BIM Deep Dive:

International examples
VIA: Visualization, Info Integration, Automation
Production metrics

Martin Fischer

Learning Objectives:

1. You have refreshed and strengthened your understanding of the role of BIM in VDC and in achieving project and client objectives with greater reliability.
2. You have gained ideas for using VIA on your projects.
3. You are comfortable in defining BIM-related production metrics.

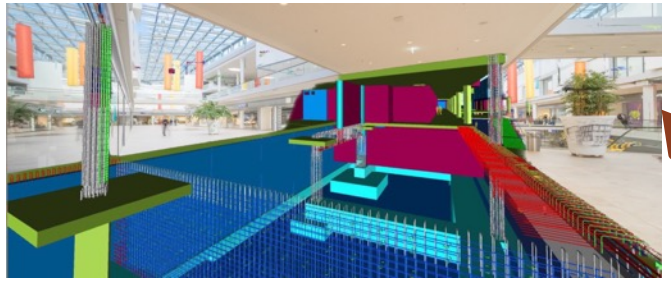
Stanford
Center for Professional Development

BIM helps create certainty of product

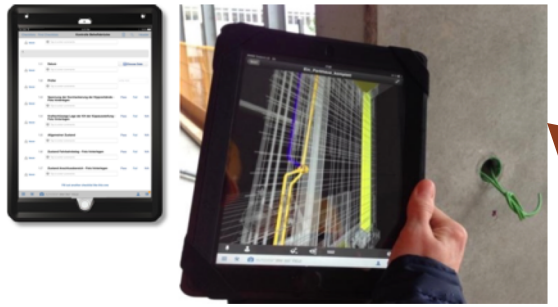
©2021

How Will You Leverage BIM in 2021 and Beyond?

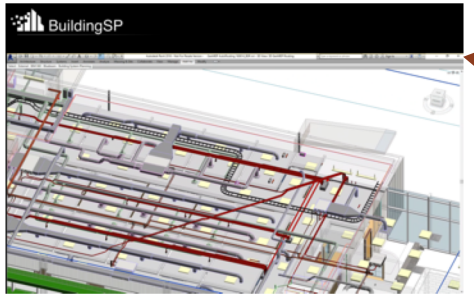
Visualization



Information Integration

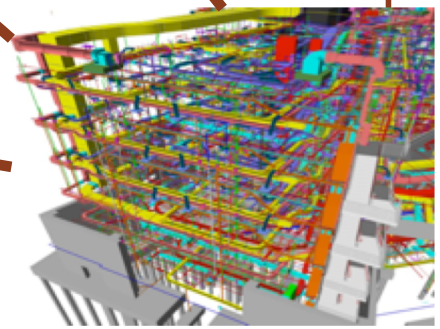


Automation



Open whole scope of hospital on budget and 30% earlier than typical

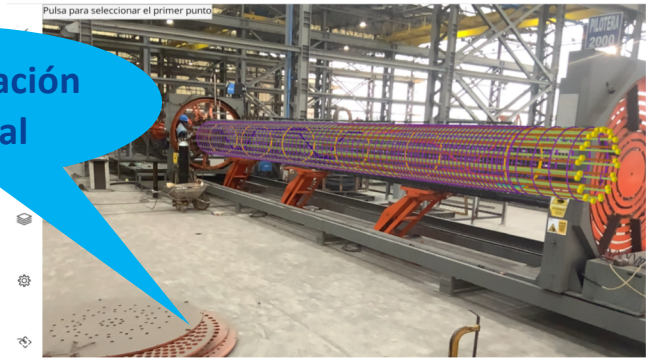
Highly reliable construction



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

Example from Felipe Quiroz Mory

Director TSC Innovation
Presidente Comité BIM del Perú
VDC Mentor

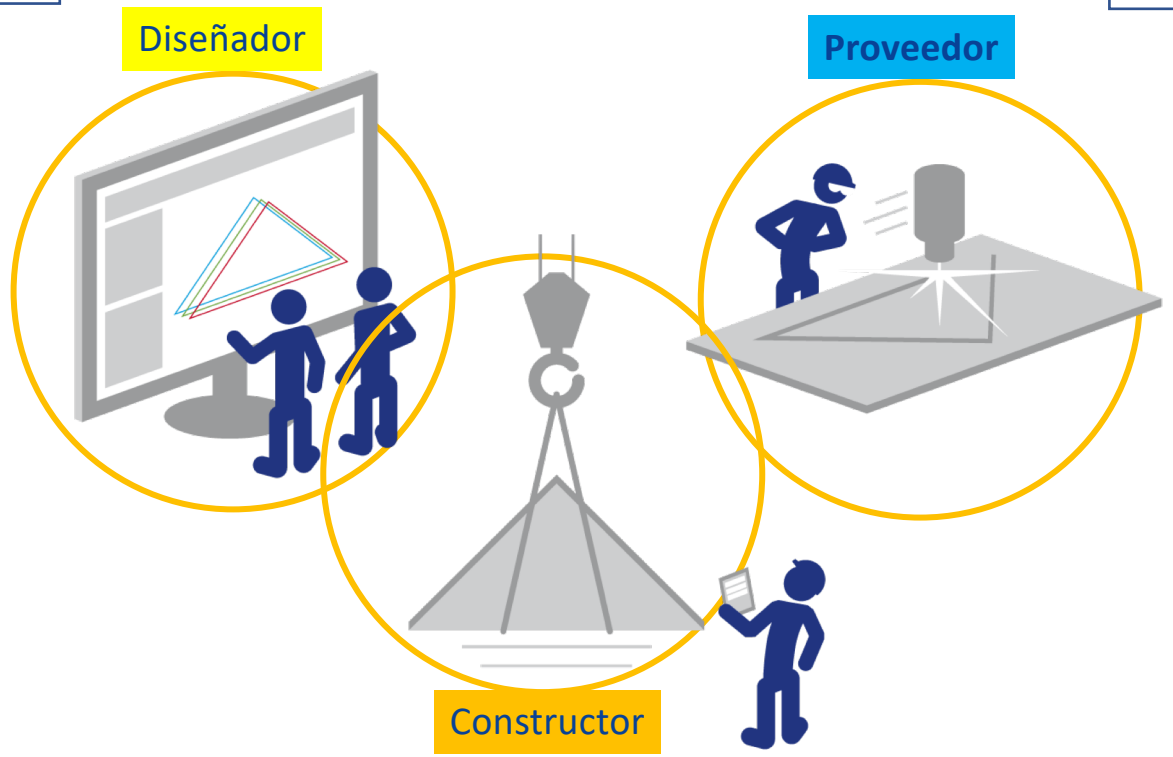


Automatización industrial

Integración atrás

Integración adelante

Optimización
Compatibilización
Constructabilidad
Prefabricación
Estandarización



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

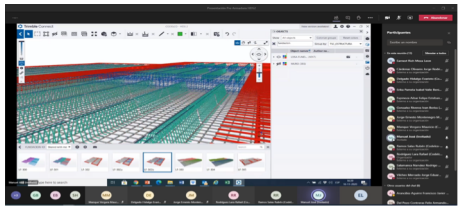
VDC

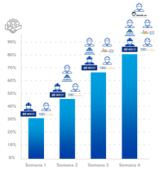
CLIENT OBJECTIVE

BUILDER+TSC OBJECTIVE

PROJECT OBJECTIVE

INTEGRATED CONCURRENT ENGINEERING (ICE)

