-VAL-Mediciones													
Tipo de Elemento	Type	Tipo Zapata	Count	COST_MTO Excavación	COST_MTO Trans Acop Temp	COST_MTO Hormigón de Limpieza	COST_MTO Acero	COST_MTO Encofrado	COST_MTO Conectores Cim-Pilar	COST_MTO Conexión PAT	COST_MTO Concreto	COST_MTO Trans Zona Relleno	COST_MTO Relleno
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z1	39	736.200	736.200	35.100	11.493.551	327.600	39.000	39.000	245.700	418.842	418.842
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z2	2	9.000	9.000	0.450	180.044	8.400	0.000	2.000	3.150	4.224	4.224
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z3	4	27.436	27.436	1.444	795.736	21.280	0.000	4.000	10.108	13.409	13.409
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z4	8	57.600	57.600	3.200	1.572.800	44.800	8.000	8.000	22.400	28.620	28.620
ZAPATA	Cimentación 0.50 m	Z5	3	31.104	31.104	1.728	594.255	14.400	0.000	3.000	8.640	18.711	18.711
ZAPATA	Cimentación 0.50 m	Z6	3	39.744	39.744	2.208	791.610	18.600	6.000	6.000	11.040	24.696	24.696
ZAPATA	Cimentación 0.50 m	Z7	3	41.472	41.472	2.304	914.424	16.800	0.000	3.000	11.520	25.623	25.623
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z8	4	76.050	76.050	4.225	1.225.266	36.400	4.000	4.000	29.575	38.250	38.250
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z9	2	44.400	44.400	2.220	670.054	18.760	2.000	2.000	15.540	23.556	23.556
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z10	1	22.050	22.050	1.225	370.866	9.800	1.000	1.000	8.575	11.250	11.250
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z11	3	72.576	72.576	4.032	1.237.458	35.700	6.000	6.000	28.224	37.785	37.785
ZAPATA	Cimentación 0.75 m	Z12	2	79.236	79.236	4.402	1.782.800	30.600	4.000	4.000	33.015	38.546	38.546
ZAPATA	Cimentación 0.75 m	Z13	2	211.200	211.200	6.400	2.570.960	39.600	4.000	4.000	48.000	146.963	146.963
Grand total: 76			76	1.448.068	1.448.068	68.938	24.199.824	622.740	74.000	86.000	475.487	830.475	830.475

CC11.1_CM-VAL-Estado de Avances													
Tipo de Elemento	Type	Tipo Zapata	Count	Cert 103 Excavación	Cert 105 Trans Acop Temp	Cert 107 Hormigón de Limpieza	Cert 118 Acero	Cert 113 Encofrado	Cert 120 Conectores Cim-Pilar	Cert 123 Conexiones PAT	Cert 108 Concreto	Cert 127 Trans Zona Relleno	Cert 126 Relleno
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z1	39	736.200	736.200	35.100	11.493.551	327.600	39.000	39.000	245.700	109.263	109.263
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z2	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z3	4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z4	8	28.800	28.800	1.600	786.400	22.400	4.000	4.000	11.200	14.310	14.310
ZAPATA	Cimentación 0.50 m	Z5	3	31.104	31.104	1.728	594.255	14.400	0.000	3.000	8.640	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.50 m	Z6	3	39.744	39.744	2.208	791.610	18.600	6.000	6.000	11.040	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.50 m	Z7	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z8	4	76.050	76.050	4.225	1.225.266	36.400	4.000	4.000	29.575	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z9	2	44.400	44.400	2.220	670.054	18.760	2.000	2.000	15.540	11.778	11.778
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z10	1	22.050	22.050	1.225	370.866	9.800	1.000	1.000	8.575	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.70 m	Z11	3	72.576	72.576	4.032	1.237.458	35.700	6.000	6.000	28.224	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.75 m	Z12	2	79.236	79.236	4.402	1.782.800	30.600	4.000	4.000	33.015	0.000	0.000
ZAPATA	Cimentación 0.75 m	Z13	2	211.200	211.200	6.400	2.570.960	39.600	4.000	4.000	48.000	146.963	146.963
Grand total: 76			76	1.341.360	1.341.360	63.140	21.523.220	553.860	70.000	73.000	439.509	282.314	282.314

PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS  
ESPECIFICACIONES DE  
COMBUSTIBLES RLP

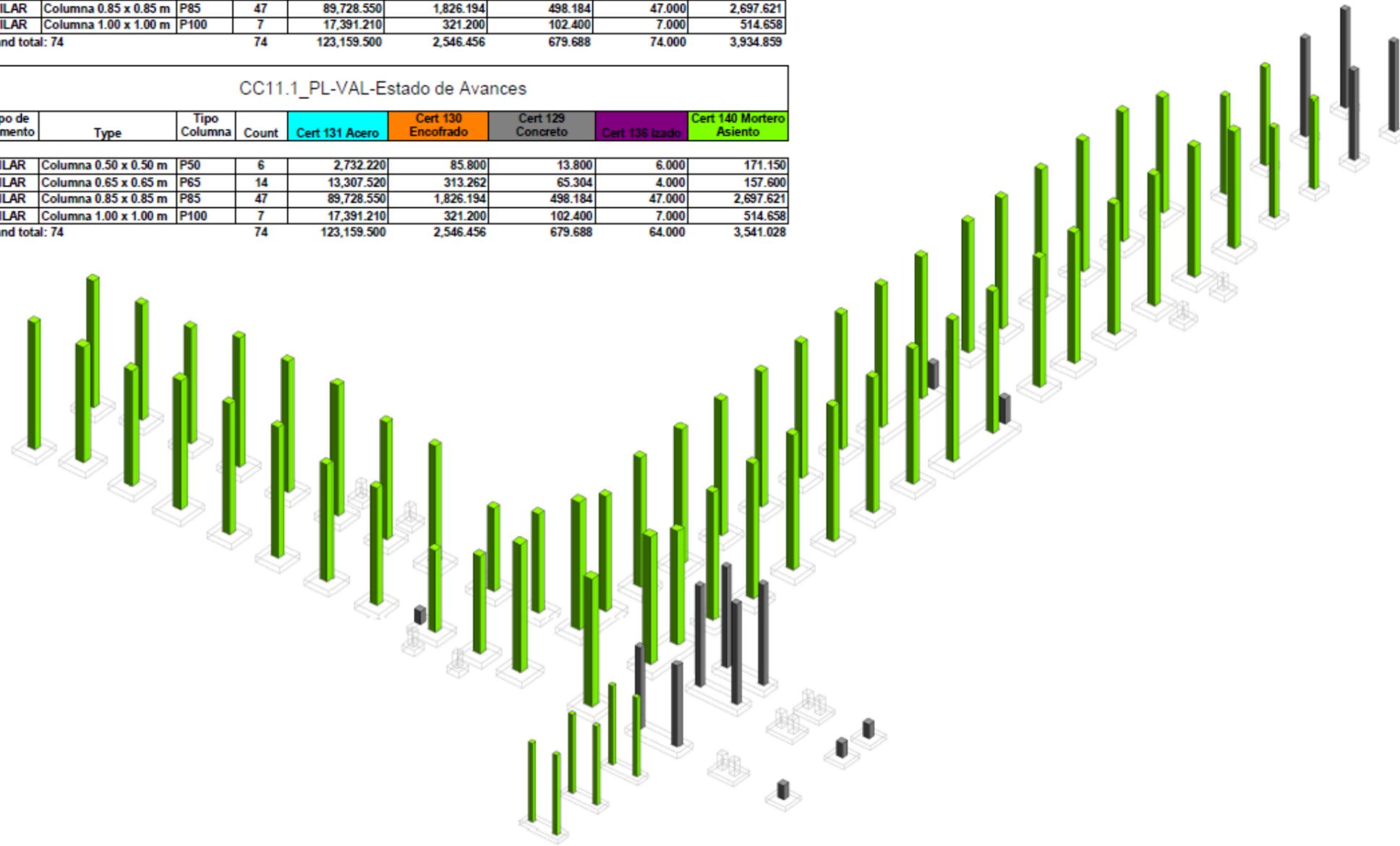
CC11.1\_CM-VAL-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC11	CC11-PLANIFICACIÓN-06
Date	25/04/2017	
Drawn by	JLZA	

A2.1.2. CC11-PLANIFICACIÓN-07 - CC11.1\_PL-VAL-ESTADO DE AVANCES.

CC11.1_PL-VAL-Mediciones								
Tipo de Elemento	Type	Tipo Columna	Count	COST_MTO Acero	COST_MTO Encofrado	COST_MTO Concreto	COST_MTO Izado	COST_MTO Mortero Asiento
PILAR	Columna 0.50 x 0.50 m	P50	6	2,732.220	85.800	13.800	6.000	171.150
PILAR	Columna 0.65 x 0.65 m	P65	14	13,307.520	313.262	65.304	14.000	551.431
PILAR	Columna 0.85 x 0.85 m	P85	47	89,728.550	1,826.194	498.184	47.000	2,697.621
PILAR	Columna 1.00 x 1.00 m	P100	7	17,391.210	321.200	102.400	7.000	514.658
Grand total: 74			74	123,159.500	2,546.456	679.688	74.000	3,934.859

CC11.1_PL-VAL-Estado de Avances								
Tipo de Elemento	Type	Tipo Columna	Count	Cert 131 Acero	Cert 130 Encofrado	Cert 129 Concreto	Cert 136 Izado	Cert 140 Mortero Asiento
PILAR	Columna 0.50 x 0.50 m	P50	6	2,732.220	85.800	13.800	6.000	171.150
PILAR	Columna 0.65 x 0.65 m	P65	14	13,307.520	313.262	65.304	4.000	157.600
PILAR	Columna 0.85 x 0.85 m	P85	47	89,728.550	1,826.194	498.184	47.000	2,697.621
PILAR	Columna 1.00 x 1.00 m	P100	7	17,391.210	321.200	102.400	7.000	514.658
Grand total: 74			74	123,159.500	2,546.456	679.688	64.000	3,541.028

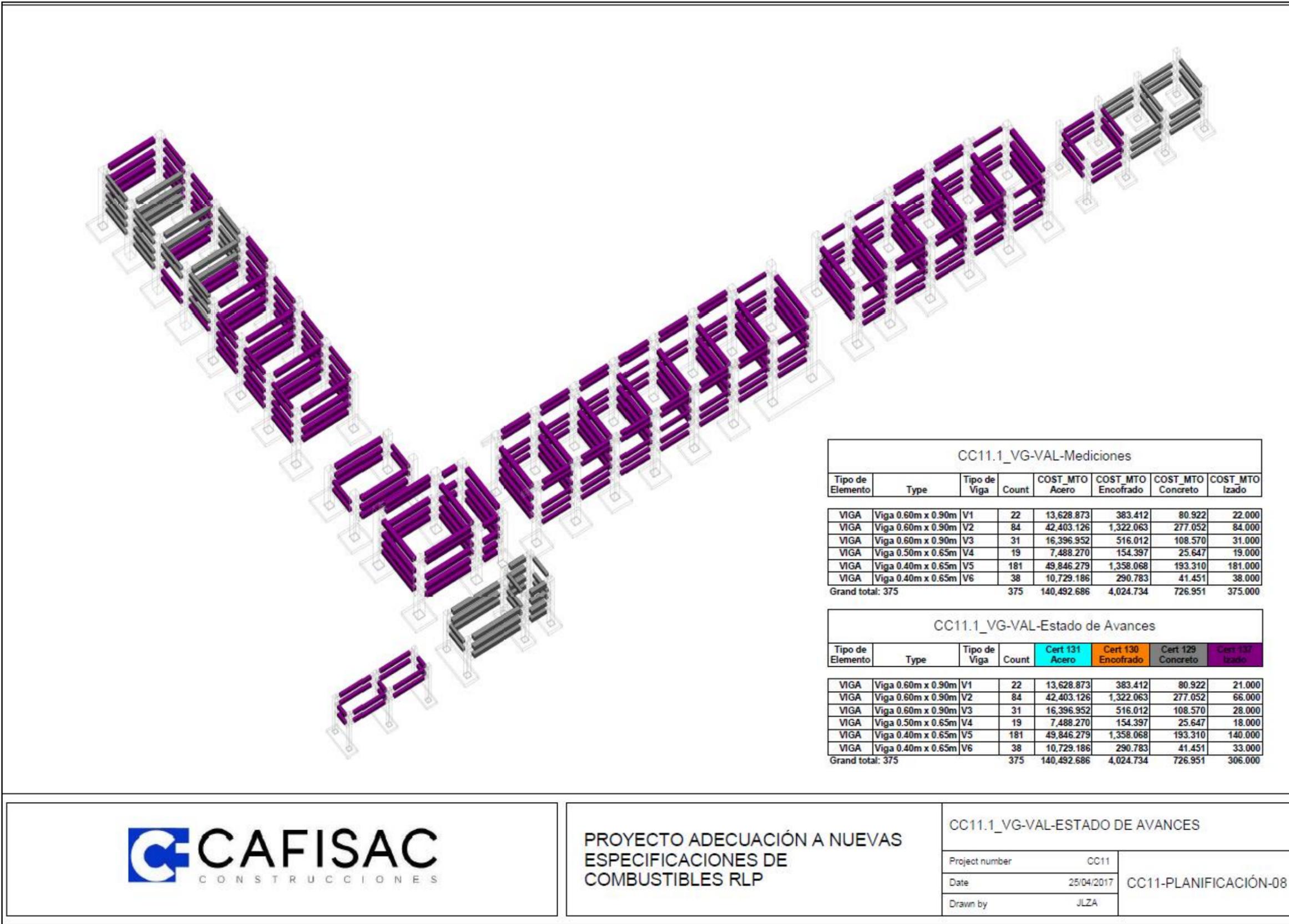


PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS  
ESPECIFICACIONES DE  
COMBUSTIBLES RLP

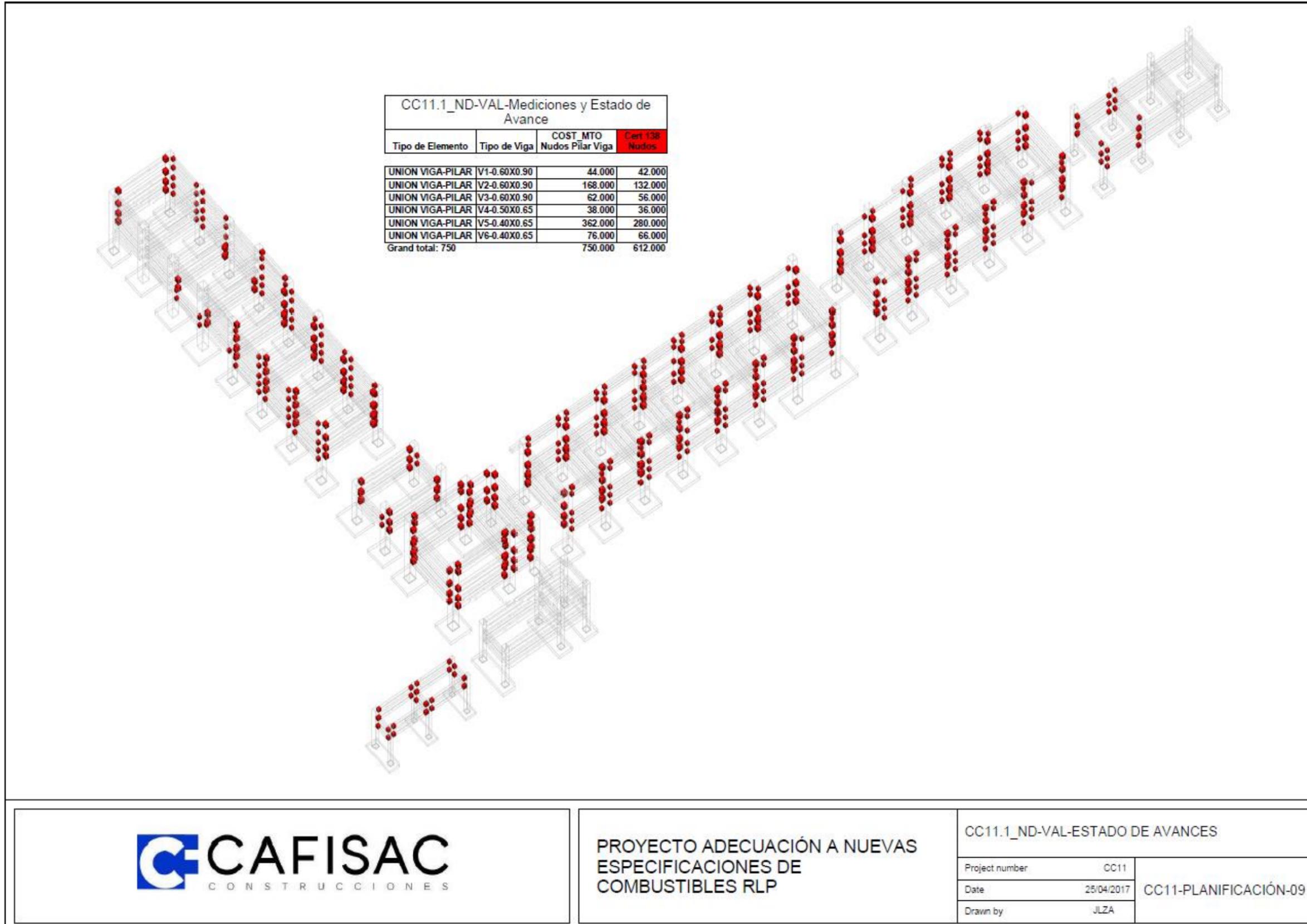
CC11.1\_PL-VAL-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC11	CC11-PLANIFICACIÓN-07
Date	25/04/2017	
Drawn by	JLZA	

A2.1.3. CC11-PLANIFICACIÓN-08 - CC11.1\_VG-VAL-ESTADO DE AVANCES.



A2.1.4. CC11-PLANIFICACIÓN-09 - CC11.1\_ND-VAL-ESTADO DE AVANCES.