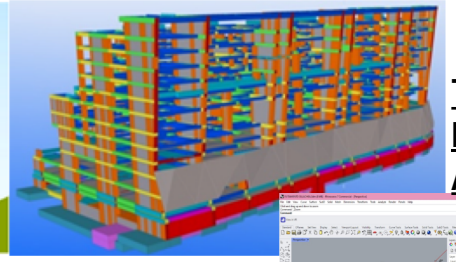




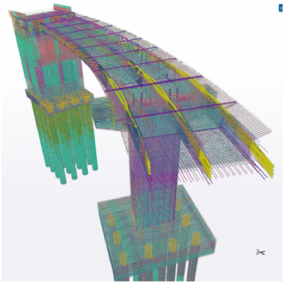
EARLY INTEGRATION COLLABORATION

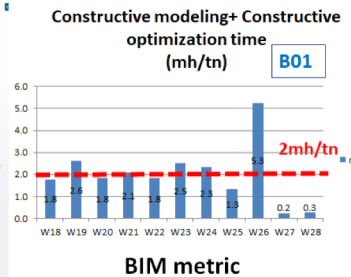
BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

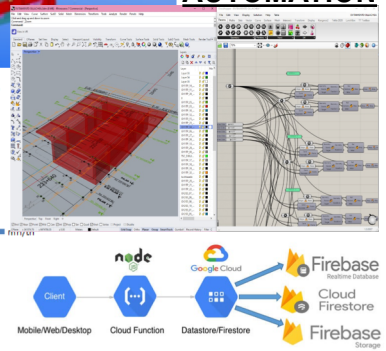
PROJECT PRODUCTION MANAGEMENT (PPM)

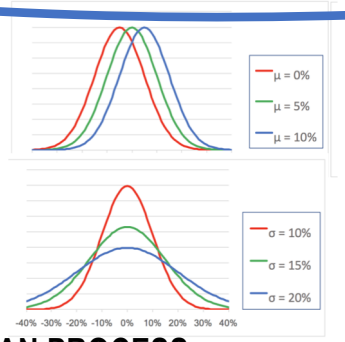


TECHNOLOGY DATA AUTOMATION



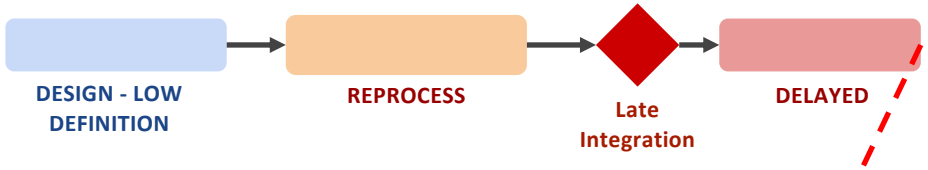






LEAN PROCESS
PRODUCTION SYSTEM
VARIABILITY CONTROL
OFFSITE STRATEGY

ACTUAL PROCESS

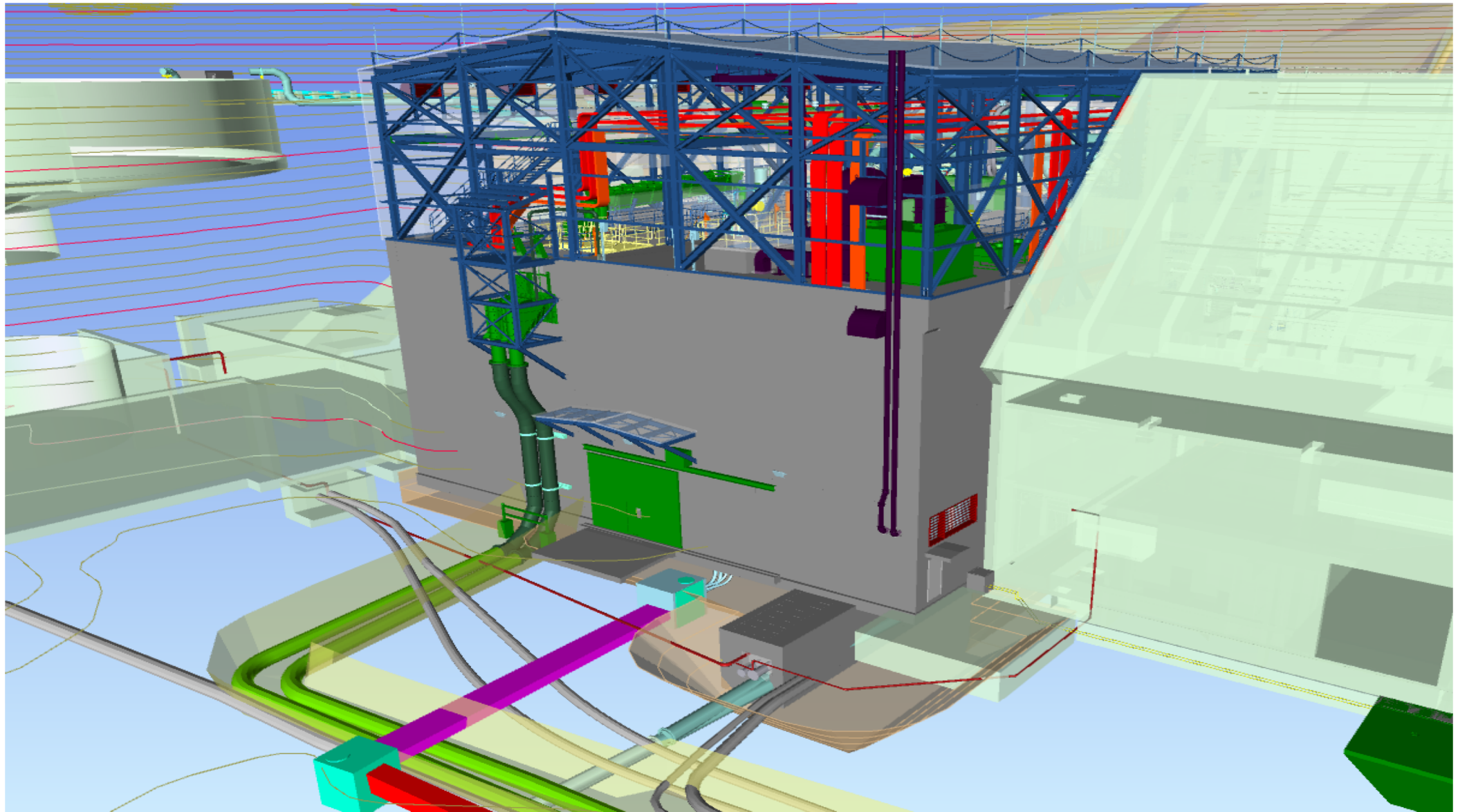


NEW PROCESS

INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

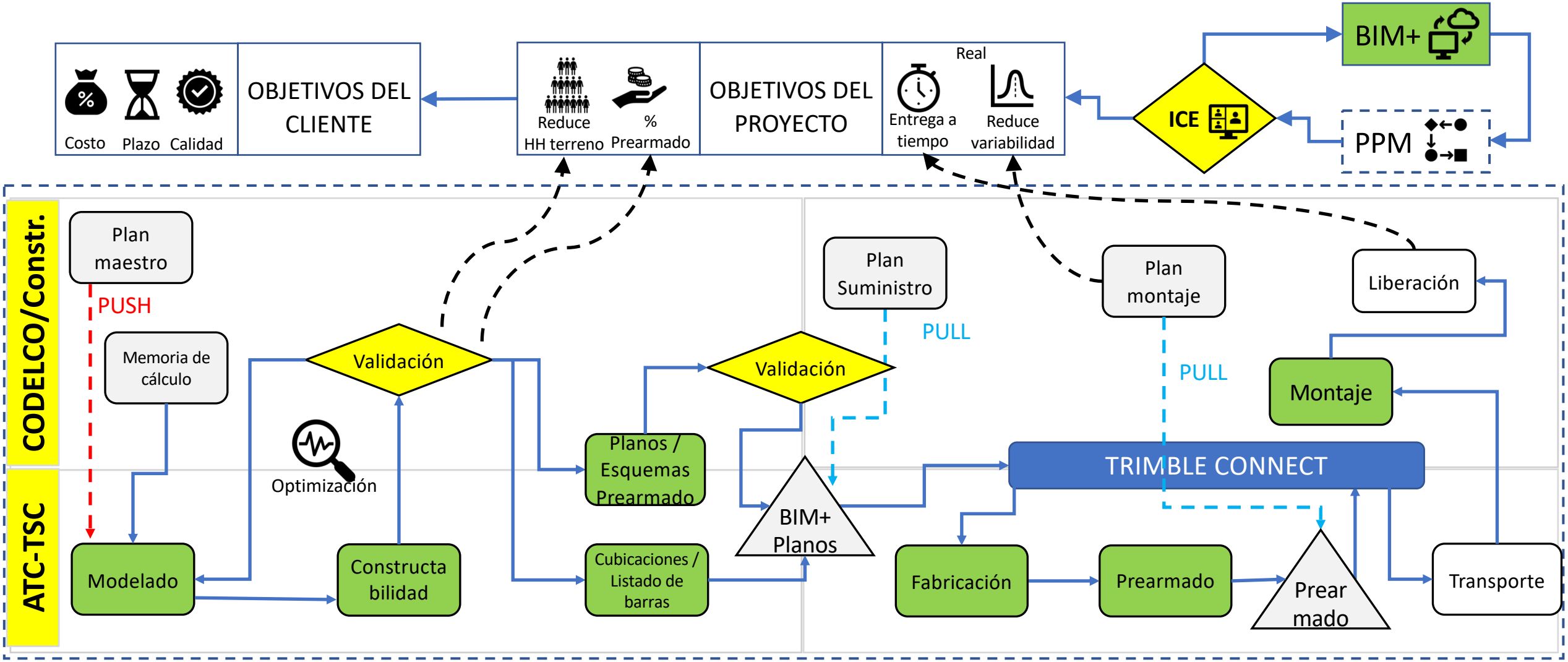
HDS N°2



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

EDIFICIO HDS N°2



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN VIRTUAL | **CONSTRUCCIÓN REAL**

INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

HDS N°2 - CHILE

MEMORIA CALCULO DIRECTO A BIM

CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE

VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS

PROYECTO

INGENIERIA DE DETALLES

PROYECTO DLN EXTENDIDO

CONTRATO N° 4501868984

MEMORIA DE CÁLCULO
FUNDACIONES
PLANTA HDS 2

4501868984-13231-MDCES-00007

EMITIDO wood.
4031 - 00459
LOG - 00828
FECHA - 16-10-2020

REV.	FECHA	EMITIDO PARA	POR	REV.	APR.	REV.	APR.
1	15/10/20	REVISIÓN GENERAL POR LEAN DESIGN	NBS/CBC	RAF	GNS	GOR	FDP
0	10/01/20	CONSTRUCCIÓN	NBS/FAN	RAF	GNS	GOR	FDP
B	29/11/19	REVISIÓN CODELCO	NBS/FAN	SPS	RAD	GOR	FDP
A	15/11/19	COORDINACIÓN INTERNA	NBS/FAN	SPS	RAD		
			EMPRESA COLABORADORA			CODELCO	

wood.

M40403 — Pág. 1 de 86

M40403-3231-DD20-CAL-0007 — REV. 1

7.2.1 Losa e = 70 cm

Para el momento M11 y M22, se definen armadura superior e inferior ϕ28@200 y ϕ25@200 respectivamente. En la siguiente tabla se presentan los momentos máximos:

Tabla 7-4: Momentos máximos Losa e=70cm

Solicitación	Malla	Momento resistente	Momento último	FU	Refuerzo
		tonf-m/m	tonf-m/m	-	
-M11	Φ28@200	67,8	58	0,86	No requiere refuerzo
+M11	Φ25@200	54,9	54,3	0,98	No requiere refuerzo
-M22	Φ28@200	71,1	57	0,80	No requiere refuerzo
+M22	Φ25@200	57,3	84	1,47	Requiere refuerzo

En las siguientes figuras se presentan los esfuerzos de flexión últimos obtenidos del software.

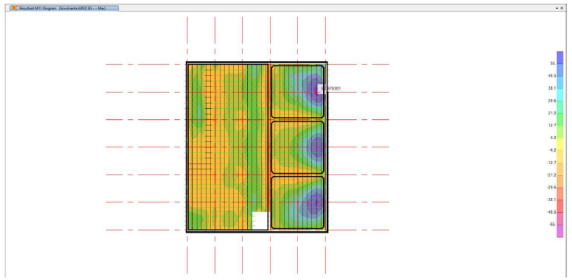
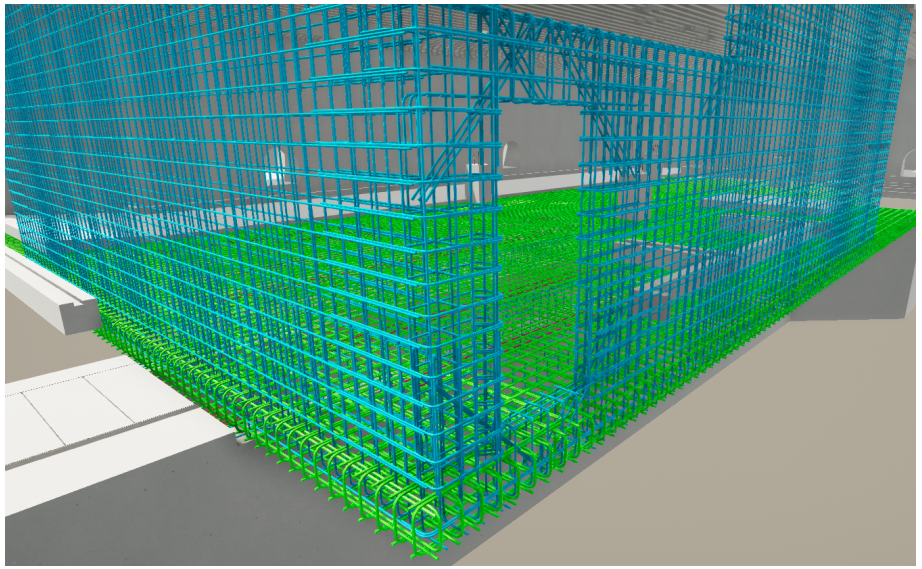


Figura 7-4: Envolvente de Momento M11 negativo Losa e=70cm (tonf-m/m)



10.1 Diseño de anclajes de columnas a muro (Pendiente por información RCP)

Se diseñan los anclajes de las columnas IN30 que se apoyan sobre los muros en el último nivel del edificio. En el Anexo 3 se verifica el arrancamiento de los pernos de anclaje, obteniéndose así el largo de empotramiento y las armaduras que se presentan en la siguiente figura.