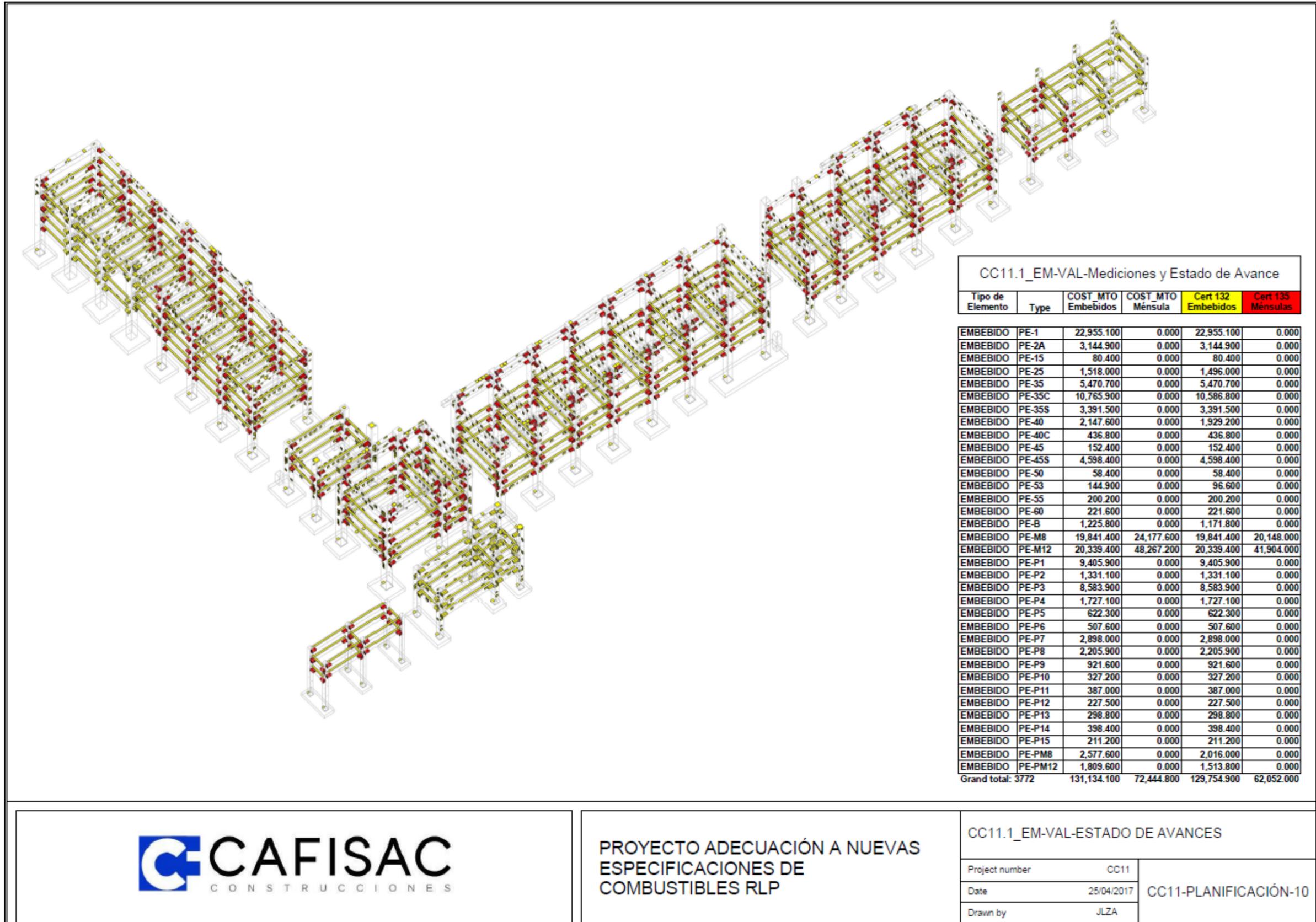
PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS  
ESPECIFICACIONES DE  
COMBUSTIBLES RLP

CC11.1\_ND-VAL-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC11
Date	25/04/2017
Drawn by	JLZA

CC11-PLANIFICACIÓN-09

A2.1.5. CC11-PLANIFICACIÓN-10 - CC11.1\_EM-VAL-ESTADO DE AVANCES.



PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS  
ESPECIFICACIONES DE  
COMBUSTIBLES RLP

CC11.1\_EM-VAL-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC11	CC11-PLANIFICACIÓN-10
Date	25/04/2017	
Drawn by	JLZA	



A2.1.7. Valorización.

REV. PEDIDO		CODE	DESCRIPCIÓN	TOTAL CONTRATADO		TOTAL CERTIFICADO ORIGEN		TOTAL CERTIFICADO ORIGEN AL MES ANTERIOR		TOTAL CERTIFICADO MES ACTUAL	
Cantidad	Ud.	Precio USD	Coste USD eq	Cantidad	Coste	Cantidad	Coste	Cantidad	Coste	Cantidad	Coste
REV 0				4,675,097.58 \$		4,675,097.58 \$		4,423,907.72 \$		251,189.86 \$	
101			184,342.00 \$		184,342.00 \$		173,853.89 \$		10,488.10 \$		
102			28,961.36 \$		28,961.36 \$		27,832.40 \$		1,128.96 \$		
103	1,448.07	M3	15.00 \$	21,721.02 \$	1,448.07	21,721.02 \$	1,391.62	20,874.30 \$	56.45	846.72 \$	
105	1,448.07	M3	5.00 \$	7,240.34 \$	1,448.07	7,240.34 \$	1,391.62	6,958.10 \$	56.45	282.24 \$	
106			78,528.90 \$		78,528.90 \$		74,784.18 \$		3,744.72 \$		
107	68.94	M3	135.00 \$	9,306.63 \$	68.94	9,306.63 \$	65.80	8,883.27 \$	3.14	423.36 \$	
108	475.49	M3	138.00 \$	65,617.21 \$	475.49	65,617.21 \$	456.61	63,011.77 \$	18.88	2,605.44 \$	
109	18.97	M3	190.00 \$	3,605.06 \$	18.97	3,605.06 \$	15.21	2,889.14 \$	3.77	715.92 \$	
112			26,182.05 \$		26,182.05 \$		24,125.13 \$		2,056.92 \$		
113	622.74	M2	35.00 \$	21,795.90 \$	622.74	21,795.90 \$	589.14	20,619.90 \$	33.60	1,176.00 \$	
115	97.47	M2	45.00 \$	4,386.15 \$	97.47	4,386.15 \$	77.89	3,505.23 \$	19.58	880.92 \$	
117			48,089.69 \$		48,089.69 \$		44,712.18 \$		3,377.50 \$		
118	28,113.12	KG	1.50 \$	42,169.69 \$	28,113.12	42,169.69 \$	26,074.79	39,112.18 \$	2,038.34	3,057.50 \$	
120	74.00	LN	80.00 \$	5,920.00 \$	74.00	5,920.00 \$	70.00	5,600.00 \$	4.00	320.00 \$	
122			2,580.00 \$		2,580.00 \$		2,400.00 \$		180.00 \$		
123	86.00	UN	30.00 \$	2,580.00 \$	86.00	2,580.00 \$	80.00	2,400.00 \$	6.00	180.00 \$	
124			3,026,456.32 \$		3,026,456.32 \$		2,958,028.81 \$		68,427.52 \$		
125			19,100.93 \$		19,100.93 \$		18,378.91 \$		722.02 \$		
126	830.48	M3	15.00 \$	12,457.13 \$	830.48	12,457.13 \$	799.08	11,986.25 \$	31.39	470.88 \$	
127	830.48	M3	8.00 \$	6,643.80 \$	830.48	6,643.80 \$	799.08	6,392.66 \$	31.39	251.14 \$	
128			1,597,282.80 \$		1,597,282.80 \$		1,595,633.30 \$		1,649.50 \$		
129	1,408.62	M3	130.00 \$	183,120.60 \$	1,408.62	183,120.60 \$	1,408.62	183,120.60 \$	-	0.00 \$	
130	6,585.45	M2	35.00 \$	230,490.76 \$	6,585.45	230,490.76 \$	6,585.45	230,490.76 \$	-	0.00 \$	
131	264,000.47	KG	2.00 \$	528,000.94 \$	264,000.47	528,000.94 \$	264,000.47	528,000.94 \$	-	0.00 \$	
132	131,134.10	KG	5.00 \$	655,670.50 \$	131,134.10	655,670.50 \$	130,804.20	654,021.00 \$	329.90	1,649.50 \$	
133			1,410,072.59 \$		1,410,072.59 \$		1,344,016.59 \$		66,056.00 \$		
135	72,444.80	KG	5.00 \$	362,224.00 \$	72,444.80	362,224.00 \$	70,788.80	353,944.00 \$	1,656.00	8,280.00 \$	
136	74.00	LN	4,000.00 \$	296,000.00 \$	74.00	296,000.00 \$	70.00	280,000.00 \$	4.00	16,000.00 \$	
137	375.00	UN	1,500.00 \$	562,500.00 \$	375.00	562,500.00 \$	357.00	535,500.00 \$	18.00	27,000.00 \$	
138	750.00	UN	200.00 \$	150,000.00 \$	750.00	150,000.00 \$	684.00	136,800.00 \$	66.00	13,200.00 \$	
140	3,934.86	DM3	10.00 \$	39,348.59 \$	3,934.86	39,348.59 \$	3,777.26	37,772.59 \$	157.60	5,760.00 \$	
284			1,464,299.26 \$		1,464,299.26 \$		1,292,025.02 \$		172,274.24 \$		
285			1,464,299.26 \$		1,464,299.26 \$		1,292,025.02 \$		172,274.24 \$		
286	12.00	Mes	117,456.82 \$	1,409,481.84 \$	12.00	1,409,481.84 \$	11.00	1,292,025.02 \$	1.00	117,456.82 \$	
287	1.00	Mes	54,817.42 \$	54,817.42 \$	1.00	54,817.42 \$	0.00	0.00 \$	1.00	54,817.42 \$	
288			0.00 \$		0.00 \$		0.00 \$		0.00 \$		
289	0.00	Mes	9,943.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
290	0.00	Mes	9,943.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
291	0.00	Mes	5,946.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
292	0.00	Mes	5,910.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
293	0.00	Mes	7,945.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
294	0.00	Mes	5,910.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
295	0.00	Mes	7,445.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
296	0.00	Mes	4,248.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
297	0.00	Mes	7,945.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
298	0.00	Mes	7,145.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
299	0.00	Mes	6,146.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
300	0.00	Mes	5,411.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
301			0.00 \$		0.00 \$		0.00 \$		0.00 \$		
302			0.00 \$		0.00 \$		0.00 \$		0.00 \$		
303	0.00	HH	41.85 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
304	0.00	HH	66.96 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
305	0.00	HH	36.29 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
306	0.00	HH	58.06 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
307	0.00	HH	28.35 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
308	0.00	HH	45.36 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
309	0.00	HH	13.25 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
310	0.00	HH	21.20 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
311	0.00	HH	12.14 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
312	0.00	HH	19.42 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
313	0.00	HH	13.57 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
314	0.00	HH	21.71 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
315	0.00	HH	12.76 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
316	0.00	HH	20.42 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
317	0.00	HH	10.12 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
318	0.00	HH	16.19 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
319	0.00	HH	9.94 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
320	0.00	HH	15.90 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
321			0.00 \$		0.00 \$		0.00 \$		0.00 \$		
322	0.00	HH	52.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
323	0.00	HH	64.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
324	0.00	HH	56.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
325	0.00	HH	68.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
326	0.00	HH	126.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
327	0.00	HH	158.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
328	0.00	HH	131.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
329	0.00	HH	220.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
330	0.00	HH	36.75 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
331	0.00	HH	49.50 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
332	0.00	HH	59.84 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
333	0.00	HH	145.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
334	0.00	HH	84.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
335	0.00	HH	87.65 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
336	0.00	HH	72.41 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
337	0.00	HH	29.74 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
338	0.00	HH	106.45 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
339	0.00	HH	118.45 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
340	0.00	HH	135.47 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
341	0.00	HH	250.47 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
342	0.00	HH	36.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
343	0.00	HH	41.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	
344	0.00	HH	125.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	

		AREA DE CONTROL DE PROYECTOS								
		CONTROL DE AVANCE DE METRADOS INCIDENTES								
TOTAL PROYECTO		OBRA CIVIL								
									CORTE:	25/09/2017
		UND. MED	TOTAL	EJECUTADO	RESTANTE	% AVANCE ACTUAL	AVANCE DEL PERIODO	AVANCE ACUMULADO PASADO	% AVANCE PASADO	
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	1,448.07	1,448.07	0.00	100.00%	56.45	1,391.62	96.10%	
2	ACERO DE REFUERZO	kg	292,113.60	292,113.60	0.00	100.00%	2,038.34	290,075.26	99.30%	
3	ENCOFRADO	m2	7,305.65	7,305.65	0.00	100.00%	53.18	7,252.47	99.27%	
4	EMBEBIDOS	kg	203,578.90	203,578.90	0.00	100.00%	1,985.90	201,593.00	99.02%	
5	CONCRETO	m3	2,186.73	2,186.73	0.00	100.00%	43.00	2,143.73	98.03%	
U20									CORTE:	25/09/2017
		UND. MED	TOTAL	EJECUTADO	RESTANTE	% AVANCE ACTUAL	AVANCE DEL PERIODO	AVANCE ACUMULADO PASADO	% AVANCE PASADO	
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	860.16	860.16	0.00	100.00%	27.65	832.51	96.79%	
2	ACERO DE REFUERZO	kg	144,649.12	144,649.12	0.00	100.00%	1,251.94	143,397.18	99.13%	
3	ENCOFRADO	m2	3,593.85	3,593.85	0.00	100.00%	30.78	3,563.07	99.14%	
4	EMBEBIDOS	kg	100,192.50	100,192.50	0.00	100.00%	0.00	100,192.50	100.00%	
5	CONCRETO	m3	1,111.37	1,111.37	0.00	100.00%	21.57	1,089.80	98.06%	
U25									CORTE:	25/09/2017
		UND. MED	TOTAL	EJECUTADO	RESTANTE	% AVANCE ACTUAL	AVANCE DEL PERIODO	EJECUTADO	% AVANCE PASADO	
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	265.00	265.00	0.00	100.00%	28.80	236.20	89.13%	
2	ACERO DE REFUERZO	kg	71,341.18	71,341.18	0.00	100.00%	786.40	70,554.78	98.90%	
3	ENCOFRADO	m2	1,820.88	1,820.88	0.00	100.00%	22.40	1,798.48	98.77%	
4	EMBEBIDOS	kg	51,075.10	51,075.10	0.00	100.00%	1,985.90	49,089.20	96.11%	
5	CONCRETO	m3	515.02	515.02	0.00	100.00%	21.43	493.59	95.84%	
U27									CORTE:	25/09/2017
		UND. MED	TOTAL	EJECUTADO	RESTANTE	% AVANCE ACTUAL	AVANCE DEL PERIODO	EJECUTADO	% AVANCE PASADO	
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	322.91	322.91	0.00	100.00%	0.00	322.91	100.00%	
2	ACERO DE REFUERZO	kg	76,123.30	76,123.30	0.00	100.00%	0.00	76,123.30	100.00%	
3	ENCOFRADO	m2	1,890.92	1,890.92	0.00	100.00%	0.00	1,890.92	100.00%	
4	EMBEBIDOS	kg	52,311.30	52,311.30	0.00	100.00%	0.00	52,311.30	100.00%	
5	CONCRETO	m3	560.34	560.34	0.00	100.00%	0.00	560.34	100.00%	

## A2.2. Planificación:

A2.2.1. RDP WBS.

REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN WBS							250	251	252
Código Compuesto	Activity ID	Descripción	Peso Relati	% PARA	Metrado Total	% Avance M	24/04/20	25/04/20	26/04/20
<b>002 CIMENTACIONES</b>									
<b>002.1 CIMENTACIONES RACK</b>									
Rack, Incluye Cimentaciones y estructura prefabricada									
U20 SHU & HTN									
Obra Civil									
Cimentaciones									
Área 60 - Rack Principal									
Rack Sur - Norte									
RLP2259640		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 08-09	93.00%	94.10%					
103 RLP2259640		Excavación	5.00%	10.22%	77.400	100.00%	-	-	-
107 RLP2259640		Hormigón de limpieza	7.00%	4.28%	3.600	100.00%	-	-	-
118 RLP2259640		Preparación de ferralla	17.00%	14.15%	1071.470	100.00%	-	-	-
113 RLP2259640		Encofrado	32.00%	10.35%	33.600	100.00%	-	-	-
118 RLP2259640		Colocación de ferralla	52.00%	14.15%	1071.470	100.00%	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-
108 RLP2259640		Hormigonado	92.00%	30.61%	25.200	100.00%	-	-	-
113 RLP2259640		Desencofrado	93.00%	10.35%	33.600	100.00%	-	-	-
126 RLP2259640		Relleno	100.00%	0.00%	44.700	0.00%	-	-	-
RLP2259630		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 10-11	93.00%	92.80%					
103 RLP2259630		Excavación	5.00%	11.51%	90.000	100.00%	-	-	-
107 RLP2259630		Hormigón de limpieza	7.00%	4.15%	3.600	100.00%	-	-	-
118 RLP2259630		Preparación de ferralla	17.00%	13.71%	1071.470	100.00%	-	-	-
113 RLP2259630		Encofrado	32.00%	10.03%	33.600	100.00%	-	-	-
118 RLP2259630		Colocación de ferralla	52.00%	13.71%	1071.470	100.00%	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-
108 RLP2259630		Hormigonado	92.00%	29.66%	25.200	100.00%	-	-	-
113 RLP2259630		Desencofrado	93.00%	10.03%	33.600	100.00%	-	-	-
126 RLP2259630		Relleno	100.00%	0.00%	56.290	0.00%	-	-	-
RLP2259620		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 12-13	93.00%	92.80%					
103 RLP2259620		Excavación	5.00%	11.51%	90.000	100.00%	-	-	-
107 RLP2259620		Hormigón de limpieza	7.00%	4.15%	3.600	100.00%	-	-	-
118 RLP2259620		Preparación de ferralla	17.00%	13.71%	1071.470	100.00%	-	-	-
113 RLP2259620		Encofrado	32.00%	10.03%	33.600	100.00%	-	-	-
118 RLP2259620		Colocación de ferralla	52.00%	13.71%	1071.470	100.00%	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-
108 RLP2259620		Hormigonado	92.00%	29.66%	25.200	100.00%	-	-	-
113 RLP2259620		Desencofrado	93.00%	10.03%	33.600	100.00%	-	-	-
126 RLP2259620		Relleno	100.00%	0.00%	56.290	0.00%	-	-	-
RLP2249145		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 14-15	100.00%	100.00%				0.07	-
103 RLP2249145		Excavación	5.00%	13.57%	211.200	100.00%	-	-	-
107 RLP2249145		Hormigón de limpieza	7.00%	3.70%	6.400	100.00%	-	-	-
118 RLP2249145		Preparación de ferralla	17.00%	16.52%	2570.960	100.00%	-	-	-
113 RLP2249145		Encofrado	32.00%	5.94%	39.600	100.00%	-	-	-
118 RLP2249145		Colocación de ferralla	52.00%	16.52%	2570.960	100.00%	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-
108 RLP2249145		Hormigonado	92.00%	28.37%	48.000	100.00%	-	-	-
113 RLP2249145		Desencofrado	93.00%	5.94%	39.600	100.00%	-	-	-
126 RLP2249145		Relleno	100.00%	9.44%	146.960	100.00%	-	146.96	-
Rack Este - Oeste									
RLP2104055		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones L5-K5	84.14%	67.81%				0.50	-
103 RLP2104055		Excavación	5.00%	6.44%	49.200	81.71%	-	-	-
107 RLP2104055		Hormigón de limpieza	7.00%	2.90%	2.460	81.71%	-	-	-
118 RLP2104055		Preparación de ferralla	17.00%	9.66%	782.940	77.00%	-	-	-
113 RLP2104055		Encofrado	32.00%	8.50%	40.230	56.50%	-	-	-
118 RLP2104055		Colocación de ferralla	52.00%	9.66%	782.940	77.00%	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	77.00%	-	-	-
108 RLP2104055		Hormigonado	92.00%	22.15%	19.840	75.76%	-	-	-
113 RLP2104055		Desencofrado	93.00%	8.50%	40.230	56.50%	-	-	-
126 RLP2104055		Relleno	100.00%	0.00%	25.940	0.00%	-	-	-
RLP2104056		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones L6-K6	100.00%	100.00%				1.00	-
103 RLP2104056		Excavación	5.00%	9.73%	40.200	100.00%	-	40.20	-
107 RLP2104056		Hormigón de limpieza	7.00%	4.38%	2.010	100.00%	-	2.01	-
118 RLP2104056		Preparación de ferralla	17.00%	14.60%	602.890	100.00%	-	602.89	-
113 RLP2104056		Encofrado	32.00%	10.05%	17.780	100.00%	-	17.78	-
118 RLP2104056		Colocación de ferralla	52.00%	14.60%	602.890	100.00%	-	602.89	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	1.00	-
108 RLP2104056		Hormigonado	92.00%	31.34%	14.070	100.00%	-	14.07	-
113 RLP2104056		Desencofrado	93.00%	10.05%	17.780	100.00%	-	17.78	-
126 RLP2104056		Relleno	100.00%	5.26%	21.710	100.00%	-	21.71	-
RLP2259590		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones M	93.00%	95.81%					
103 RLP2259590		Excavación	5.00%	8.51%	58.630	100.00%	-	-	-
107 RLP2259590		Hormigón de limpieza	7.00%	4.26%	3.260	100.00%	-	-	-
118 RLP2259590		Preparación de ferralla	17.00%	17.31%	1192.830	100.00%	-	-	-
113 RLP2259590		Encofrado	32.00%	8.26%	24.400	100.00%	-	-	-
118 RLP2259590		Colocación de ferralla	52.00%	17.31%	1192.830	100.00%	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-
108 RLP2259590		Hormigonado	92.00%	31.91%	23.900	100.00%	-	-	-
113 RLP2259590		Desencofrado	93.00%	8.26%	24.400	100.00%	-	-	-
126 RLP2259590		Relleno	100.00%	0.00%	28.840	0.00%	-	-	-
RLP2259591		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones N	95.81%	95.81%					
103 RLP2259591		Excavación	5.00%	8.51%	58.630	100.00%	-	-	-
107 RLP2259591		Hormigón de limpieza	7.00%	4.26%	3.260	100.00%	-	-	-
118 RLP2259591		Preparación de ferralla	17.00%	17.31%	1192.830	100.00%	-	-	-
113 RLP2259591		Encofrado	32.00%	8.26%	24.400	100.00%	-	-	-
118 RLP2259591		Colocación de ferralla	52.00%	17.31%	1192.830	100.00%	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-
108 RLP2259591		Hormigonado	92.00%	31.91%	23.900	100.00%	-	-	-
113 RLP2259591		Desencofrado	93.00%	8.26%	24.400	100.00%	-	-	-
126 RLP2259591		Relleno	100.00%	0.00%	28.840	0.00%	-	-	-
RLP2259600		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones Q-P	93.00%	95.39%				0.93	-
103 RLP2259600		Excavación	5.00%	8.85%	72.580	100.00%	-	72.58	-
107 RLP2259600		Hormigón de limpieza	7.00%	4.42%	4.030	100.00%	-	4.03	-
118 RLP2259600		Preparación de ferralla	17.00%	15.08%	1237.460	100.00%	-	1237.46	-
113 RLP2259600		Encofrado	32.00%	10.15%	35.700	100.00%	-	35.70	-
118 RLP2259600		Colocación de ferralla	52.00%	15.08%	1237.460	100.00%	-	1237.46	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	1.00	-
108 RLP2259600		Hormigonado	92.00%	31.65%	28.220	100.00%	-	28.22	-
113 RLP2259600		Desencofrado	93.00%	10.15%	35.700	100.00%	-	35.70	-
126 RLP2259600		Relleno	100.00%	0.00%	37.790	0.00%	-	-	-
RLP2259610		Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones S-R (Estructura Metálica)	36.93%	38.01%					
103 RLP2259610		Excavación	5.00%	3.48%	72.580	42.85%	-	-	-
107 RLP2259610		Hormigón de limpieza	7.00%	2.05%	4.030	42.93%	-	-	-
118 RLP2259610		Preparación de ferralla	17.00%	5.81%	1508.680	39.39%	-	-	-
113 RLP2259610		Encofrado	32.00%	3.49%	75.360	38.59%	-	-	-
118 RLP2259610		Colocación de ferralla	52.00%	5.81%	1508.680	39.39%	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	39.39%	-	-	-
108 RLP2259610		Hormigonado	92.00%	13.88%	28.670	40.01%	-	-	-
113 RLP2259610		Desencofrado	93.00%	3.49%	75.360	38.59%	-	-	-
126 RLP2259610		Relleno	100.00%	0.00%	44.330	0.00%	-	-	-
U25									

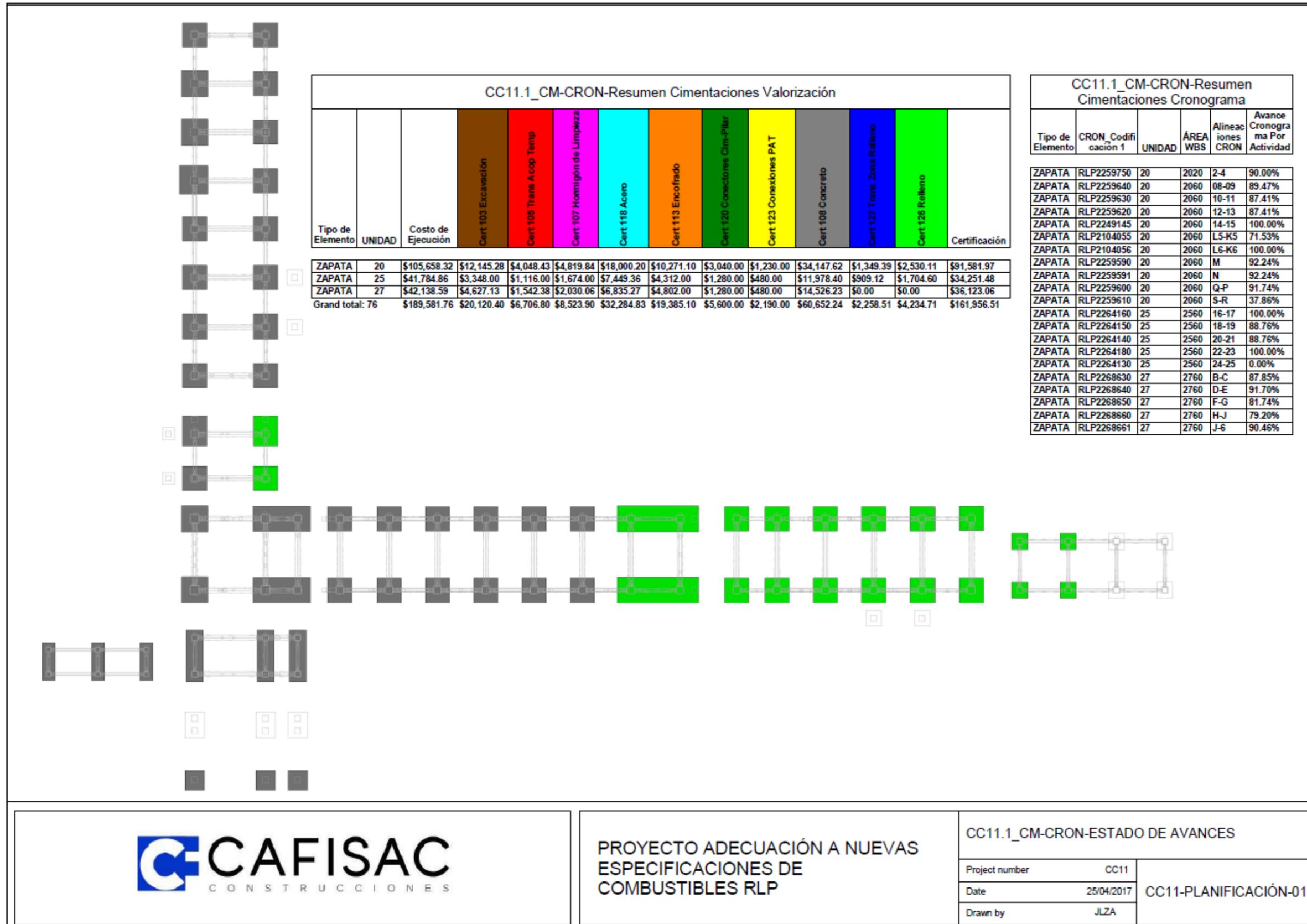
Obra Civil										
Cimentaciones										
Área 60 - Zona Rack Principal										
Rack Sur - Norte										
	RLP2264160	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 16-17		100.00%	100.00%				0.07	
103	RLP2264160	Excavación	5.00%	8.12%	64.800	100.00%	-	-	-	-
107	RLP2264160	Hormigón de limpieza	7.00%	4.06%	3.600	100.00%	-	-	-	-
118	RLP2264160	Preparación de ferralla	17.00%	17.47%	1393.280	100.00%	-	-	-	-
113	RLP2264160	Encofrado	32.00%	9.83%	33.600	100.00%	-	-	-	-
118	RLP2264160	Colocación de ferralla	52.00%	17.47%	1393.280	100.00%	-	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-	-
108	RLP2264160	Hormigonado	92.00%	29.07%	25.200	100.00%	-	-	-	-
113	RLP2264160	Desencofrado	93.00%	9.83%	33.600	100.00%	-	-	-	-
126	RLP2264160	Relleno	100.00%	4.15%	33.110	100.00%	-	-	33.11	-
	RLP2264150	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 18-19		87.18%	87.25%				0.06	
103	RLP2264150	Excavación	5.00%	7.09%	71.300	90.88%	-	-	-	-
107	RLP2264150	Hormigón de limpieza	7.00%	3.54%	3.960	90.91%	-	-	-	-
118	RLP2264150	Preparación de ferralla	17.00%	15.24%	1671.820	83.34%	-	-	-	-
113	RLP2264150	Encofrado	32.00%	8.58%	38.920	86.33%	-	-	-	-
118	RLP2264150	Colocación de ferralla	52.00%	15.24%	1671.820	83.34%	-	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	83.34%	-	-	-	-
108	RLP2264150	Hormigonado	92.00%	25.36%	27.730	90.88%	-	-	-	-
113	RLP2264150	Desencofrado	93.00%	8.58%	38.920	86.33%	-	-	-	-
126	RLP2264150	Relleno	100.00%	3.62%	36.160	91.57%	-	-	33.11	-
	RLP2264140	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 20-21		87.18%	87.25%				0.06	
103	RLP2264140	Excavación	5.00%	7.09%	71.300	90.88%	-	-	-	-
107	RLP2264140	Hormigón de limpieza	7.00%	3.54%	3.960	90.91%	-	-	-	-
118	RLP2264140	Preparación de ferralla	17.00%	15.24%	1671.820	83.34%	-	-	-	-
113	RLP2264140	Encofrado	32.00%	8.58%	38.920	86.33%	-	-	-	-
118	RLP2264140	Colocación de ferralla	52.00%	15.24%	1671.820	83.34%	-	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	83.34%	-	-	-	-
108	RLP2264140	Hormigonado	92.00%	25.36%	27.730	90.88%	-	-	-	-
113	RLP2264140	Desencofrado	93.00%	8.58%	38.920	86.33%	-	-	-	-
126	RLP2264140	Relleno	100.00%	3.62%	36.160	91.57%	-	-	33.11	-
	RLP2264180	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 22-23		100.00%	100.00%				1.00	
103	RLP2264180	Excavación	5.00%	6.82%	28.800	100.00%	-	-	28.80	-
107	RLP2264180	Hormigón de limpieza	7.00%	3.41%	1.600	100.00%	-	-	1.60	-
118	RLP2264180	Preparación de ferralla	17.00%	18.62%	786.400	100.00%	-	-	786.40	-
113	RLP2264180	Encofrado	32.00%	12.37%	22.400	100.00%	-	-	22.40	-
118	RLP2264180	Colocación de ferralla	52.00%	18.62%	786.400	100.00%	-	-	786.40	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	1.00	-
108	RLP2264180	Hormigonado	92.00%	24.40%	11.200	100.00%	-	-	11.20	-
113	RLP2264180	Desencofrado	93.00%	12.37%	22.400	100.00%	-	-	22.40	-
126	RLP2264180	Relleno	100.00%	3.39%	14.310	100.00%	-	-	14.31	-
	RLP2264130	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 24-25		0.00%	0.00%				-	
103	RLP2264130	Excavación	5.00%	0.00%	28.800	0.00%	-	-	-	-
107	RLP2264130	Hormigón de limpieza	7.00%	0.00%	1.600	0.00%	-	-	-	-
118	RLP2264130	Preparación de ferralla	17.00%	0.00%	786.400	0.00%	-	-	-	-
113	RLP2264130	Encofrado	32.00%	0.00%	22.400	0.00%	-	-	-	-
118	RLP2264130	Colocación de ferralla	52.00%	0.00%	786.400	0.00%	-	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	0.00%	-	-	-	-
108	RLP2264130	Hormigonado	92.00%	0.00%	11.200	0.00%	-	-	-	-
113	RLP2264130	Desencofrado	93.00%	0.00%	22.400	0.00%	-	-	-	-
126	RLP2264130	Relleno	100.00%	0.00%	14.310	0.00%	-	-	-	-
	U27									
	Obra Civil									
	Cimentaciones									
	Área 60 - Zona Rack Principal									
	Rack Este - Oeste									
	RLP2268630	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones B-C		93.00%	93.09%					
103	RLP2268630	Excavación	5.00%	11.24%	91.010	100.00%	-	-	-	-
107	RLP2268630	Hormigón de limpieza	7.00%	4.18%	3.760	100.00%	-	-	-	-
118	RLP2268630	Preparación de ferralla	17.00%	14.00%	1133.570	100.00%	-	-	-	-
113	RLP2268630	Encofrado	32.00%	9.89%	34.300	100.00%	-	-	-	-
118	RLP2268630	Colocación de ferralla	52.00%	14.00%	1133.570	100.00%	-	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-	-
108	RLP2268630	Hormigonado	92.00%	29.88%	26.290	100.00%	-	-	-	-
113	RLP2268630	Desencofrado	93.00%	9.89%	34.300	100.00%	-	-	-	-
126	RLP2268630	Relleno	100.00%	0.00%	55.920	0.00%	-	-	-	-
	RLP2268640	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones D-E		93.00%	95.46%					
103	RLP2268640	Excavación	5.00%	8.93%	73.460	100.00%	-	-	-	-
107	RLP2268640	Hormigón de limpieza	7.00%	4.46%	4.080	100.00%	-	-	-	-
118	RLP2268640	Preparación de ferralla	17.00%	14.95%	1230.310	100.00%	-	-	-	-
113	RLP2268640	Encofrado	32.00%	10.12%	35.700	100.00%	-	-	-	-
118	RLP2268640	Colocación de ferralla	52.00%	14.95%	1230.310	100.00%	-	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	-	-
108	RLP2268640	Hormigonado	92.00%	31.94%	28.570	100.00%	-	-	-	-
113	RLP2268640	Desencofrado	93.00%	10.12%	35.700	100.00%	-	-	-	-
126	RLP2268640	Relleno	100.00%	0.00%	37.370	0.00%	-	-	-	-
	RLP2268650	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones F-G		83.51%	84.99%					
103	RLP2268650	Excavación	5.00%	8.59%	79.220	90.89%	-	-	-	-
107	RLP2268650	Hormigón de limpieza	7.00%	3.87%	3.960	90.91%	-	-	-	-
118	RLP2268650	Preparación de ferralla	17.00%	13.08%	1215.810	90.19%	-	-	-	-
113	RLP2268650	Encofrado	32.00%	9.35%	38.920	86.33%	-	-	-	-
118	RLP2268650	Colocación de ferralla	52.00%	13.08%	1215.810	90.19%	-	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	90.19%	-	-	-	-
108	RLP2268650	Hormigonado	92.00%	27.66%	27.730	90.88%	-	-	-	-
113	RLP2268650	Desencofrado	93.00%	9.35%	38.920	86.33%	-	-	-	-
126	RLP2268650	Relleno	100.00%	0.00%	43.390	0.00%	-	-	-	-
	RLP2268660	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones H-J		83.83%	82.17%				0.23	
103	RLP2268660	Excavación	5.00%	8.31%	61.220	88.21%	-	-	-	-
107	RLP2268660	Hormigón de limpieza	7.00%	3.74%	3.060	88.24%	-	-	-	-
118	RLP2268660	Preparación de ferralla	17.00%	12.65%	941.690	87.33%	-	-	-	-
113	RLP2268660	Encofrado	32.00%	9.04%	30.520	82.57%	-	-	-	-
118	RLP2268660	Colocación de ferralla	52.00%	12.65%	941.690	87.33%	-	-	-	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	87.33%	-	-	-	-
108	RLP2268660	Hormigonado	92.00%	26.74%	21.430	88.19%	-	-	-	-
113	RLP2268660	Desencofrado	93.00%	9.04%	30.520	82.57%	-	-	-	-
126	RLP2268660	Relleno	100.00%	0.00%	33.460	0.00%	-	-	-	-
	RLP2268661	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones J6		94.72%	94.72%				0.93	
103	RLP2268661	Excavación	5.00%	9.57%	18.000	100.00%	-	-	18.00	-
107	RLP2268661	Hormigón de limpieza	7.00%	4.31%	0.900	100.00%	-	-	0.90	-
118	RLP2268661	Preparación de ferralla	17.00%	14.58%	274.120	100.00%	-	-	274.12	-
113	RLP2268661	Encofrado	32.00%	10.42%	8.400	100.00%	-	-	8.40	-
118	RLP2268661	Colocación de ferralla	52.00%	14.58%	274.120	100.00%	-	-	274.12	-
		Colocación de embebidos	62.00%	0.00%	1.000	100.00%	-	-	1.00	-
108	RLP2268661	Hormigonado	92.00%	30.83%	6.300	100.00%	-	-	6.30	-
113	RLP2268661	Desencofrado	93.00%	10.42%	8.400	100.00%	-	-	8.40	-
126	RLP2268661	Relleno	100.00%	0.00%	9.930	0.00%	-	-	-	-
	<b>003 PIPE RACK PREFABRICADOS</b>									
	<b>003.1 PIPE RACK PREFABRICADOS</b>									
	Rack, Incluye Cimentaciones y estructura prefabricada									
	U20 SHU & HTN									
	Obra Civil									

Estructuras y Forjados									
Prefabricación Pilares y Vigas									
130 RLP2260410	RLP2260410	Fabricación Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-08 (Incluye Soldadura Mensulas)(16uds)	100.00%	100.00%					
		Zimbrado	30.00%	0.02%	671.840	100.00%	-	-	-
130 RLP2260410		Encofrado	40.00%	18.46%	671.840	100.00%	-	-	-
131 RLP2260410		Acero	65.00%	34.75%	33650.320	100.00%	-	-	-
132 RLP2260410		Pernos	75.00%	27.82%	13087.500	100.00%	-	-	-
129 RLP2260410		Hormigón	95.00%	18.92%	183.810	100.00%	-	-	-
130 RLP2260410		Desencofrado	100.00%	0.02%	671.840	100.00%	-	-	-
130 RLP2260420	RLP2260420	Fabricación Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K-Q (Incluye Soldadura Mensulas)(16uds)	100.00%	100.00%					
		Zimbrado	30.00%	0.02%	509.490	100.00%	-	-	-
130 RLP2260420		Encofrado	40.00%	18.46%	509.490	100.00%	-	-	-
131 RLP2260420		Acero	65.00%	34.75%	25021.440	100.00%	-	-	-
132 RLP2260420		Pernos	75.00%	27.82%	13075.100	100.00%	-	-	-
129 RLP2260420		Hormigón	95.00%	18.92%	138.580	100.00%	-	-	-
130 RLP2260420		Desencofrado	100.00%	0.02%	509.490	100.00%	-	-	-
130 RLP2269380	RLP2269380	Fabricación Pilares Rack Zona Horno 20H-001 - Alineaciones 1-4 (Incluye Soldadura Mensulas)(6uds)	100.00%	100.00%					
		Zimbrado	30.00%	0.02%	85.800	100.00%	-	-	-
130 RLP2269380		Encofrado	40.00%	18.46%	85.800	100.00%	-	-	-
131 RLP2269380		Acero	65.00%	34.75%	2732.220	100.00%	-	-	-
132 RLP2269380		Pernos	75.00%	27.82%	1354.300	100.00%	-	-	-
129 RLP2269380		Hormigón	95.00%	18.92%	13.800	100.00%	-	-	-
130 RLP2269380		Desencofrado	100.00%	0.02%	85.800	100.00%	-	-	-
130 RLP2260430	RLP2260430	Fabricación Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-08 (100uds)	100.00%	100.00%					
		Zimbrado	30.00%	0.02%	1076.040	100.00%	-	-	-
130 RLP2260430		Encofrado	40.00%	18.46%	1076.040	100.00%	-	-	-
131 RLP2260430		Acero	65.00%	34.75%	38302.120	100.00%	-	-	-
132 RLP2260430		Pernos	75.00%	27.82%	18192.100	100.00%	-	-	-
129 RLP2260430		Hormigón	95.00%	18.92%	193.520	100.00%	-	-	-
130 RLP2260430		Desencofrado	100.00%	0.02%	1076.040	100.00%	-	-	-
130 RLP2260440	RLP2260440	Fabricación Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K-Q (58uds)	100.00%	100.00%					
		Zimbrado	30.00%	0.02%	759.780	100.00%	-	-	-
130 RLP2260440		Encofrado	40.00%	18.46%	759.780	100.00%	-	-	-
131 RLP2260440		Acero	65.00%	34.75%	25746.220	100.00%	-	-	-
132 RLP2260440		Pernos	75.00%	27.82%	13066.000	100.00%	-	-	-
129 RLP2260440		Hormigón	95.00%	18.92%	152.930	100.00%	-	-	-
130 RLP2260440		Desencofrado	100.00%	0.02%	759.780	100.00%	-	-	-
130 RLP2269390	RLP2269390	Fabricación Vigas Rack Zona Horno 20H-001 - Alineaciones 2-4 (14uds)	100.00%	100.00%					
		Zimbrado	30.00%	0.02%	86.160	100.00%	-	-	-
130 RLP2269390		Encofrado	40.00%	18.46%	86.160	100.00%	-	-	-
131 RLP2269390		Acero	65.00%	34.75%	3182.400	100.00%	-	-	-
132 RLP2269390		Pernos	75.00%	27.82%	609.600	100.00%	-	-	-
129 RLP2269390		Hormigón	95.00%	18.92%	12.060	100.00%	-	-	-
130 RLP2269390		Desencofrado	100.00%	0.02%	86.160	100.00%	-	-	-
Área 60 - Rack Principal									
Rack Sur - Norte									
Pilares									
136 RLP2269430	RLP2269430	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 09-08 (4uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	95.00%	40.31%	4.000	100.00%	-	-	0.05
135 RLP2269430		Soldadura de ménsulas	100.00%	59.69%	4739.200	100.00%	-	-	4739.20
136 RLP2269420	RLP2269420	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 11-10 (4uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	95.00%	36.82%	4.000	100.00%	-	-	0.05
135 RLP2269420		Soldadura de ménsulas	100.00%	63.18%	5491.200	100.00%	-	-	5491.20
136 RLP2269410	RLP2269410	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 13-12(4uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	95.00%	37.29%	4.000	100.00%	-	-	-
135 RLP2269410		Soldadura de ménsulas	100.00%	62.71%	5380.800	100.00%	-	-	-
136 RLP2269400	RLP2269400	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-14 (4uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	95.00%	43.73%	4.000	100.00%	-	-	0.05
135 RLP2269400		Soldadura de ménsulas	100.00%	56.27%	4118.400	100.00%	-	-	4118.40
Vigas									
137 RLP2269470	RLP2269470	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 09-08 (18 uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	100.00%	100.00%	28.000	100.00%	-	-	1.00
137 RLP2269460	RLP2269460	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 11-10 (18uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	100.00%	100.00%	28.000	100.00%	-	-	0.61
137 RLP2269450	RLP2269450	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 13-12 (18 uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	100.00%	100.00%	27.000	100.00%	-	-	10.00
137 RLP2269440	RLP2269440	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-14 (12 uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	100.00%	100.00%	16.000	100.00%	-	-	1.00
Uniones In-Situ									
138 RLP2269510	RLP2269510	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 09-08	100.00%	100.00%					
		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	56.000	100.00%	-	-	56.00
138 RLP2269500	RLP2269500	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 11-10	100.00%	100.00%					
		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	56.000	100.00%	-	-	1.00
138 RLP2269490	RLP2269490	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 13-12	100.00%	100.00%					
		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	54.000	100.00%	-	-	54.00
138 RLP2269480	RLP2269480	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-14	100.00%	100.00%					
		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	32.000	100.00%	-	-	32.00
Rack Este - Oeste									
Pilares									
136 RLP2260280	RLP2260280	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K5-L5 (2uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	95.00%	58.14%	2.000	100.00%	-	-	0.53
135 RLP2260280		Soldadura de ménsulas	100.00%	41.86%	1152.000	100.00%	-	-	1152.00
136 RLP2260281	RLP2260281	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K6-L6 (2uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	95.00%	58.14%	2.000	100.00%	-	-	2.00
135 RLP2260281		Soldadura de ménsulas	100.00%	41.86%	1152.000	100.00%	-	-	1152.00
136 RLP2260290	RLP2260290	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones M-N (3uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	95.00%	35.58%	3.000	100.00%	-	-	0.05
135 RLP2260290		Soldadura de ménsulas	100.00%	64.42%	4345.600	100.00%	-	-	4345.60
136 RLP2260291	RLP2260291	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones N (3uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	95.00%	34.01%	3.000	100.00%	-	-	0.03
135 RLP2260291		Soldadura de ménsulas	100.00%	65.99%	4656.000	100.00%	-	-	4656.00
136 RLP2260300	RLP2260300	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones P-Q (6uds)	0.00%	0.00%					
		Izado	95.00%	0.00%	6.000	0.00%	-	-	-
135 RLP2260300		Soldadura de ménsulas	100.00%	0.00%	5228.800	0.00%	-	-	-
Vigas									
137 RLP2260330	RLP2260330	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K-L (12 uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	100.00%	100.00%	10.000	100.00%	-	-	1.00
137 RLP2260340	RLP2260340	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones M-N (27 uds)	100.00%	100.00%					
		Izado	100.00%	100.00%	29.000	100.00%	-	-	1.00

	RLP2260350	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones P-Q (30 uds)		0.00%	0.00%						
137	RLP2260350		Izado	100.00%	0.00%	22.000	0.00%	-	-	-	
		Uniones In-Situ									
	RLP2260380	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K-L		100.00%	100.00%						
138	RLP2260380		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	20.000	100.00%	-	1.00	-	
	RLP2260390	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones M		100.00%	100.00%						
138	RLP2260390		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	58.000	100.00%	-	1.00	-	
	RLP2260400	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones P-Q		0.00%	0.00%						
138	RLP2260400		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	0.00%	44.000	0.00%	-	-	-	
		U25									
		Obra Civil									
		Estructuras y Forjados									
		Prefabricación Pilares y Vigas									
	RLP2264880	Fabricación Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 16-25 (Incluye Soldadura Mensulas) (20uds)		100.00%	100.00%						
130	RLP2264880		Zimbrado	30.00%	0.02%	649.600	100.00%	-	0.06	-	
130	RLP2264880		Encofrado	40.00%	18.46%	649.600	100.00%	-	42.64	-	
131	RLP2264880		Acero	65.00%	34.75%	29041.540	100.00%	-	1761.44	-	
132	RLP2264880		Pernos	75.00%	27.82%	13273.300	100.00%	-	783.20	-	
129	RLP2264880		Hormigón	95.00%	18.92%	165.790	100.00%	-	8.87	-	
130	RLP2264880		Desencofrado	100.00%	0.02%	649.600	100.00%	-	34.75	-	
	RLP2264900	Fabricación Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 16-25 (100uds)		100.00%	100.00%						
130	RLP2264900		Zimbrado	30.00%	0.02%	999.290	100.00%	-	0.07	-	
130	RLP2264900		Encofrado	40.00%	18.46%	999.290	100.00%	-	69.71	-	
131	RLP2264900		Acero	65.00%	34.75%	35235.060	100.00%	-	2570.42	-	
132	RLP2264900		Pernos	75.00%	27.82%	19272.500	100.00%	-	1366.20	-	
129	RLP2264900		Hormigón	95.00%	18.92%	172.240	100.00%	-	9.95	-	
130	RLP2264900		Desencofrado	100.00%	0.02%	999.290	100.00%	-	57.73	-	
		Área 60 - Rack Principal									
		Pilares									
	RLP2264670	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 16-17 (4uds)		100.00%	100.00%						
136	RLP2264670		Izado	95.00%	44.67%	4.000	100.00%	-	0.05	-	
135	RLP2264670		Soldadura de ménsulas	100.00%	55.33%	3963.200	100.00%	-	3963.20	-	
	RLP2264680	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 18-19(4uds)		100.00%	100.00%						
136	RLP2264680		Izado	95.00%	37.49%	4.000	100.00%	-	0.05	-	
135	RLP2264680		Soldadura de ménsulas	100.00%	62.51%	5336.000	100.00%	-	5336.00	-	
	RLP2264690	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 20-21 (4uds)		100.00%	100.00%						
136	RLP2264690		Izado	95.00%	43.73%	4.000	100.00%	-	0.05	-	
135	RLP2264690		Soldadura de ménsulas	100.00%	56.27%	4118.400	100.00%	-	4118.40	-	
	RLP2264700	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 22-23 (4uds)		100.00%	100.00%						
136	RLP2264700		Izado	95.00%	65.90%	4.000	100.00%	-	1.00	-	
135	RLP2264700		Soldadura de ménsulas	100.00%	34.10%	1656.000	100.00%	-	4.00	-	
	RLP2264910	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 24-25 (4uds)		0.00%	0.00%						
136	RLP2264910		Izado	95.00%	0.00%	4.000	0.00%	-	-	-	
135	RLP2264910		Soldadura de ménsulas	100.00%	0.00%	1656.000	0.00%	-	-	-	
		Vigas									
	RLP2264920	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 16-17 (18 uds)		100.00%	100.00%						
137	RLP2264920		Izado	100.00%	100.00%	25.000	100.00%	-	1.00	-	
	RLP2264740	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 18-19 (18 uds)		100.00%	100.00%						
137	RLP2264740		Izado	100.00%	100.00%	28.000	100.00%	-	1.00	-	
	RLP2264730	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 20-21 (18uds)		100.00%	100.00%						
137	RLP2264730		Izado	100.00%	100.00%	16.000	100.00%	-	1.00	-	
	RLP2264720	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 22-23 (18 uds)		66.67%	66.67%						
137	RLP2264720		Izado	100.00%	66.67%	18.000	66.67%	-	0.67	-	
	RLP2264710	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 24-25 (12 uds)		0.00%	0.00%						
137	RLP2264710		Izado	100.00%	0.00%	12.000	0.00%	-	-	-	
		Uniones In-Situ									
	RLP2264930	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 16-17		100.00%	100.00%						
138	RLP2264930		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	50.000	100.00%	-	1.00	-	
	RLP2264780	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 19-18		100.00%	100.00%						
138	RLP2264780		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	56.000	100.00%	-	1.00	-	
	RLP2264770	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 20-21		100.00%	100.00%						
138	RLP2264770		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	32.000	100.00%	-	1.00	-	
	RLP2264760	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 22-23		0.00%	0.00%						
138	RLP2264760		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	0.00%	24.000	0.00%	-	-	-	
	RLP2264750	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 24-25		0.00%	0.00%						
138	RLP2264750		Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	0.00%	36.000	0.00%	-	-	-	
		U27									
		Obra Civil									
		Estructuras y Forjados									
		Prefabricación Pilares y Vigas									
	RLP2269180	Fabricación Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones B-J (Incl. Soldadura Mensulas)(13uds, C5,D5, E5 In-Situ)		100.00%	100.00%						
130	RLP2269180		Zimbrado	30.00%	0.02%	629.720	100.00%	-	-	-	
130	RLP2269180		Encofrado	40.00%	18.46%	629.720	100.00%	-	-	-	
131	RLP2269180		Acero	65.00%	34.75%	32713.980	100.00%	-	-	-	
132	RLP2269180		Pernos	75.00%	27.82%	13176.200	100.00%	-	-	-	
129	RLP2269180		Hormigón	95.00%	18.92%	177.710	100.00%	-	-	-	
130	RLP2269180		Desencofrado	100.00%	0.02%	629.720	100.00%	-	-	-	
	RLP2269210	Fabricación Vigas Rack Principal U27 - Alineaciones B-J (103uds)		100.00%	100.00%						
130	RLP2269210		Zimbrado	30.00%	0.02%	1103.460	100.00%	-	-	-	
130	RLP2269210		Encofrado	40.00%	18.46%	1103.460	100.00%	-	-	-	
131	RLP2269210		Acero	65.00%	34.75%	38026.880	100.00%	-	-	-	
132	RLP2269210		Pernos	75.00%	27.82%	19327.300	100.00%	-	-	-	
129	RLP2269210		Hormigón	95.00%	18.92%	196.250	100.00%	-	-	-	
130	RLP2269210		Desencofrado	100.00%	0.02%	1103.460	100.00%	-	-	-	
		Área 60 - Rack Principal									
		Pilares									
	RLP2269100	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones D-E (2uds)		97.59%	70.94%						
136	RLP2269100		Izado	95.00%	39.82%	4.000	100.00%	-	0.50	-	
135	RLP2269100		Soldadura de ménsulas	100.00%	31.12%	4836.000	51.71%	-	2.00	-	
	RLP2269110	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones F-G (4uds)		100.00%	100.00%						
136	RLP2269110		Izado	95.00%	39.28%	4.000	100.00%	-	0.05	-	
135	RLP2269110		Soldadura de ménsulas	100.00%	60.72%	4946.400	100.00%	-	4946.40	-	
	RLP2269290	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones H-J (3uds)		100.00%	100.00%						
136	RLP2269290		Izado	95.00%	42.54%	3.000	100.00%	-	0.29	-	
135	RLP2269290		Soldadura de ménsulas	100.00%	57.46%	3242.400	100.00%	-	1.00	-	

136 RLP2269291	RLP2269291	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones H5 (1uds)	Izado	100.00%	100.00%	1.000	100.00%	-	-	-
135 RLP2269291			Soldadura de ménsulas	95.00%	47.15%	896.800	100.00%	-	896.80	-
	RLP2269090	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineación C-B (3uds)		98.53%	83.67%			-	0.27	-
136 RLP2269090			Izado	95.00%	44.54%	4.000	100.00%	-	1.00	-
135 RLP2269090			Soldadura de ménsulas	100.00%	39.13%	3984.000	70.56%	-	2811.20	-
		Vigas								
137 RLP2269140	RLP2269140	Izado Vigas Rack Principal U27 - Alineaciones F-G (28 uds)	Izado	100.00%	100.00%	28.000	100.00%	-	1.00	-
137 RLP2269310	RLP2269310	Izado Vigas Rack Principal U27 - Alineaciones H-J (18 uds)	Izado	100.00%	100.00%	18.000	100.00%	-	1.00	-
137 RLP2269120	RLP2269120	Izado Vigas Rack Principal U27- Alineaciones C-B (28 uds)	Izado	50.00%	50.00%	28.000	50.00%	-	0.50	-
137 RLP2269130	RLP2269130	Izado Vigas Rack Principal U27- Alineaciones D-E (29 uds)	Izado	46.43%	46.43%	28.000	46.43%	-	0.46	-
		Uniones In-Situ								
138 RLP2274400	RLP2274400	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U27 - Alineaciones C-B	Ejecución de nudos pilar-viga	50.00%	50.00%	56.000	50.00%	-	0.50	-
138 RLP2269160	RLP2269160	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U27 - Alineaciones D-E	Ejecución de nudos pilar-viga	46.43%	46.43%	56.000	46.43%	-	0.46	-
138 RLP2269170	RLP2269170	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U27 - Alineaciones F-G	Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	56.000	100.00%	-	1.00	-
138 RLP2269320	RLP2269320	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U27 - Alineaciones H-J	Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	36.000	100.00%	-	1.00	-
<b>004 ESTRUCTURAS 2</b> <b>005 RESTO DE OBRA</b>										
		Estructuras								
103 RLP2259750	RLP2259750	Cimentaciones Rack Zona Horno (3 Alineaciones)	Excavación	93.00%	94.27%	39.740	100.00%	-	0.93	-
107 RLP2259750			Hormigón de limpieza	5.00%	9.22%	2.210	100.00%	-	39.74	-
118 RLP2259750			Preparación de ferralla	7.00%	4.61%	18.600	100.00%	-	2.21	-
113 RLP2259750			Encofrado	17.00%	18.36%	791.610	100.00%	-	791.61	-
118 RLP2259750			Colocación de ferralla	32.00%	10.07%	18.600	100.00%	-	18.60	-
108 RLP2259750			Colocación de embebidos	52.00%	18.36%	791.610	100.00%	-	791.61	-
113 RLP2259750			Hormigonado	62.00%	0.02%	1.000	100.00%	-	1.00	-
126 RLP2259750			Desencofrado	92.00%	23.56%	11.040	100.00%	-	11.04	-
			Relleno	93.00%	10.07%	18.600	100.00%	-	18.60	-
		Área 20 - Zona Horno 20H-001								
		Rack Sur - Norte								
		Pilares								
136 RLP2260090	RLP2260090	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Zona Horno - Alineaciones 2-4 (6uds)	Izado	100.00%	100.00%	6.000	100.00%	-	1.00	-
135 RLP2260090			Soldadura de ménsulas	95.00%	75.64%	1545.600	100.00%	-	6.00	-
		Vigas								
137 RLP2260180	RLP2260180	Izado Vigas Rack Zona Horno - Alineaciones 2-4 (14 uds)	Izado	100.00%	100.00%	14.000	100.00%	-	1.00	-
138 RLP2260260	RLP2260260	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Zona Horno - Alineaciones 2-4	Ejecución de nudos pilar-viga	100.00%	100.00%	28.000	100.00%	-	1.00	-

A2.2.3.CC11-PLANIFICACIÓN-01 - CC11.1\_CM-CRON-ESTADO DE AVANCES.