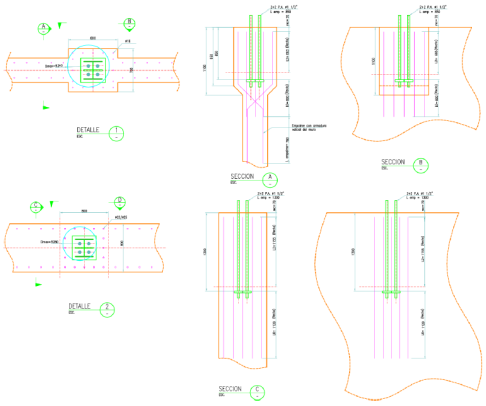
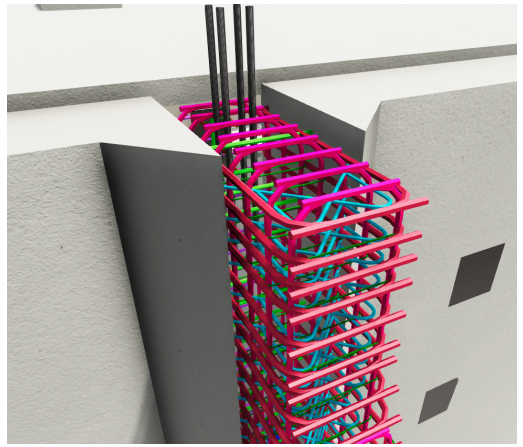
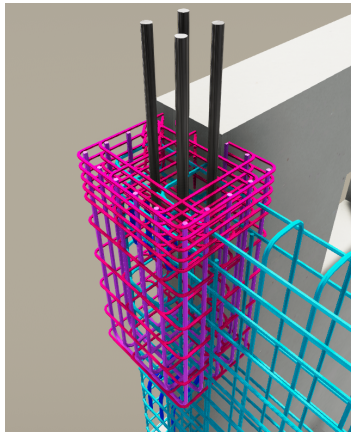


Figura 10-1: Esquema pernos de anclaje columnas



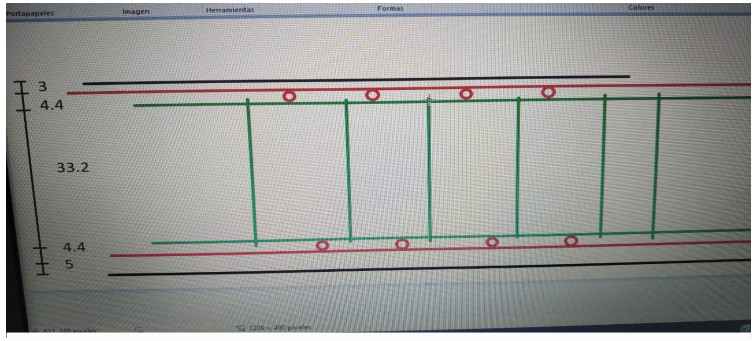


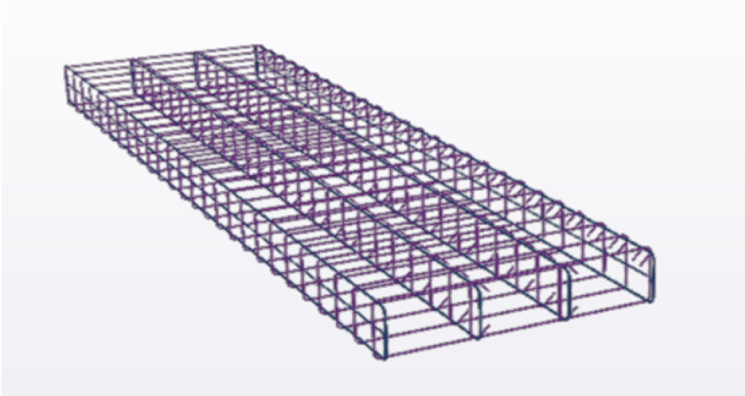
INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

HDS N°2 - CHILE

DETALLAMIENTO PARA INDUSTRIALIZAR





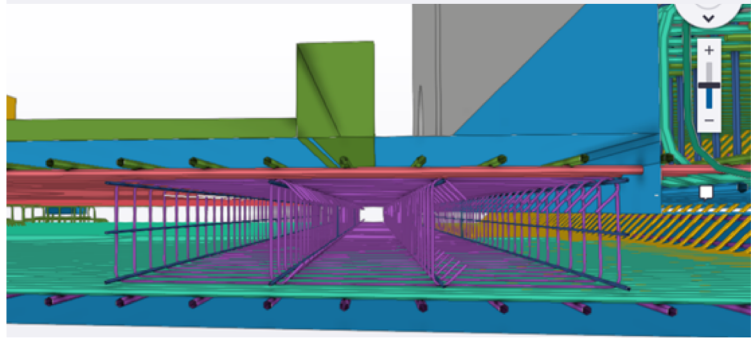
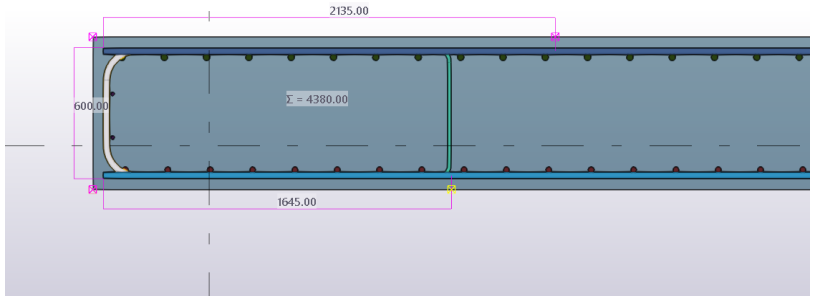
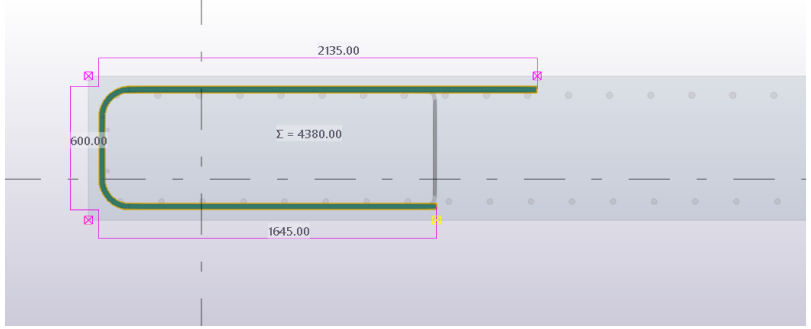
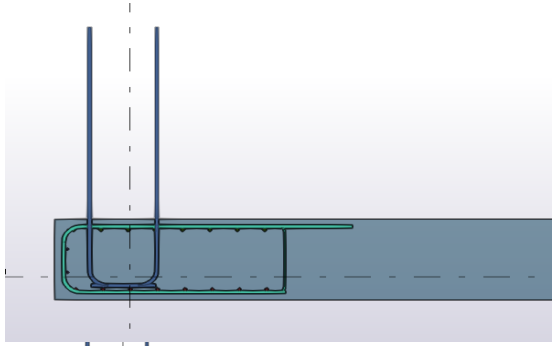


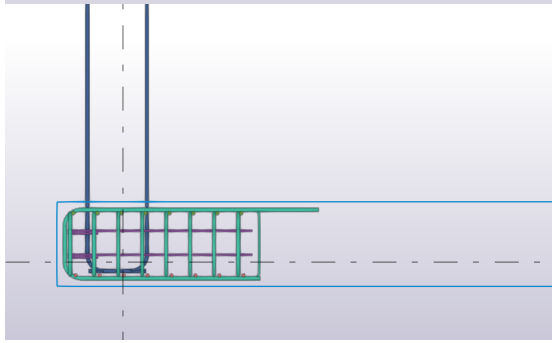
Tabla 9-1: Longitudes de desarrollo de barras