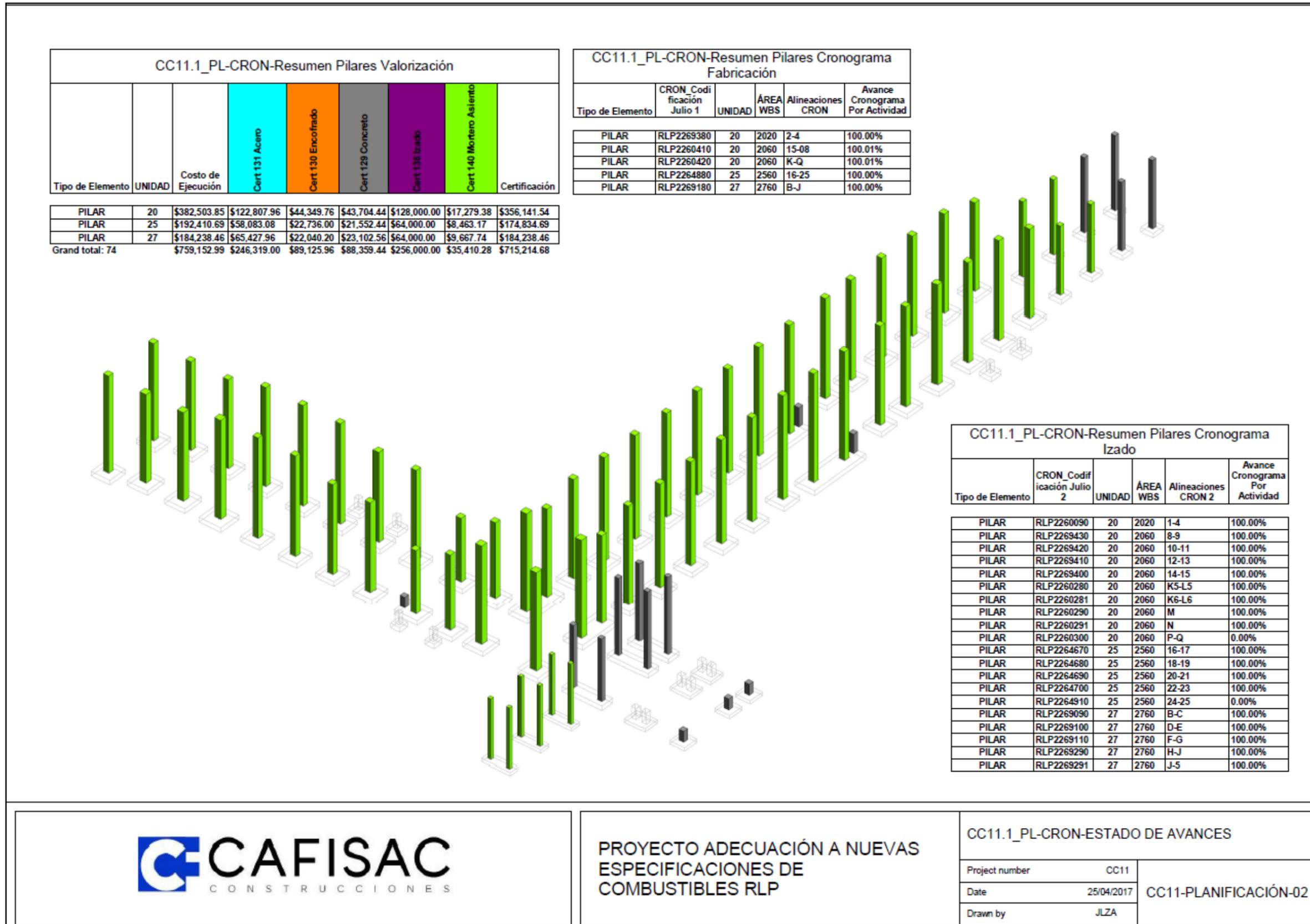


PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS  
ESPECIFICACIONES DE  
COMBUSTIBLES RLP

CC11.1\_CM-CRON-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC11	CC11-PLANIFICACIÓN-01
Date	25/04/2017	
Drawn by	JLZA	

A2.2.4.CC11-PLANIFICACIÓN-02 - CC11.1\_PL-CRON-ESTADO DE AVANCES.

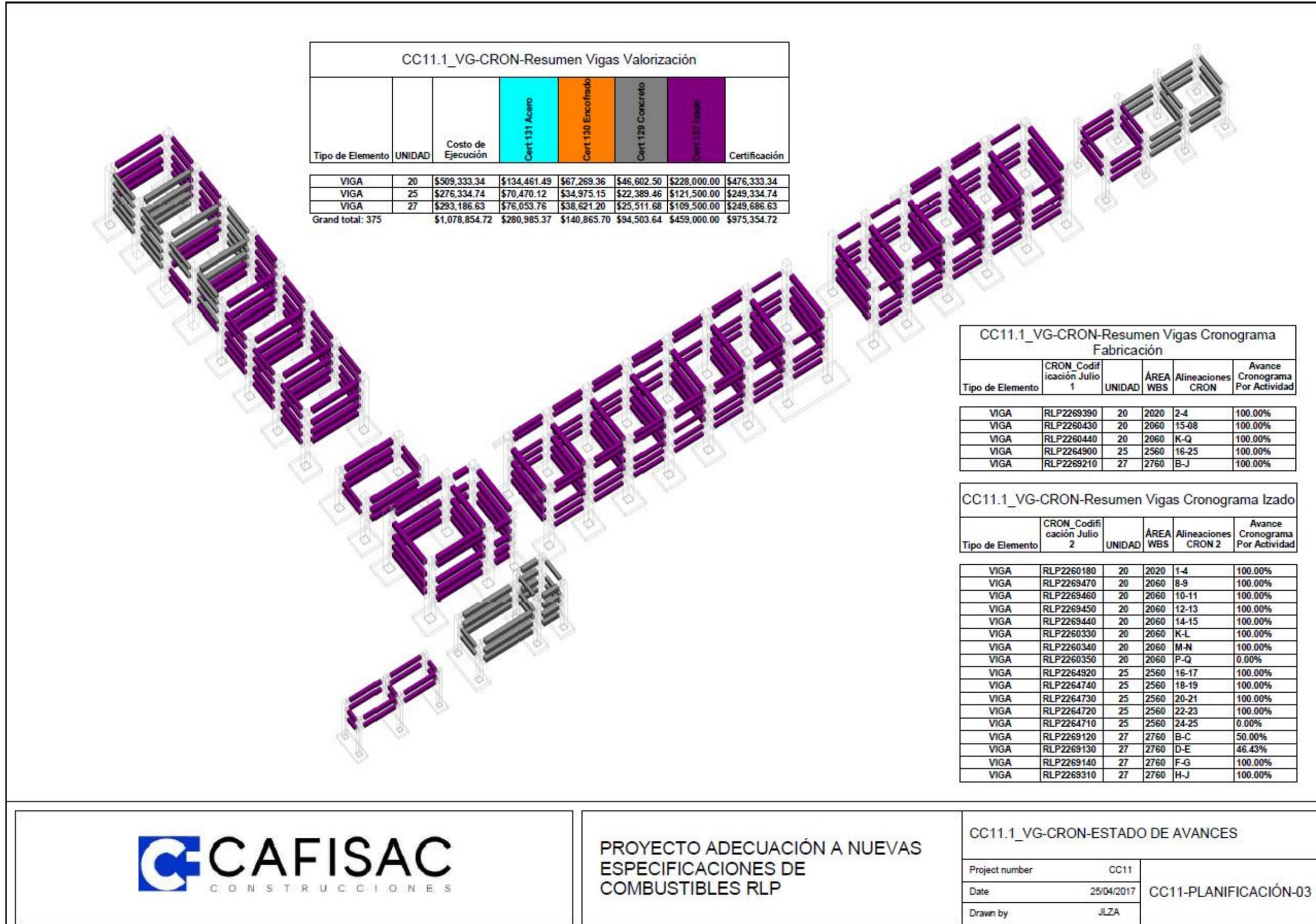


PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS  
ESPECIFICACIONES DE  
COMBUSTIBLES RLP

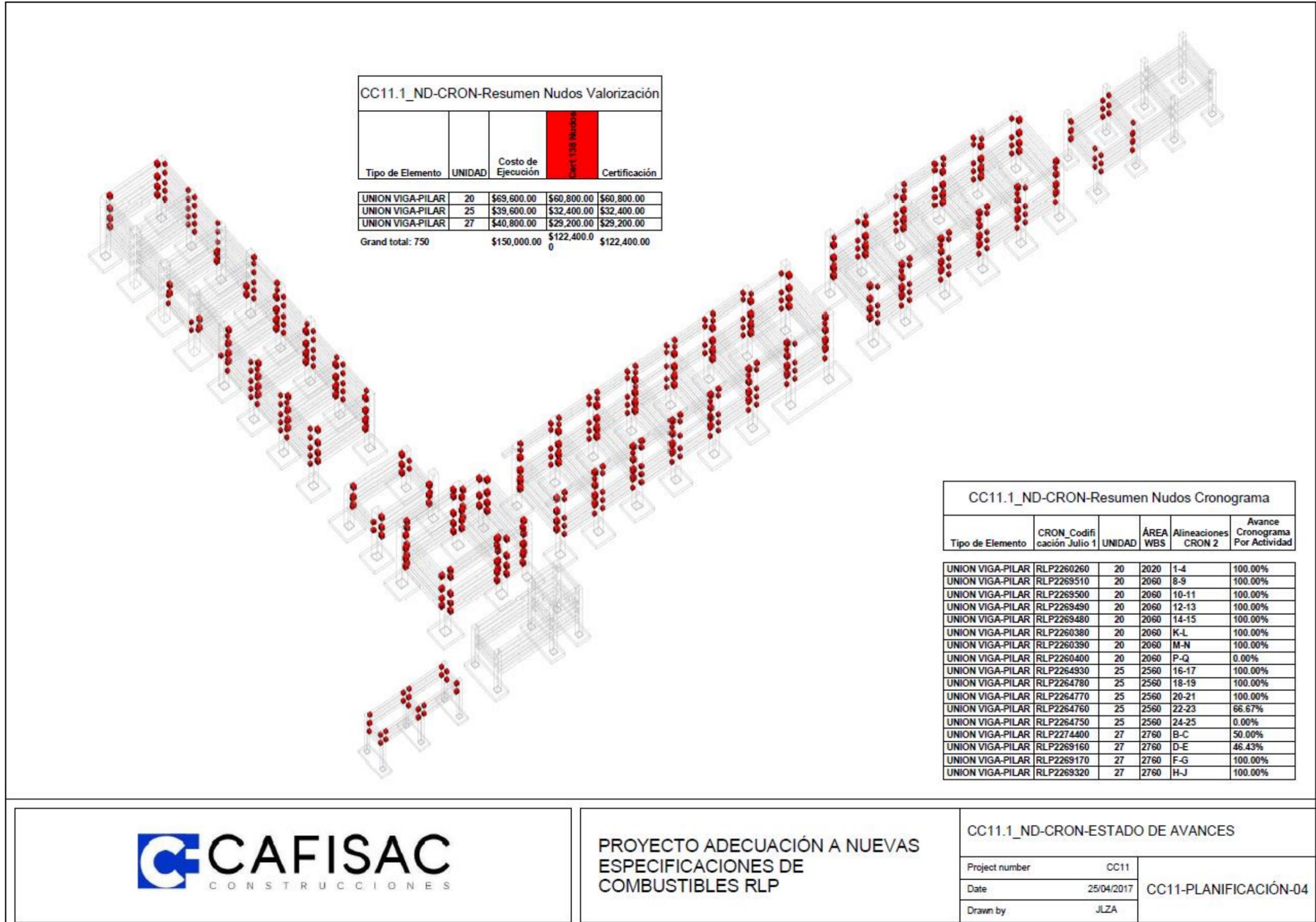
CC11.1\_PL-CRON-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC11	CC11-PLANIFICACIÓN-02
Date	25/04/2017	
Drawn by	JLZA	

A2.2.5.CC11-PLANIFICACIÓN-03 - CC11.1\_VG-CRON-ESTADO DE AVANCES.



A2.2.6.CC11-PLANIFICACIÓN-04 - CC11.1\_ND-CRON-ESTADO DE AVANCES.

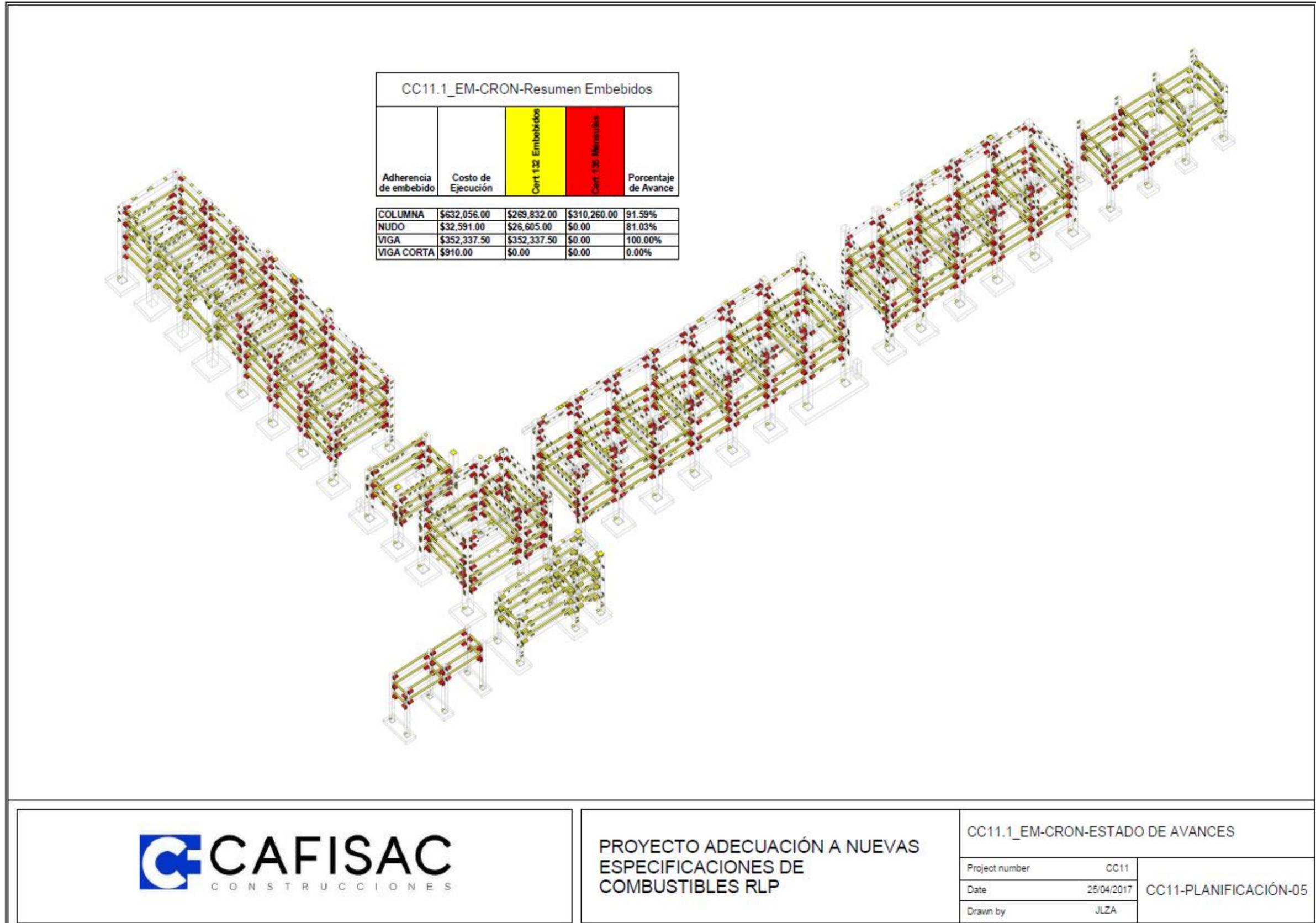


PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS  
ESPECIFICACIONES DE  
COMBUSTIBLES RLP

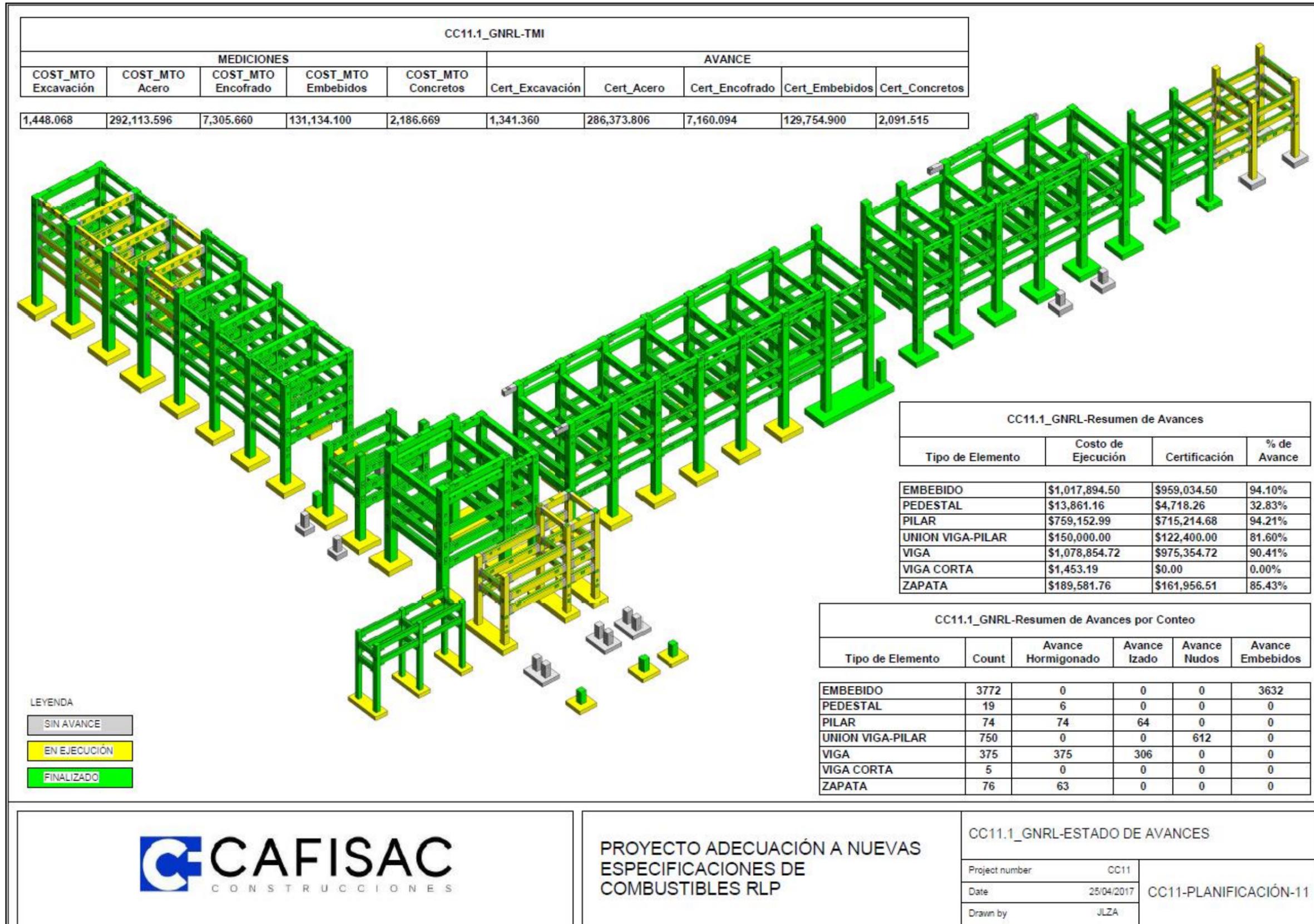
CC11.1\_ND-CRON-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC11	CC11-PLANIFICACIÓN-04
Date	25/04/2017	
Drawn by	JLZA	

A2.2.7.CC11-PLANIFICACIÓN-05 - CC11.1\_EM-CRON-ESTADO DE AVANCES.



A2.2.8.CC11-PLANIFICACIÓN-11 - CC11.1\_GNRL-ESTADO DE AVANCES.

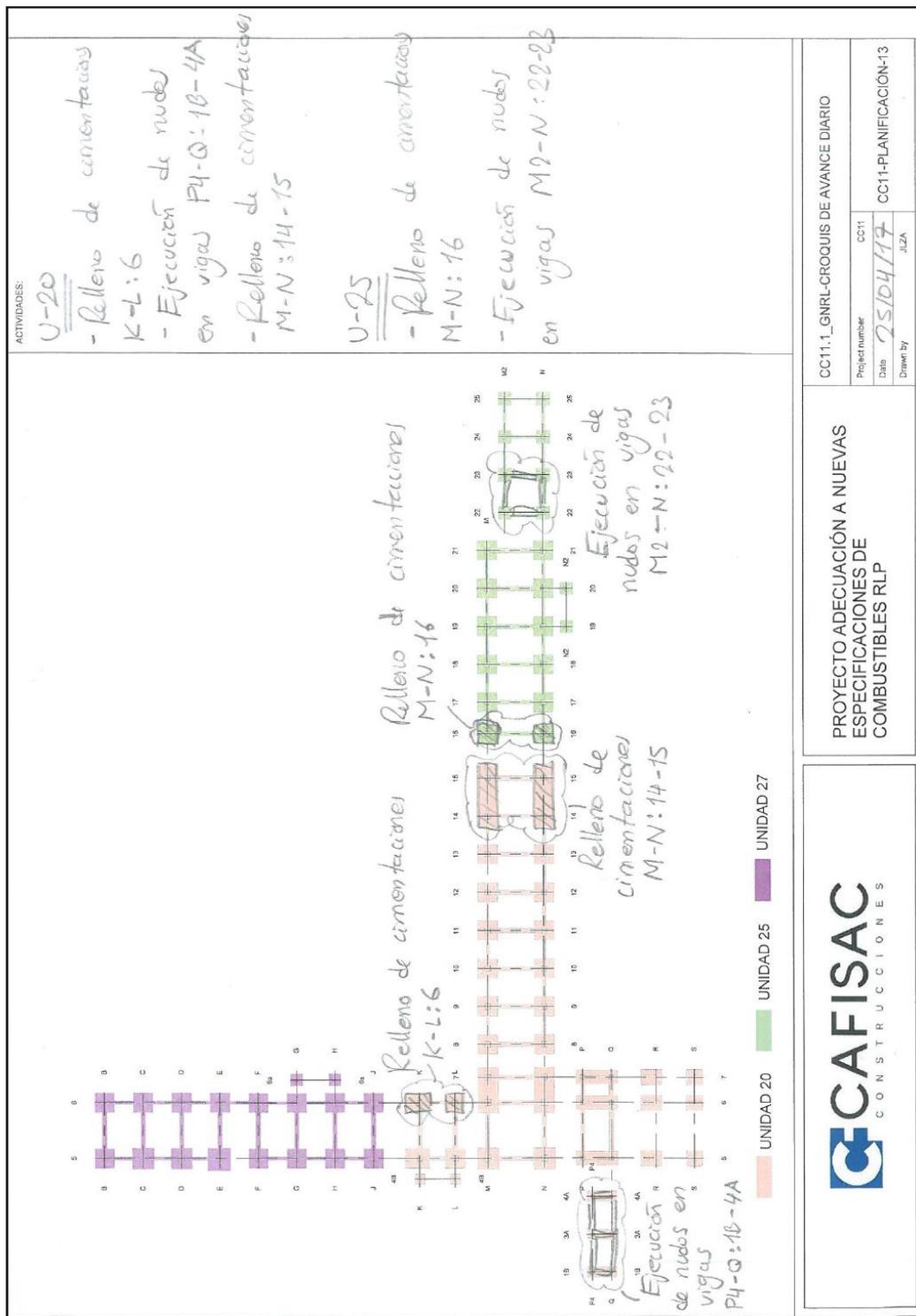


A2.2.9.CC11-PLANIFICACIÓN-12 - CC11.1\_GNRL-CUADRO DE AVANCE POR UNIDAD.

CC11.1_GNRL-Cuadro de Control de Avance por Unidad							
		CC11	PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS ESPECIFICACIONES DE COMBUSTIBLES RLP				
UNIDAD	Tipo de Elemento	Alineaciones CRON	Count	Avance Hormigonado	Avance Izado	Avance Nudos	Avance Embebidos
20	EMBEBIDO	2-4	77	0	0	0	77
20	EMBEBIDO	15-08	966	0	0	0	964
20	EMBEBIDO	K-Q	754	0	0	0	718
20	PEDESTAL		15	6	0	0	0
20	PILAR	2-4	6	6	6	0	0
20	PILAR	15-08	16	16	16	0	0
20	PILAR	K-Q	16	16	10	0	0
20	UNION VIGA-PILAR	2-4	28	0	0	28	0
20	UNION VIGA-PILAR	15-08	198	0	0	198	0
20	UNION VIGA-PILAR	K-Q	122	0	0	78	0
20	VIGA	2-4	14	14	14	0	0
20	VIGA	15-08	99	99	99	0	0
20	VIGA	K-Q	61	61	39	0	0
20	VIGA CORTA		2	0	0	0	0
20	ZAPATA	2-4	3	3	0	0	0
20	ZAPATA	08-09	4	4	0	0	0
20	ZAPATA	10-11	4	4	0	0	0
20	ZAPATA	12-13	4	4	0	0	0
20	ZAPATA	14-15	2	2	0	0	0
20	ZAPATA	L5-K5	4	2	0	0	0
20	ZAPATA	L6-K6	2	2	0	0	0
20	ZAPATA	M	2	2	0	0	0
20	ZAPATA	N	2	2	0	0	0
20	ZAPATA	Q-P	3	3	0	0	0
20	ZAPATA	S-R	6	3	0	0	0
25	EMBEBIDO	16-25	979	0	0	0	936
25	PEDESTAL		2	0	0	0	0
25	PILAR	16-25	20	20	16	0	0
25	UNION VIGA-PILAR	16-25	198	0	0	162	0
25	VIGA	16-25	99	99	81	0	0
25	VIGA CORTA		3	0	0	0	0
25	ZAPATA	16-17	4	4	0	0	0
25	ZAPATA	18-19	5	4	0	0	0
25	ZAPATA	20-21	5	4	0	0	0
25	ZAPATA	22-23	4	4	0	0	0
25	ZAPATA	24-25	4	0	0	0	0
27	EMBEBIDO	B-J	996	0	0	0	937
27	PEDESTAL		2	0	0	0	0
27	PILAR	B-J	16	16	16	0	0
27	UNION VIGA-PILAR	B-J	204	0	0	146	0
27	VIGA	B-J	102	102	73	0	0
27	ZAPATA	B-C	4	4	0	0	0
27	ZAPATA	D-E	4	4	0	0	0
27	ZAPATA	F-G	5	4	0	0	0
27	ZAPATA	H-J	4	3	0	0	0
27	ZAPATA	J-6	1	1	0	0	0

## ANEXO N°3: Croquis de Recopilación de Avance Diario.

ANEXO N°3: Croquis de Recopilación de Avance Diario.



## ANEXO N°4: Ingreso de avances.



A4.2. Cuadro y vista de ingreso de avances de pilares.

Autodesk Revit 2017 - PROYECTO GASOLINAS Clasificación de Elementos

Architecture Structure Systems Insert Annotate Analyze Massing & Site Collaborate View Manage Add-Ins BIM One Extensions Modify

Schedule: CC11.1\_PL-Ingreso Avance Pilares - PROYECTO GASOLINAS CI...  
Sheet: CC11-PLANIFICACIÓN-02 - CC11.1\_PL-CRON-ESTADO DE AVANCES - PROYECTO GASOLINAS Clasificación de Elementos

<CC11.1\_PL-Ingreso Avance Pilares>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
ÁREA	Ubi	Ubicac	RP-	RP-	RP-	RP-	RP-	Fecha d	RP-	Fecha d	RP-	Fecha d
2760	B	5						29/11/2016	29/11/2016	29/11/2016	23/12/2016	23/12/2016
2760	B	6						29/11/2016	29/11/2016	29/11/2016	23/12/2016	23/12/2016
2760	C	5						27/01/2017	24/02/2017	10/03/2017	15/03/2017	15/03/2017
2760	C	6						12/12/2016	12/12/2016	12/12/2016	23/12/2016	23/12/2016
2760	D	5						06/02/2017	24/02/2017	01/03/2017	08/03/2017	08/03/2017
2760	D	6						07/12/2016	07/12/2016	07/12/2016	22/12/2016	22/12/2016
2760	E	5						06/02/2017	24/02/2017	01/03/2017	08/03/2017	08/03/2017
2760	E	6						02/12/2016	02/12/2016	02/12/2016	22/12/2016	22/12/2016
2760	F	5						20/10/2016	09/11/2016	09/11/2016	06/12/2016	06/12/2016
2760	F	6						06/12/2016	06/12/2016	06/12/2016	02/12/2016	02/12/2016
2760	G	5						19/10/2016	11/11/2016	11/11/2016	21/12/2016	21/12/2016
2760	G	6						20/10/2016	16/11/2016	16/11/2016	07/12/2016	07/12/2016
2760	H	5						19/10/2016	28/10/2016	28/10/2016	06/12/2016	06/12/2016
2760	H	6						20/10/2016	17/11/2016	17/11/2016	30/12/2016	30/12/2016
2760	J	5						19/10/2016	05/11/2016	05/11/2016	01/12/2016	01/12/2016
2760	J	6						20/10/2016	08/11/2016	08/11/2016	03/03/2017	03/03/2017
2060	K	5						19/10/2016	24/10/2016	24/10/2016	30/12/2016	30/12/2016
2060	K	6						19/10/2016	05/11/2016	05/11/2016	03/03/2017	03/03/2017
2060	L	5						19/10/2016	28/10/2016	28/10/2016	05/01/2017	05/01/2017
2060	L	6						19/10/2016	28/10/2016	28/10/2016	03/03/2017	03/03/2017
2060	M	5						09/12/2016	16/12/2016	16/12/2016	05/01/2017	05/01/2017
2060	M	6						19/10/2016	05/11/2016	05/11/2016	09/12/2016	09/12/2016
2060	M	7						19/10/2016	28/10/2016	28/10/2016	09/12/2016	09/12/2016
2060	M	8						20/10/2016	10/11/2016	10/11/2016	09/12/2016	09/12/2016
2060	M	9						20/10/2016	11/11/2016	11/11/2016	15/12/2016	15/12/2016
2060	M	10						15/11/2016	15/11/2016	15/11/2016	13/12/2016	13/12/2016
2060	M	11						18/11/2016	18/11/2016	18/11/2016	13/12/2016	13/12/2016
2060	M	12						22/11/2016	22/11/2016	22/11/2016	10/12/2016	10/12/2016
2060	M	13						22/11/2016	22/11/2016	22/11/2016	10/12/2016	10/12/2016
2060	M	14						23/11/2016	23/11/2016	23/11/2016	14/12/2016	14/12/2016
2060	M	15						25/11/2016	25/11/2016	25/11/2016	06/01/2017	06/01/2017
2560	M	16						16/01/2017	20/12/2016	21/12/2016	07/01/2017	07/01/2017
2560	M	17						19/12/2016	19/12/2016	20/12/2016	11/01/2017	11/01/2017
2560	M	18						16/01/2017	21/12/2016	22/12/2016	12/01/2017	12/01/2017
2560	M	19						30/12/2016	30/12/2016	30/12/2016	13/01/2017	13/01/2017
2560	M	20						16/12/2016	16/12/2016	17/12/2016	16/01/2017	16/01/2017
2560	M	21						30/12/2016	30/12/2016	30/12/2016	18/01/2017	18/01/2017
2560	M2	22						16/01/2017	16/01/2017	16/01/2017	14/03/2017	14/03/2017
2560	M2	23						16/01/2017	16/01/2017	16/01/2017	16/03/2017	16/03/2017
2560	M2	24						25/01/2017	25/01/2017	25/01/2017	31/08/2017	31/08/2017
2560	M2	25						25/01/2017	25/01/2017	25/01/2017	01/09/2017	01/09/2017
2060	N	5						09/12/2016	20/12/2016	20/12/2016	17/01/2017	17/01/2017
2060	N	6						15/12/2016	15/12/2016	15/12/2016	10/01/2017	10/01/2017
2060	N	7						09/12/2016	16/12/2016	16/12/2016	10/01/2017	10/01/2017
2060	N	8						20/10/2016	11/11/2016	11/11/2016	30/12/2016	30/12/2016
2060	N	9						15/11/2016	15/11/2016	15/12/2016	15/12/2016	15/12/2016
2060	N	10						17/11/2016	17/11/2016	17/11/2016	14/12/2016	14/12/2016
2060	N	11						18/11/2016	18/11/2016	18/11/2016	14/12/2016	14/12/2016
2060	N	12						24/11/2016	24/11/2016	24/11/2016	11/12/2016	11/12/2016
2060	N	13						01/12/2016	01/12/2016	01/12/2016	11/12/2016	11/12/2016

CC11.1\_PL-CRON-Resumen Pilares Valorización

Tipo de Elemento	UNIDAD	Costo de Ejecución	Curt 150 Encofrado	Curt 150 Concreto	Curt 150 Izado	Curt 150 Mocherío Alamb.	Cerificación
PLAR	20	\$22,602.26	\$12,207.88	\$44,348.78	\$42,704.44	\$125,000.00	\$17,278.22
PLAR	26	\$19,410.89	\$65,022.02	\$22,758.00	\$21,662.44	\$4,000.00	\$2,482.17
PLAR	27	\$15,425.48	\$86,427.88	\$22,040.20	\$22,102.68	\$4,000.00	\$9,887.74
Grande Total:	74	\$769,162.89	\$246,519.00	\$89,126.98	\$22,369.44	\$268,000.00	\$26,410.22

CC11.1\_PL-CRON-Resumen Pilares Cronograma Fabricación

Tipo de Elemento	CROM_Codificación Julio 1	UNIDAD	ÁREA WEB	Alínea de CROM	Avance Cronograma Per Actividad
PLAR	RL P2289220	20	2020	E-4	100.00%
PLAR	RL P2289410	20	2080	16-22	100.01%
PLAR	RL P2289420	20	2080	K-2	100.01%
PLAR	RL P2289420	26	2680	16-26	100.00%
PLAR	RL P2289130	27	2780	B-J	100.00%

CC11.1\_PL-CRON-Resumen Pilares Cronograma Izado

Tipo de Elemento	CROM_Codificación Julio 2	UNIDAD	ÁREA WEB	Alínea de CROM 2	Avance Cronograma Per Actividad
PLAR	RL P2289080	20	2020	I-4	100.00%
PLAR	RL P2289420	20	2080	E-8	100.00%
PLAR	RL P2289420	20	2080	10-11	100.00%
PLAR	RL P2289410	20	2080	12-12	100.00%
PLAR	RL P2289480	20	2080	14-16	100.00%
PLAR	RL P2289220	20	2080	K5-16	100.00%
PLAR	RL P2289221	20	2080	K8-18	100.00%
PLAR	RL P2289290	20	2080	M	100.00%
PLAR	RL P2289291	20	2080	N	100.00%
PLAR	RL P2289220	20	2080	P-Q	0.00%
PLAR	RL P2284870	26	2680	16-17	100.00%
PLAR	RL P2284820	26	2680	20-21	100.00%
PLAR	RL P2284890	26	2680	22-22	100.00%
PLAR	RL P2284700	26	2680	24-26	0.00%
PLAR	RL P2289080	27	2780	B-C	100.00%
PLAR	RL P2289100	27	2780	C-E	100.00%
PLAR	RL P2289110	27	2780	F-O	100.00%
PLAR	RL P2289280	27	2780	H-J	100.00%
PLAR	RL P2289281	27	2780	J-6	100.00%

CAFISAC CONSTRUCCIONES

PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS ESPECIFICACIONES DE COMBUSTIBLES RLP

CC11.1\_PL-CRON-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC11
Date	25/01/2017
Drawn by	JIZA

CC11-PLANIFICACIÓN-02

5/3/2019 22:44:21

Click to select, TAB for alternates, CTRL adds, SHIFT unselects.

A4.3. Cuadro y vista de ingreso de avances de vigas.

Autodesk Revit 2017 - PROYECTO GASOLINAS Clasificación de Elementos

Architecture Structure Systems Insert Annotate Analyze Massing & Site Collaborate View Manage Add-Ins BIM One Extensions Modify

Schedule: CC11.1\_VG-Ingreso Avances Vigas - PROYECTO GASOLINAS ...