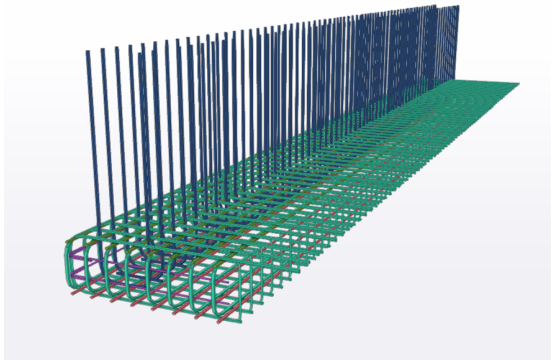
ACERO A630-420H			fy =		4200 kg/cm²				Hormigón Peso Normal				λ = 1.0	
HORMIGÓN H35			fc'=		300 kg/cm²				Refuerzo sin Revestim. epóxico				Ψ_e = 1.0	
DIAMETRO					ANCLAJE RECTO (mm)				EMPALME BARRAS (mm)				ANCLAJE C/GANCHO	
					Ψ_t = 1.0		Ψ_t = 1.3		Ψ_t = 1.0		Ψ_t = 1.3			
					CASO		CASO		% BARRAS QUE EMPALMAN		% BARRAS QUE EMPALMAN			
Φ	A	R	B	C	A	B	A	B	50%	100%	50%	100%		
mm	mm	mm	mm	mm										
6	100	20	55	90	300	330	300	430	300	300	300	375	150	
8	130	25	70	100	300	440	380	570	300	380	380	495	150	
10	160	30	80	105	370	550	475	715	370	475	475	620	185	
12	200	40	105	115	440	660	570	855	440	570	570	745	225	
16	260	50	135	130	585	880	760	1140	585	760	760	990	295	
18	290	55	150	145	660	990	855	1285	660	855	855	1115	335	
22	360	70	185	180	995	1535	1295	1995	995	1295	1295	1680	405	
25	400	75	200	200	1130	1745	1470	2270	1130	1470	1470	1910	465	
28	480	115	290	255	1265	1955	1645	2540	1265	1645	1645	2135	520	
32	550	130	325	290	1445	2235	1880	2900	1445	1880	1880	2440	590	
36	615	145	365	325	1625	2510	2115	3265	1625	2115	2115	2745	665	









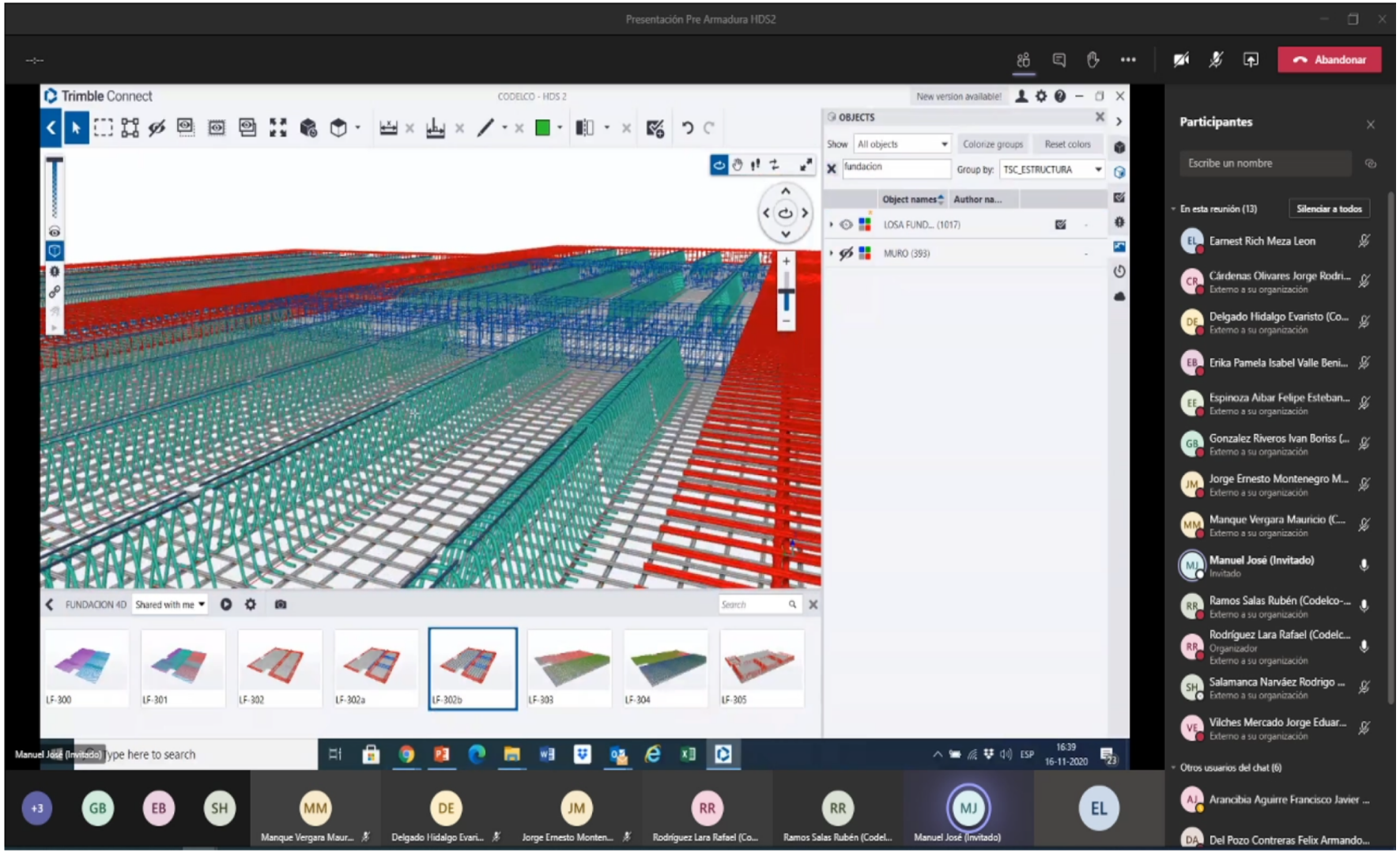


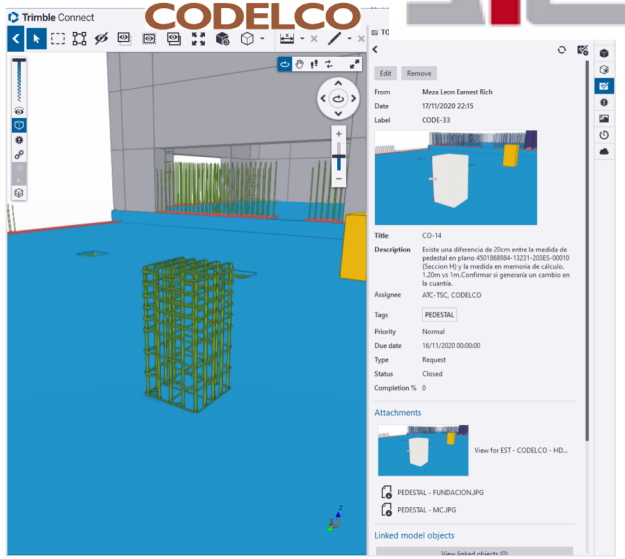
INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

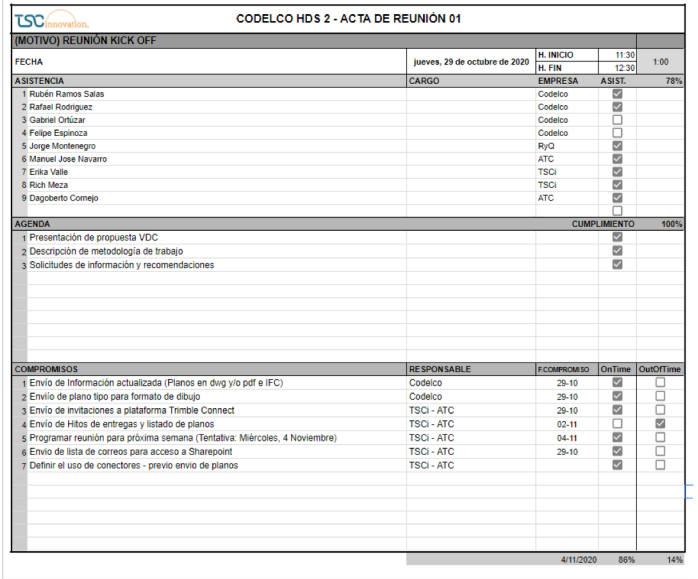
REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