Sheet: CC11-PLANIFICACIÓN-03 - CC11.1\_VG-CRON-ESTADO DE AVANCES - PROYECTO GASOLINAS Clasificación de Elementos

<CC11.1\_VG-Ingreso Avances Vigas>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
ÁRE	Eje	Eje	Ej	Reference Le	RP-	RP-	RP-	RP-	Fecha de	RP-Fecha d	RP-Fecha d	RP-Fecha d
2020	1B	3A	P4	EL +5.500					20/01/2017	20/01/2017	20/01/2017	03/04/2017
2020	1B	3A	P4	EL +7.500					24/01/2017	24/01/2017	24/01/2017	03/04/2017
2020	1B	3A	Q	EL +5.500					20/01/2017	20/01/2017	20/01/2017	03/04/2017
2020	1B	3A	Q	EL +7.500					24/01/2017	24/01/2017	24/01/2017	03/04/2017
2020	3A	4A	P4	EL +5.500					24/01/2017	24/01/2017	24/01/2017	04/04/2017
2020	3A	4A	P4	EL +7.500					24/01/2017	24/01/2017	24/01/2017	04/04/2017
2020	3A	4A	Q	EL +5.500					24/01/2017	24/01/2017	24/01/2017	04/04/2017
2020	3A	4A	Q	EL +7.500					25/01/2017	25/01/2017	25/01/2017	04/04/2017
2760	5	6	B	EL +4.500					30/11/2016	30/11/2016	30/11/2016	30/03/2017
2760	5	6	B	EL +6.500					25/01/2017	25/01/2017	25/01/2017	30/03/2017
2760	5	6	B	EL +9.000					30/12/2016	30/12/2016	30/12/2016	30/03/2017
2760	5	6	B	EL +12.200					25/01/2017	25/01/2017	25/01/2017	30/03/2017
2760	5	6	C	EL +4.500					20/10/2016	10/01/2017	10/01/2017	24/06/2017
2760	5	6	C	EL +6.500					10/01/2017	10/01/2017	10/01/2017	24/06/2017
2760	5	6	C	EL +9.000					12/01/2017	12/01/2017	12/01/2017	24/06/2017
2760	5	6	C	EL +12.200					12/01/2017	12/01/2017	12/01/2017	24/06/2017
2760	5	6	D	EL +4.500					20/10/2016	22/11/2016	22/11/2016	28/03/2017
2760	5	6	D	EL +6.500					12/01/2017	12/01/2017	12/01/2017	28/03/2017
2760	5	6	D	EL +9.000					12/01/2017	12/01/2017	12/01/2017	13/06/2017
2760	5	6	D	EL +12.200					12/01/2017	12/01/2017	12/01/2017	13/06/2017
2760	5	6	E	EL +4.500					20/10/2016	20/12/2016	20/12/2016	28/03/2017
2760	5	6	E	EL +6.500					19/12/2016	19/12/2016	20/12/2016	28/03/2017
2760	5	6	E	EL +9.000					19/12/2016	19/12/2016	20/12/2016	12/06/2017
2760	5	6	E	EL +12.200					12/12/2016	12/12/2016	13/12/2016	12/06/2017
2760	5	6	F	EL +4.500					21/10/2016	06/12/2016	06/12/2016	09/03/2017
2760	5	6	F	EL +6.500					06/12/2016	06/12/2016	06/12/2016	09/03/2017
2760	5	6	F	EL +9.000					20/10/2016	06/12/2016	06/12/2016	10/03/2017
2760	5	6	F	EL +12.200					06/12/2016	06/12/2016	06/12/2016	10/03/2017
2760	5	6	G	EL +4.500					20/10/2016	30/11/2016	30/11/2016	07/03/2017
2760	5	6	G	EL +6.500					01/12/2016	01/12/2016	01/12/2016	07/03/2017
2760	5	6	G	EL +9.000					20/10/2016	30/11/2016	30/11/2016	08/03/2017
2760	5	6	G	EL +12.200					01/12/2016	01/12/2016	01/12/2016	08/03/2017
2760	5	6	H	EL +4.500					20/10/2016	30/11/2016	30/11/2016	20/03/2017
2760	5	6	H	EL +6.500					30/11/2016	30/11/2016	30/11/2016	20/03/2017
2760	5	6	H	EL +9.000					01/12/2016	01/12/2016	01/12/2016	20/03/2017
2760	5	6	H	EL +12.200					25/11/2016	25/11/2016	25/11/2016	20/03/2017
2760	5	6	J	EL +4.500					20/10/2016	25/10/2016	25/10/2016	28/03/2017
2760	5	6	J	EL +6.500					20/10/2016	25/10/2016	25/10/2016	28/03/2017
2760	5	6	J	EL +9.000					21/10/2016	27/10/2016	27/10/2016	28/03/2017
2760	5	6	J	EL +12.200					21/10/2016	27/10/2016	27/10/2016	28/03/2017
2060	5	6	K	EL +3.500					17/10/2016	17/10/2016	17/10/2016	22/03/2017
2060	5	6	K	EL +5.500					17/10/2016	17/10/2016	17/10/2016	22/03/2017
2060	5	6	K	EL +8.000					17/10/2016	17/10/2016	17/10/2016	22/03/2017
2060	5	6	L	EL +3.500					17/10/2016	17/10/2016	17/10/2016	21/03/2017
2060	5	6	L	EL +5.500					17/10/2016	17/10/2016	17/10/2016	21/03/2017
2060	5	6	L	EL +8.000					17/10/2016	17/10/2016	17/10/2016	21/03/2017
2060	5	6	M	EL +3.500					12/10/2016	12/10/2016	12/10/2016	14/02/2017
2060	5	6	M	EL +5.500					12/10/2016	12/10/2016	12/10/2016	14/02/2017
2060	5	6	M	EL +8.000					12/10/2016	12/10/2016	12/10/2016	14/02/2017
2060	5	6	M	EL +12.200					24/10/2016	24/10/2016	24/10/2016	14/02/2017

CC11.1\_VG-CRON-Resumen Vigas Valorización

Tipo de Elemento	UNIDAD	Cuotas de Ejecución	Cert 131 Aereo	Cert 131 Biorrefino	Cert 129 Combust	Cert 137 Biorref	Certificación
VIGA	20	\$609,333.34	\$124,461.48	\$87,289.28	\$46,802.60	\$225,000.00	\$476,333.34
VIGA	26	\$278,324.74	\$70,470.12	\$34,976.16	\$22,239.48	\$121,600.00	\$248,324.74
VIGA	27	\$292,128.82	\$78,562.74	\$32,821.20	\$26,611.82	\$109,600.00	\$249,828.82
Grand total:	876	\$1,072,564.72	\$220,956.07	\$145,986.70	\$84,602.64	\$469,000.00	\$976,564.72

CC11.1\_VG-CRON-Resumen Vigas Cronograma Fabricación

Tipo de Elemento	CRON_Codif	Asociación	UNIDAD	ÁREA	Alineación	Avance
	Julio 1			WBS	CROM	Por Actividad
VIGA	RI P228958	20	2020	2-4		100.00%
VIGA	RI P228942	20	2060	16-22		100.00%
VIGA	RI P228944	20	2060	K-G		100.00%
VIGA	RI P228490	26	2660	18-26		100.00%
VIGA	RI P228910	27	2760	6-J		100.00%

CC11.1\_VG-CRON-Resumen Vigas Cronograma Izado

Tipo de Elemento	CRON_Codif	Asociación	UNIDAD	ÁREA	Alineación	Avance
	Julio 2			WBS	CROM 2	Por Actividad
VIGA	RI P228910	20	2020	1-4		100.00%
VIGA	RI P228942	20	2060	2-8		100.00%
VIGA	RI P228940	20	2060	10-11		100.00%
VIGA	RI P228946	20	2060	12-12		100.00%
VIGA	RI P228944	20	2060	14-16		100.00%
VIGA	RI P228922	20	2060	K-L		100.00%
VIGA	RI P228940	20	2060	M-N		100.00%
VIGA	RI P228928	20	2060	P-Q		0.00%
VIGA	RI P228492	26	2660	18-17		100.00%
VIGA	RI P228470	26	2660	12-19		100.00%
VIGA	RI P228472	26	2660	20-21		100.00%
VIGA	RI P228472	26	2660	22-22		100.00%
VIGA	RI P228471	26	2660	24-26		0.00%
VIGA	RI P228910	27	2760	B-C		60.00%
VIGA	RI P228910	27	2760	D-E		48.42%
VIGA	RI P228910	27	2760	F-O		100.00%
VIGA	RI P228910	27	2760	H-J		100.00%

CAFISAC CONSTRUCCIONES

PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS ESPECIFICACIONES DE COMBUSTIBLES RLP

CC11.1\_VG-CRON-ESTADO DE AVANCES

Project number	0011	CC11-PLANIFICACIÓN-03
Date	25/04/2017	
Drawn by	JLZA	

5.03.2019.21.50145

Click to select, TAB for alternates, CTRL adds, SHIFT unselects.

A4.4. Cuadro y vista de ingreso de avances de nudos de conexión pilar-viga.

Autodesk Revit 2017 - PROYECTO GASOLINAS Clasificación de Elementos

Architecture Structure Systems Insert Annotate Analyze Massing & Site Collaborate View Manage Add-Ins BIM One Extensions Modify

Sheet: CC11-PLANIFICACIÓN-04 - CC11.1\_ND-CRON-ESTADO DE AVANCES - PROYECTO GASOLINAS Clasificación de Elementos

<CC11.1\_ND-Ingreso Av

A	B	C	D	E	F
ÁREA	Eje	Eje	Eje	RP-	RP-Fecha d
2760	5	6	B	<input checked="" type="checkbox"/>	24/04/2017
2760	5	6	B	<input checked="" type="checkbox"/>	24/04/2017
2760	5	6	C	<input type="checkbox"/>	30/06/2017
2760	5	6	C	<input type="checkbox"/>	30/06/2017
2760	5	6	C	<input type="checkbox"/>	30/06/2017
2760	5	6	D	<input type="checkbox"/>	30/06/2017
2760	5	6	D	<input checked="" type="checkbox"/>	24/04/2017
2760	5	6	D	<input checked="" type="checkbox"/>	24/04/2017
2760	5	6	E	<input type="checkbox"/>	30/06/2017
2760	5	6	E	<input type="checkbox"/>	30/06/2017
2760	5	6	E	<input checked="" type="checkbox"/>	11/04/2017
2760	5	6	E	<input checked="" type="checkbox"/>	06/04/2017
2760	5	6	F	<input checked="" type="checkbox"/>	29/03/2017
2760	5	6	F	<input checked="" type="checkbox"/>	29/03/2017
2760	5	6	F	<input checked="" type="checkbox"/>	29/03/2017
2760	5	6	F	<input checked="" type="checkbox"/>	29/03/2017
2760	5	6	G	<input checked="" type="checkbox"/>	29/03/2017
2760	5	6	G	<input checked="" type="checkbox"/>	29/03/2017
2760	5	6	G	<input checked="" type="checkbox"/>	29/03/2017
2760	5	6	H	<input checked="" type="checkbox"/>	04/04/2017
2760	5	6	H	<input checked="" type="checkbox"/>	04/04/2017
2760	5	6	H	<input checked="" type="checkbox"/>	04/04/2017
2760	5	6	J	<input checked="" type="checkbox"/>	11/04/2017
2760	5	6	J	<input checked="" type="checkbox"/>	04/04/2017
2760	5	6	J	<input checked="" type="checkbox"/>	04/04/2017
2760	5	6	J	<input checked="" type="checkbox"/>	04/04/2017
2060	8	9	M	<input checked="" type="checkbox"/>	03/03/2017
2060	8	9	M	<input checked="" type="checkbox"/>	03/03/2017
2060	8	9	M	<input checked="" type="checkbox"/>	03/03/2017
2060	8	9	M	<input checked="" type="checkbox"/>	03/03/2017
2060	8	9	M	<input checked="" type="checkbox"/>	03/03/2017
2060	9	10	M	<input checked="" type="checkbox"/>	31/03/2017
2060	9	10	M	<input checked="" type="checkbox"/>	28/02/2017
2060	9	10	M	<input checked="" type="checkbox"/>	28/02/2017
2060	9	10	M	<input checked="" type="checkbox"/>	28/02/2017
2060	10	11	M	<input checked="" type="checkbox"/>	31/03/2017
2060	10	11	M	<input checked="" type="checkbox"/>	24/02/2017
2060	10	11	M	<input checked="" type="checkbox"/>	24/02/2017
2060	10	11	M	<input checked="" type="checkbox"/>	24/02/2017
2060	11	12	M	<input checked="" type="checkbox"/>	31/03/2017
2060	11	12	M	<input checked="" type="checkbox"/>	15/02/2017
2060	11	12	M	<input checked="" type="checkbox"/>	15/02/2017
2060	11	12	M	<input checked="" type="checkbox"/>	15/02/2017
2060	11	12	M	<input checked="" type="checkbox"/>	15/02/2017

CC11.1\_ND-CRON-Resumen Nudos Valorización

Tipo de Elemento	UNIDAD	Cantidad Ejección	Costo Nudo	Certificación
UNION VIGA-PILAR	20	800,000.00	800,000.00	800,000.00
UNION VIGA-PILAR	26	800,000.00	802,400.00	802,400.00
UNION VIGA-PILAR	27	40,000.00	820,200.00	820,200.00
<b>Grand total:</b>	<b>760</b>	<b>1600,000.00</b>	<b>1622,400.00</b>	<b>1622,400.00</b>

CC11.1\_ND-CRON-Resumen Nudos Cronograma

Tipo de Elemento	CROM_Codi#	UNIDAD	ÁREA	Alignación	Avance
	ccion Julio 1		WEB	CROM 2	Cronograma Per. AsBvidas
UNION VIGA-PILAR	RP2280200	20	2020	1-4	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280610	20	2060	5-8	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280600	20	2060	10-11	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280400	20	2060	12-12	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280400	20	2060	14-16	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280200	20	2060	K-L	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280200	20	2060	M-N	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280400	20	2060	P-Q	0.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2284900	26	2660	18-17	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2284700	26	2660	15-19	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2284700	26	2660	20-21	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2284700	26	2660	22-23	88.87%
UNION VIGA-PILAR	RP2284700	26	2660	24-26	0.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2274400	27	2760	B-C	60.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280100	27	2760	D-E	48.40%
UNION VIGA-PILAR	RP2280100	27	2760	F-G	100.00%
UNION VIGA-PILAR	RP2280200	27	2760	H-J	100.00%

CAFISAC CONSTRUCCIONES

PROYECTO ADECUACIÓN A NUEVAS ESPECIFICACIONES DE COMBUSTIBLES RLP

CC11.1\_ND-CRON-ESTADO DE AVANCES

Project number	CC 11	CC11-PLANIFICACIÓN-04
Date	25/04/2017	
Drawn by	JLZA	

5/03/2019 20:55:25

Click to select, TAB for alternates, CTRL adds, SHIFT unselects.

Main Model



- ANEXO N°5: Conexión entre las tablas dinámicas Excel y el RDP con estructura CBS.
- ANEXO N°6: Conexión entre los RDP con estructuras CBS y WBS.
- ANEXO N°7: Cuadro de ingreso de avances al cronograma.
- ANEXO N°8: Conexión entre el cuadro MTO y la valorización.
- ANEXO N°9: Conexión entre el cuadro TMI y el RDP con estructura CBS.

ANEXO N°5: Conexión entre las tablas dinámicas Excel y el RDP con estructura CBS.

**101 CIMENTACIONES - RACK**

C.Presupues	C.Unificado/TMI	C.Cronogra	Descripción	Unidad	Cantidad R	PU	24/03/20	25/03/20	HISTORIA	ón de avan
102.00			<b>MTO CIVIL. CIMENTACION RACK Y ESTRUCTURAS DE HORMIGON</b>							
103.00	EXCAVACIÓN	03.01.01	Excavación por medios mecánicos en terreno suelto o de tránsito, para cimentaciones y canal eléctrico, hasta cualquier profundidad de excavación con extracción de tierras al borde, sin carga ni transporte; incluso compactación del fondo hasta alcanzar una densidad in situ de 95% del ensayo Proctor Modificado. Includo p.p. de medidas para sustentación del terreno, humectacion o desecacion necesaria para alcanzar el grado de humedad optimo para la compactacion y medios auxiliares.	M3	1448.070	15.00	87.62%	0.000	1268.770	
		20								
103	RLP2259620	RLP2259620	RLP2259620 - 2060 / 12-13		90.000		100.00%	90.000	0.000	90.000
103	RLP2259630	RLP2259630	RLP2259630 - 2060 / 10-11		90.000		100.00%	90.000	0.000	90.000
103	RLP2259640	RLP2259640	RLP2259640 - 2060 / 08-09		77.400		100.00%	77.400	0.000	77.400
103	RLP2104055	RLP2104055	RLP2104055 - 2060 / L5-K5		49.200		81.71%	40.200	0.000	40.200
103	RLP2104056	RLP2104056	RLP2104056 - 2060 / L6-K6		40.200		100.00%	40.200	0.000	40.200
103	RLP2259590	RLP2259590	RLP2259590 - 2060 / M		58.630		100.00%	58.630	0.000	58.630
103	RLP2259591	RLP2259591	RLP2259591 - 2060 / N		58.630		100.00%	58.630	0.000	58.630
103	RLP2259600	RLP2259600	RLP2259600 - 2060 / Q-P		72.580		0.00%	0.000	0.000	0.000
103	RLP2249145	RLP2249145	RLP2249145 - 2060 / 14-15		211.200		100.00%	211.200	0.000	211.200
103	RLP2259610	RLP2259610	RLP2259610 - 2060 / S-R		72.580		42.85%	31.100	0.000	31.100
103	RLP2259750	RLP2259750	RLP2259750 - 2020 / 2-4		39.740		100.00%	39.740	0.000	39.740

**CC11.1 - CM**

Etiquetas de fila	Suma de COST_MTO Excavación	Suma de AVANCE EXCAVACIÓN
ZARATA	1448.070	1268.790
103		
20		
RLP2259620 - 2060 / 12-13	90.000	90.000
RLP2259630 - 2060 / 10-11	90.000	90.000
RLP2259640 - 2060 / 08-09	77.400	77.400
RLP2104055 - 2060 / L5-K5	49.200	40.200
RLP2104056 - 2060 / L6-K6	40.200	40.200
RLP2259590 - 2060 / M	58.630	58.630
RLP2259591 - 2060 / N	58.630	58.630
RLP2259600 - 2060 / Q-P	72.580	0.000
RLP2249145 - 2060 / 14-15	211.200	211.200
RLP2259610 - 2060 / S-R	72.580	31.100
RLP2259750 - 2020 / 2-4	39.740	39.740

ANEXO N°6: Conexión entre los RDP con estructuras CBS y WBS.