HDS N°2 - CHILE

SESIONES ICE







CODELCO HDS 2 - ACTA DE REUNIÓN 01

(MOTIVO) REUNIÓN KICK OFF

FECHA	jueves, 29 de octubre de 2020	H. INICIO	11:30	1:00
		H. FIN	12:30	

ASISTENCIA	CARGO	EMPRESA	ASIST.	78%
1 Rubén Ramos Salas		Codelco	☑	
2 Rafael Rodriguez		Codelco	☑	
3 Gabriel Ortúzar		Codelco	☐	
4 Felipe Espinoza		Codelco	☐	
5 Jorge Montenegro		RyQ	☑	
6 Manuel Jose Navarro		ATC	☑	
7 Erika Valle		TSCi	☑	
8 Rich Meza		TSCi	☑	
9 Dagoberto Cornejo		ATC	☑	
			☐	

AGENDA	CUMPLIMIENTO	100%
1 Presentación de propuesta VDC	☑	
2 Descripción de metodología de trabajo	☑	
3 Solicitudes de información y recomendaciones	☑	

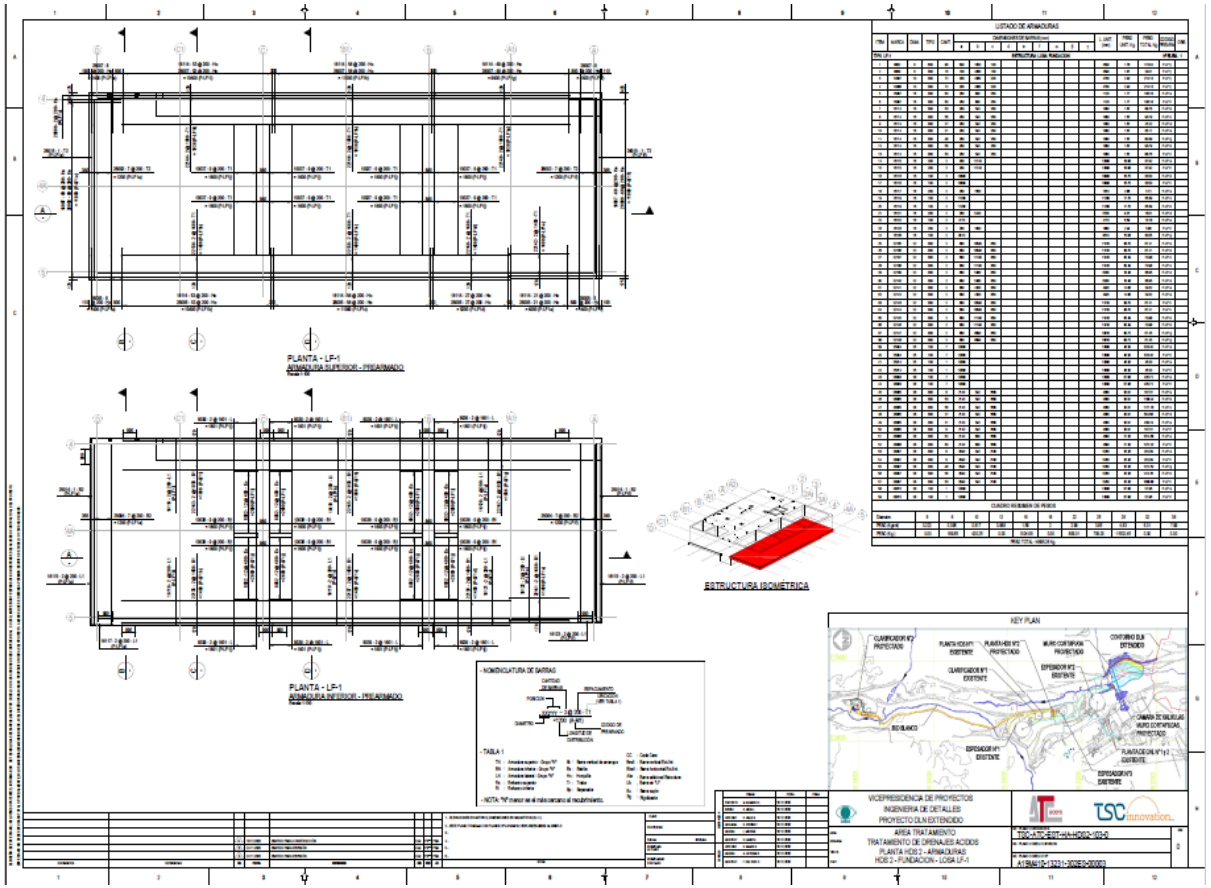
COMPROMISOS	RESPONSABLE	F.COMPROMISO	OnTime	OutOfTime
1 Envío de Información actualizada (Planos en dwg y/o pdf e IFC)	Codelco	29-10	☑	☐
2 Envío de plano tipo para formato de dibujo	Codelco	29-10	☑	☐
3 Envío de invitaciones a plataforma Trimble Connect	TSCi - ATC	29-10	☑	☐
4 Envío de Hitos de entregas y listado de planos	TSCi - ATC	02-11	☐	☑
5 Programar reunión para próxima semana (Tentativa: Miércoles, 4 Noviembre)	TSCi - ATC	04-11	☑	☐
6 Envío de lista de correos para acceso a Sharepoint	TSCi - ATC	29-10	☑	☐
7 Definir el uso de conectores - previo envío de planos	TSCi - ATC		☑	☐
		4/11/2020	86%	14%

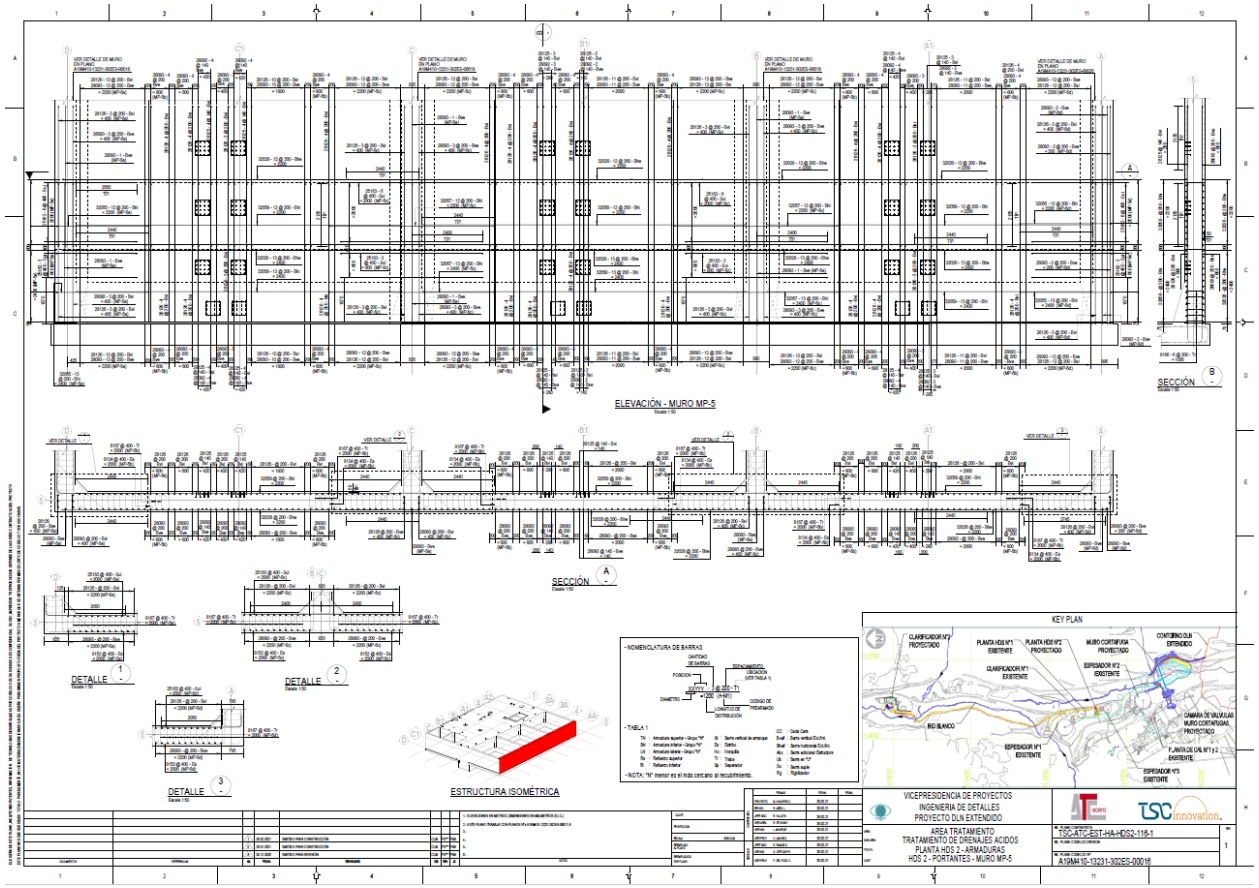
INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

HDS N°2 - CHILE

PLANOS ESTRUCTURALES

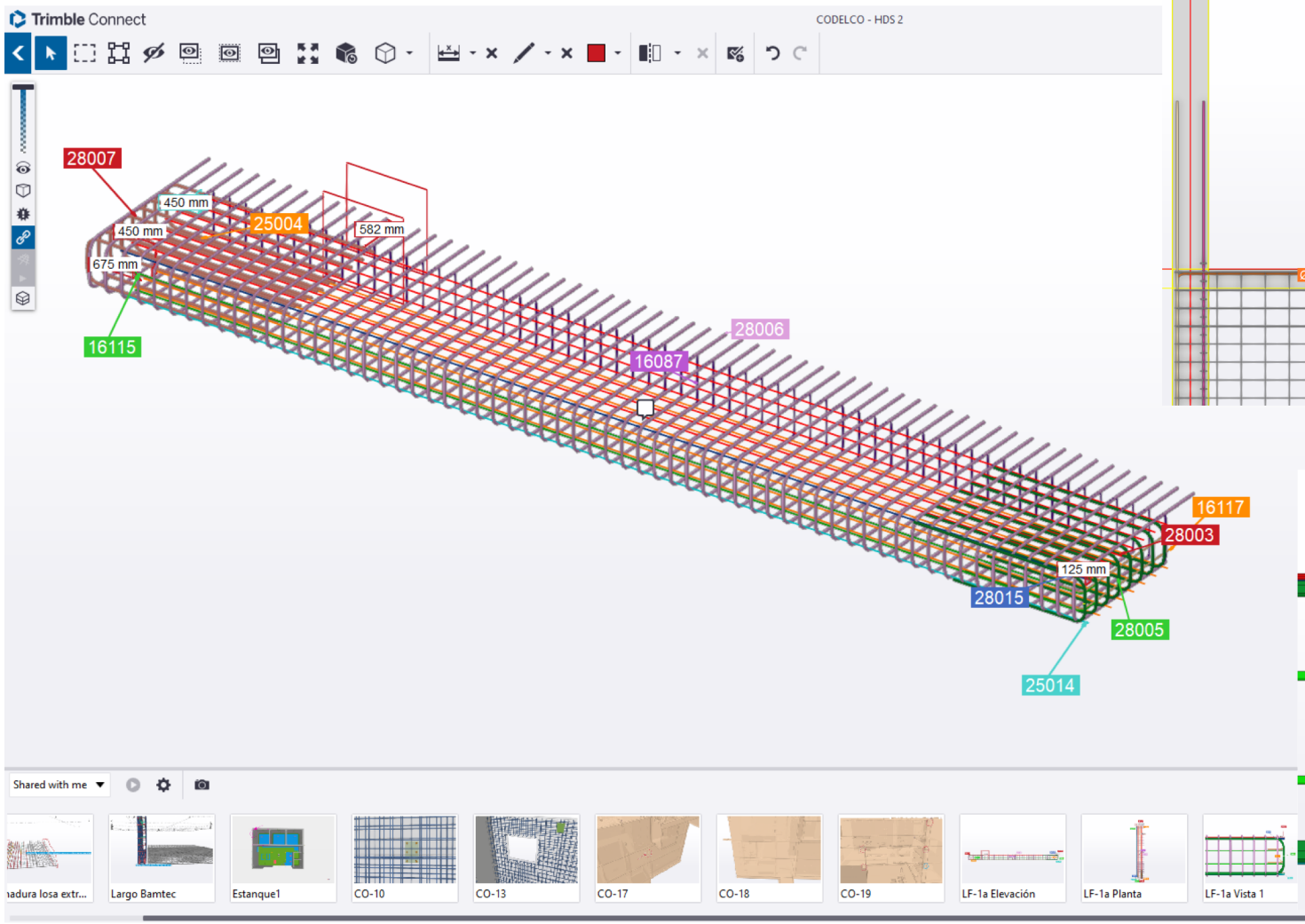


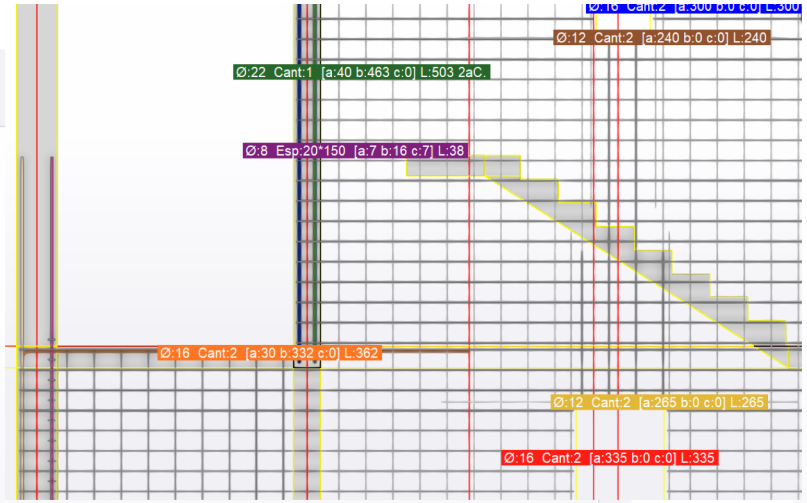


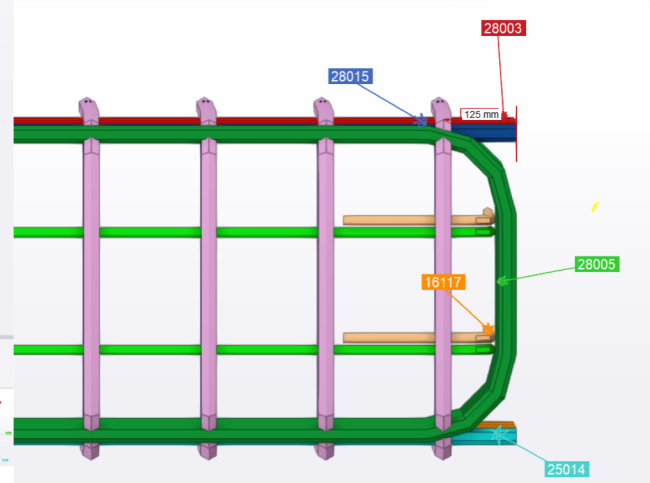
INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