COD PRE	Código Unificación	PU PRES	Activity ID	Descripción	Peso F	Peso Rel	COSTO CROI	PESO	% PARA	Metrado Tot	% Avance	25/03/2
<b>002 CIMENTACIONES</b>												
<b>002.1 CIMENTACIONES RACK</b>												
Rack, Incluye Cimentaciones y estructura prefabricada												
U20 SHU & HTN												
Obra Civil												
Cimentaciones												
Área 60 - Rack Principal												
Rack Sur - Norte												
11361.51	RLP2259640			Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 08-09	100.0%	93.00%			94.10%			93
103.00	103 RLP2259640	15.00		Excavación	5.00%	5.00%	1161.000	10.22%	10.22%	77.400	100.00%	77.40
107.00	107 RLP2259640	135.00		Hormigón de limpieza	2.00%	7.00%	486.000	4.28%	4.28%	3.600	100.00%	3.60
118.00	118 RLP2259640	1.50		Preparación de ferralla	10.00%	17.00%	1607.205	14.15%	14.15%	1071.470	100.00%	1071.47
113.00	113 RLP2259640	35.00		Encofrado	15.00%	32.00%	1176.000	10.35%	10.35%	33.600	100.00%	33.60
118.00	118 RLP2259640	1.50		Colocación de ferralla	20.00%	5.00%	1607.205	14.15%	14.15%	1071.470	100.00%	1071.47
108.00	108 RLP2259640	138.00		Colocación de embebidos	10.00%	32.00%	0.000	0.00%	0.00%	1.000	100.00%	1.00
113.00	113 RLP2259640	35.00		Hormigonado	30.00%	92.00%	3477.600	30.61%	30.61%	25.200	100.00%	25.20
126.00	126 RLP2259640	15.00		Desencofrado	1.00%	93.00%	1176.000	10.35%	10.35%	33.600	100.00%	33.60
				Relleno	7.00%	100.00%	670.500	5.90%	0.00%	44.700	0.00%	-

C.Presupues	C.Unificado/TMI	C.Cronogra	Descripción	Unid	Cantidad R	PU	24/03/20	25/03/20	HISTORIA	ón de avan
<b>101 CIMENTACIONES - RACK</b>										
10.00			<b>MTO CIVIL. CIMENTACION RACK Y ESTRUCTURAS DE HORMIGON</b>							
103.00	EXCAVACIÓN	03.01.01	Excavación por medios mecánicos en terreno suelto o de tránsito, para cimentaciones y canal eléctrico, hasta cualquier profundidad de excavación con extracción de tierras al borde, sin carga ni transporte; <b>incluso compactacion</b> del fondo hasta alcanzar una densidad in situ dek 95% del ensayo Proctor Modificado. Incluido p.p. de medidas para sustentación del terreno, humectacion o desecacion necesaria para alcanzar el grado de humedad optimo para la compactacion y medios auxiliares.	M3	1448.070	15.00	87.62%	0.000	1268.770	
		20								
103 RLP2259620	RLP2259620	RLP2259620	RLP2259620 - 2060 / 12-13		90.000		100.00%		90.000	0.000 90.000
103 RLP2259630	RLP2259630	RLP2259630	RLP2259630 - 2060 / 10-11		90.000		100.00%		90.000	0.000 90.000
103 RLP2259640	RLP2259640	RLP2259640	RLP2259640 - 2060 / 08-09		77.400		100.00%		77.400	0.000 77.400
103 RLP2104055	RLP2104055	RLP2104055	RLP2104055 - 2060 / L5-K5		49.200		81.71%		40.200	0.000 40.200
103 RLP2104056	RLP2104056	RLP2104056	RLP2104056 - 2060 / L6-K6		40.200		100.00%		40.200	0.000 40.200
103 RLP2259590	RLP2259590	RLP2259590	RLP2259590 - 2060 / M		58.630		100.00%		58.630	0.000 58.630
103 RLP2259591	RLP2259591	RLP2259591	RLP2259591 - 2060 / N		58.630		100.00%		58.630	0.000 58.630
103 RLP2259600	RLP2259600	RLP2259600	RLP2259600 - 2060 / Q-P		72.580		0.00%		0.000	0.000 0.000
103 RLP2249145	RLP2249145	RLP2249145	RLP2249145 - 2060 / 14-15		211.200		100.00%		211.200	0.000 211.200
103 RLP2259610	RLP2259610	RLP2259610	RLP2259610 - 2060 / S-R		72.580		42.85%		31.100	0.000 31.100
103 RLP2259750	RLP2259750	RLP2259750	RLP2259750 - 2020 / 2-4		39.740		100.00%		39.740	0.000 39.740

CODIFICACIÓN COMPUESTA CBS-WBS

HISTORIAL DE AVANCE

DESGLOSE COMPUESTO

RDP EN ESTRUCTURA WBS

RDP EN ESTRUCTURA CBS

ANEXO N°7: Cuadro de ingreso de avances al cronograma.

CUADRO DE INGRESO DE AVANCES AL CRONOGRAMA				
Activity ID	Descripción	% Avance Periodo Anterior	% Avance Actual	Desviación
RLP2259640	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 08-09	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2259630	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 10-11	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2259620	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 12-13	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2249145	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 14-15	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2104055	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones L5-K5	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2104056	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones L6-K6	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2259590	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones M	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2259591	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones N	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2259600	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones Q-P	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2259610	Cimentaciones Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones S-R	60.07%	100.00%	39.93%
RLP2264160	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 16-17	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264150	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 18-19	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264140	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 20-21	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264180	Cimentaciones Rack Principal U25 - Alineaciones 22-23	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264130	Cimentaciones Rack Principal U25- Alineaciones 24-25	0.00%	100.00%	100.00%
RLP2268630	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones B-C	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2268640	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones D-E	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2268650	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones F-G	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2268660	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones H-J	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2268661	Cimentaciones Rack Principal U27 - Alineaciones J6	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260410	Fabricación Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-08 (Incluye Soldadura Mensulas)(16uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260420	Fabricación Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K-Q (Incluye Soldadura Mensulas)(16uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269380	Fabricación Pilares Rack Zona Horno 20H-001 - Alineaciones 1-4 (Incluye Soldadura Mensulas)(6uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260430	Fabricación Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-08 (100uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260440	Fabricación Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K-Q (58uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269390	Fabricación Vigas Rack Zona Horno 20H-001 - Alineaciones 2-4 (14uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269430	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 09-08 (4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269420	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 11-10 (4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269410	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 13-12(4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269400	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-14 (4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269470	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 09-08 (18 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269460	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 11-10 (18uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269450	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 13-12 (18 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269440	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-14 (12 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269510	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 09-08	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269500	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 11-10	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269490	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 13-12	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269480	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones 15-14	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260280	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K5-L5 (2uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260281	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K6-L6 (2uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260290	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones M-N (3uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260291	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones N (3uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260300	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones P-Q (6uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260330	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K-L (12 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260340	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones M-N (27 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260350	Izado Vigas Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones P-Q (30 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260380	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones K-L	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260390	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones M-N	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260400	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U20 SHU & HTN - Alineaciones P-Q	31.82%	100.00%	68.18%
RLP2264880	Fabricación Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 16-25 (Incluye Soldadura Mensulas) (20uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264900	Fabricación Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 16-25 (100uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264670	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 16-17 (4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264680	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 18-19(4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264690	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 20-21 (4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264700	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 22-23 (4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264910	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U25 - Alineaciones 24-25 (4uds)	0.00%	100.00%	100.00%
RLP2264920	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 16-17 (18 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264740	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 18-19 (18 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264730	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 20-21 (18uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264720	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 22-23 (18 uds)	66.67%	100.00%	33.33%
RLP2264710	Izado Vigas Rack Principal U25 - Alineaciones 24-25 (12 uds)	0.00%	100.00%	100.00%
RLP2264930	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 16-17	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264780	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 19-18	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264770	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 20-21	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2264760	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 22-23	0.00%	100.00%	100.00%
RLP2264750	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U25 - Alineaciones 24-25	0.00%	100.00%	100.00%
RLP2269180	Fabricación Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones B-J (Incl. Soldadura Mensulas)(13uds, C5,D5, E5 In-Situ)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269210	Fabricación Vigas Rack Principal U27 - Alineaciones B-J (103uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269100	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones D-E (2uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269110	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones F-G (4uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269290	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones H-J (3uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269291	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineaciones H5 (1uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269090	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Principal U27 - Alineación C-B (3uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269140	Izado Vigas Rack Principal U27 - Alineaciones F-G (28 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269310	Izado Vigas Rack Principal U27 - Alineaciones H-J (18 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269120	Izado Vigas Rack Principal U27- Alineaciones C-B (28 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269130	Izado Vigas Rack Principal U27- Alineaciones D-E (29 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2274400	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U27 - Alineaciones C-B	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269160	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U27 - Alineaciones D-E	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269170	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U27 - Alineaciones F-G	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2269320	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Principal U27 - Alineaciones H-J	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2259750	Cimentaciones Rack Zona Horno (3 Alineaciones)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260090	Izado y Hormigonado Cáliz Pilares Rack Zona Horno - Alineaciones 2-4 (6uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260180	Izado Vigas Rack Zona Horno - Alineaciones 2-4 (14 uds)	100.00%	100.00%	0.00%
RLP2260260	Instalación Conectores y Hormigonado Uniones Viga-Pilar Rack Zona Horno - Alineaciones 2-4	100.00%	100.00%	0.00%

ANEXO N°8: Conexión entre el cuadro MTO y la valorización.

VALORIZACIÓN		TOTAL CONTRATADO				TOTAL CERTIFICADO ORIGEN		TOTAL CERTIFICADO ORIGEN AL MES ANTERIOR		TOTAL CERTIFICADO MES ACTUAL											
REV CODE	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Ud.	Precio USD	Coste USD eq	Cantidad	Coste	Cantidad	Coste	Cantidad	Coste										
REV 0	:				5,044,650.87 \$		2,498,993.26 \$		2,498,993.26 \$		0.00 \$										
101	CIMENTACIONES				170,120.84 \$		145,806.84 \$		145,806.84 \$		0.00 \$										
102	MOVIMIENTO DE TIERRAS				28,961.36 \$		25,375.68 \$	2,537.57	25,375.68 \$		0.00 \$										
103	Excavación medios mecánicos cimentaciones rack y canal ele	1,448.07	M3	15.00 \$	21,721.02 \$	1,268.78	19,031.76 \$	1,268.78	19,031.76 \$	-	0.00 \$										
105	Carga, transporte y descarga desde zona de excavacion a zona	1,448.07	M3	5.00 \$	7,240.34 \$	1,268.78	6,343.92 \$	1,268.78	6,343.92 \$	-	0.00 \$										
106	HORMIGÓN				74,923.84 \$		64,736.91 \$		64,736.91 \$		0.00 \$										
107	Suministro y puesta en obra de hormigón en masa del tipo 75K	68.94	M3	135.00 \$	9,306.63 \$	59.11	7,979.58 \$	59.11	7,979.58 \$	-	0.00 \$										
108	Suministro y puesta en obra de hormigón para armar, H-31 de	475.49	M3	138.00 \$	65,617.21 \$	411.29	56,757.33 \$	411.29	56,757.33 \$	-	0.00 \$										
109	Suministro y puesta en obra de hormigón para armar, H-31 de	0.00	M3	190.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	-	0.00 \$										
112	ENCOFRADOS				21,795.90 \$		18,135.60 \$		18,135.60 \$		0.00 \$										
113	Encofrado recto, acabado no visto para cimentación, incl.p.p. d	622.74	M2	35.00 \$	21,795.90 \$	518.16	18,135.60 \$	518.16	18,135.60 \$	-	0.00 \$										
115	Encofrado recto cara vista para pedestales, incl.p.p. de m.a., c	0.00	M2	45.00 \$	0.00 \$	0.00	0.00 \$	0.00	0.00 \$	-	0.00 \$										
117	ARMADURAS Y EMBEBIDOS DE ACERO				42,219.74 \$		35,548.64 \$		35,548.64 \$		0.00 \$										
118	Suministro, corte, doblado y colocación, de barras de acero co	24,199.82	KG	1.50 \$	36,299.74 \$	20,285.76	30,428.64 \$	20,285.76	30,428.64 \$	-	0.00 \$										
120	Colocacion con plantilla metalica recuperable de los conectores	74.00	UN	80.00 \$	5,920.00 \$	64.00	5,120.00 \$	64.00	5,120.00 \$	-	0.00 \$										
122	SISTEMAS E INSTALACIONES ASOCIADOS				2,220.00 \$		2,010.00 \$		2,010.00 \$		0.00 \$										
123	Conexión de la red de tierra con las armaduras de la cimentaci	74.00	UN	30.00 \$	2,220.00 \$	67.00	2,010.00 \$	67.00	2,010.00 \$	-	0.00 \$										
1448.068		1448.068	68.938	475.487	0.000	622.740	0.000	24199.824	74.000	86.000	830.475	830.475	1406.497	6570.621	263652.186	131287.700	72600.000	74.000	375.000	750.000	3934.859
PARTIDA 103 PARTIDA 105 PARTIDA 107 PARTIDA 108 PARTIDA 109 PARTIDA 113 PARTIDA 115 PARTIDA 118 PARTIDA 120 PARTIDA 123 PARTIDA 126 PARTIDA 127 PARTIDA 129 PARTIDA 130 PARTIDA 131 PARTIDA 132 PARTIDA 135 PARTIDA 136 PARTIDA 137 PARTIDA 138 PARTIDA 140																					
METRADOS TOTALES																					
1268.784	1268.784	59.108	411.285	0.000	518.160	0.000	20285.762	64.000	67.000	414.754	414.754	1406.497	6570.621	263652.186	127883.200	0.000	64.000	265.000	376.000	3541.028	
PARTIDA 103 PARTIDA 105 PARTIDA 107 PARTIDA 108 PARTIDA 109 PARTIDA 113 PARTIDA 115 PARTIDA 118 PARTIDA 120 PARTIDA 123 PARTIDA 126 PARTIDA 127 PARTIDA 129 PARTIDA 130 PARTIDA 131 PARTIDA 132 PARTIDA 135 PARTIDA 136 PARTIDA 137 PARTIDA 138 PARTIDA 140																					
ESTADO DE AVANCE A ORIGEN																					
1268.784	1268.784	59.108	411.285	0.000	518.160	0.000	20285.762	64.000	67.000	414.754	414.754	1406.497	6570.621	263652.186	127883.200	0.000	64.000	265.000	376.000	3541.028	
PARTIDA 103 PARTIDA 105 PARTIDA 107 PARTIDA 108 PARTIDA 109 PARTIDA 113 PARTIDA 115 PARTIDA 118 PARTIDA 120 PARTIDA 123 PARTIDA 126 PARTIDA 127 PARTIDA 129 PARTIDA 130 PARTIDA 131 PARTIDA 132 PARTIDA 135 PARTIDA 136 PARTIDA 137 PARTIDA 138 PARTIDA 140																					
ESTADO DE AVANCE DEL PERIODO ANTERIOR																					
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PARTIDA 103 PARTIDA 105 PARTIDA 107 PARTIDA 108 PARTIDA 109 PARTIDA 113 PARTIDA 115 PARTIDA 118 PARTIDA 120 PARTIDA 123 PARTIDA 126 PARTIDA 127 PARTIDA 129 PARTIDA 130 PARTIDA 131 PARTIDA 132 PARTIDA 135 PARTIDA 136 PARTIDA 137 PARTIDA 138 PARTIDA 140																					
AVANCE DEL PERIODO																					

ANEXO N°9: Conexión entre el cuadro TMI y el RDP con estructura CBS.

C.Presupues	C.Compuesto	C.Cronogra	Descripción	Unidad	Cantidad R	PU	25/03/2017	26/03/2017	HISTORIA	ón de avan
103.00	EXCAVACIÓN	03.01.01	Excavación por medios mecánicos en terreno suelto o de tránsito, para cimentaciones y canal eléctrico, hasta cualquier profundidad de excavación con extracción de tierras al borde, sin carga ni transporte; incluso compactación del fondo hasta alcanzar una densidad in situ de 95% del ensayo Proctor Modificado. Incluido p.p. de medidas para sustentación del terreno, humectación o desecación necesaria para alcanzar el grado de humedad óptimo para la compactación y medios auxiliares.	M3	1448.070	15.00	87.62%	1268.770		
			20							
103	RLP2259620	RLP2259620	RLP2259620 - 2060 / 12-13		90.000	860.160	100.00%	90.000	737.100	0.000 90.000
103	RLP2259630	RLP2259630	RLP2259630 - 2060 / 10-11		90.000		100.00%	90.000		0.000 90.000
103	RLP2259640	RLP2259640	RLP2259640 - 2060 / 08-09		77.400		100.00%	77.400		0.000 77.400
103	RLP2104055	RLP2104055	RLP2104055 - 2060 / L5-K5		49.200		81.71%	40.200		0.000 40.200
103	RLP2104056	RLP2104056	RLP2104056 - 2060 / L6-K6		40.200		100.00%	40.200		0.000 40.200
103	RLP2259590	RLP2259590	RLP2259590 - 2060 / M		58.630		100.00%	58.630		0.000 58.630
103	RLP2259591	RLP2259591	RLP2259591 - 2060 / N		58.630		100.00%	58.630		0.000 58.630
103	RLP2259600	RLP2259600	RLP2259600 - 2060 / Q-P		72.580		0.00%	0.000		0.000 0.000
103	RLP2249145	RLP2249145	RLP2249145 - 2060 / 14-15		211.200		100.00%	211.200		0.000 211.200
103	RLP2259610	RLP2259610	RLP2259610 - 2060 / S-R		72.580		42.85%	31.100		0.000 31.100
103	RLP2259750	RLP2259750	RLP2259750 - 2020 / 2-4		39.740		100.00%	39.740		0.000 39.740
			25							
103	RLP2264160	RLP2264160	RLP2264160 - 2560 / 16-17	265.000	64.800		100.00%	64.800	223.200	0.000 64.800
103	RLP2264150	RLP2264150	RLP2264150 - 2560 / 18-19		71.300		90.85%	64.800		0.000 64.800
103	RLP2264140	RLP2264140	RLP2264140 - 2560 / 20-21		71.300		97.88%	64.800		0.000 64.800
103	RLP2264180	RLP2264180	RLP2264180 - 2560 / 22-23		28.800		100.00%	28.800		0.000 28.800
103	RLP2264130	RLP2264130	RLP2264130 - 2560 / 24-25		28.800		0.00%	0.000		0.000 0.000
			27							
103	RLP2268660	RLP2268660	RLP2268660 - 2760 / H-J	322.910	61.220		100.00%	54.000	308.470	0.000 54.000
103	RLP2268661	RLP2268661	RLP2268661 - 2760 / J-6		18.000		100.00%	18.000		0.000 18.000
103	RLP2268650	RLP2268650	RLP2268650 - 2760 / F-G		79.220		90.89%	72.000		0.000 72.000
103	RLP2268640	RLP2268640	RLP2268640 - 2760 / D-E		73.460		100.00%	73.460		0.000 73.460
103	RLP2268630	RLP2268630	RLP2268630 - 2760 / B-C		91.010		100.00%	91.010		0.000 91.010

U20									
								CORTE:	25/03/2017
		UND. MED	TOTAL	EJECUTADO	RESTANTE	% AVANCE ACTUAL	AVANCE DEL PERIODO	AVANCE ACUMULADO PASADO	% AVANCE PASADO
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	m3	860.16	737.10	123.06	85.69%	0.00	737.10	85.69%
2	ACERO DE REFUERZO	kg	144,649.12	140,766.10	3,883.02	97.32%	0.00	140,766.10	97.32%
3	ENCOFRADO	m2	3,593.85	3,486.86	106.99	97.02%	0.00	3,486.86	97.02%
4	EMBEBIDOS	kg	100,242.30	94,222.20	6,020.10	93.99%	0.00	94,222.20	93.99%
5	CONCRETO	m3	1,111.37	1,023.09	88.28	92.06%	0.00	1,023.09	92.06%