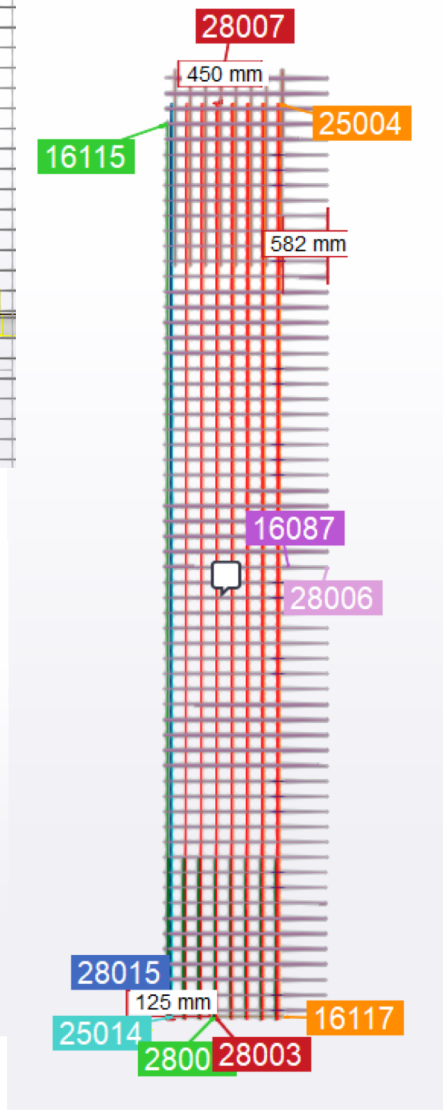
REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

HDS N°2 - CHILE









INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

HDS N°2 - CHILE

FABRICACION Y LOGISTICA

Tipo elemento	Cantidad	Peso	N° Camiones	Días 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Comentario
Malla Inferior (Rollo)	16	19.535	1,00	8	4														24 elementos en 18 horas
Bordes (Vigas prearmadas)	8	13.663	2,00		4	4													24 elementos en 18 horas
Eje 4 (in situ)	342	5.045	0,50					8	8	4									Una pareja instala 4 piezas por hora aprox.
Elementos de corte (vigas prearmadas)	16	715	0,25				4												1 prearmado cada media hora aprox.
Separadores (prearmados)	150	617	0,25			4	4												1 pareja instala 1 cada 15 minutos
Malla Superior (Rollos Bamtec)	14	22.531	1,00							4	8								1 rollo cada 1,25 horas
Arranques	1235	14.924	1,00									8	8	8	8				Una pareja instala 9 piezas por hora aprox.
				8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	-	-	-	

Acero	77	Ton
MO	864	HH
Rendimiento (HH/Ton)	11,2	HH/Ton
N° Camiones	6	Fletes
Peso Promedio	12,8	por viaje
Cuadrilla	8	enfierradores

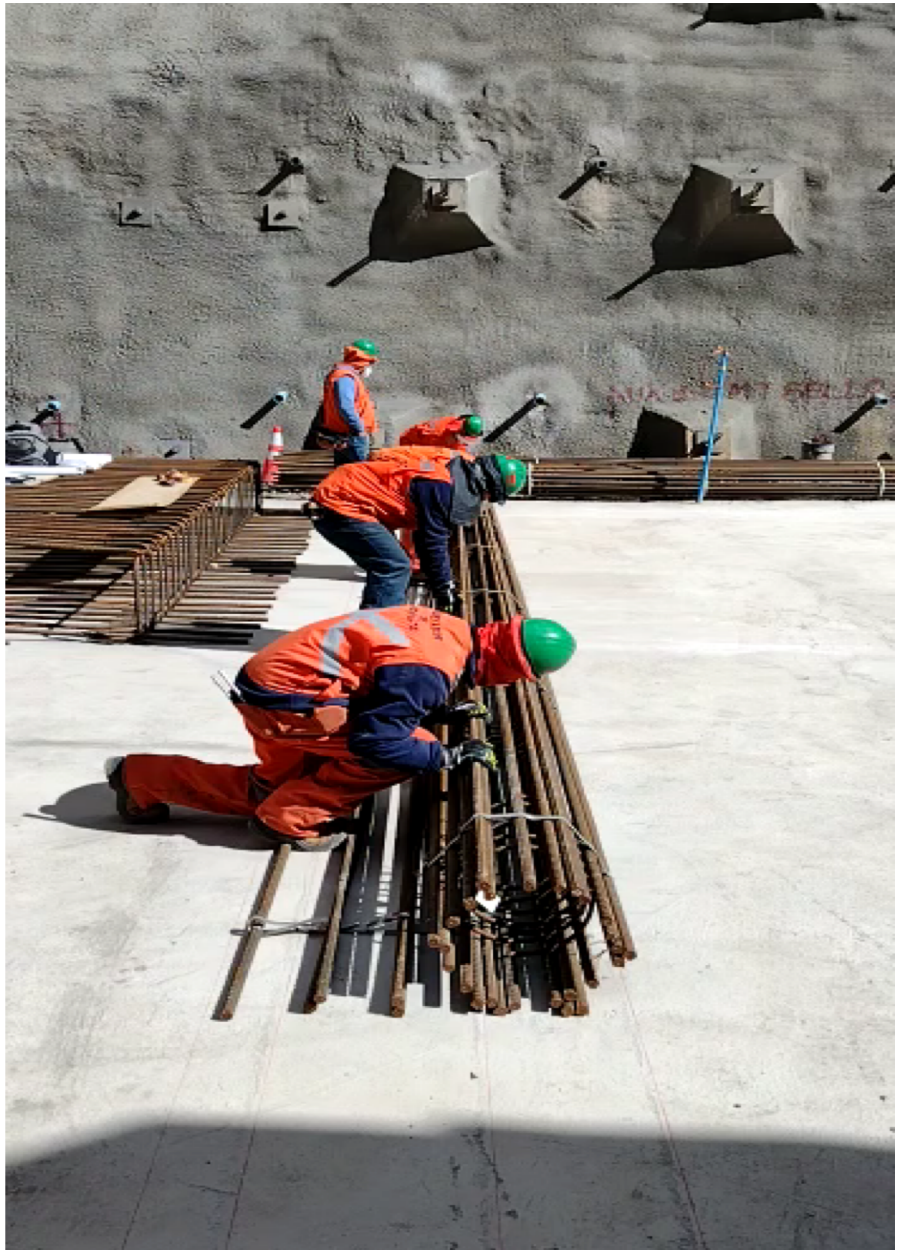
Actividades intensivas en uso de grúa.

Actividades que requiere apoyo menor de grúa.

INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

HDS N°2 - CHILE



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE HH EN TERRENO CON DISEÑO ESTRUCTURAL INTEGRADO A PROVEEDOR DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

HDS N°2 - CHILE

RESULTADOS

PESO POR TIPOS DE ELEMENTOS			
ROLLOS	PREARMADOS	IN SITU	TOTAL
40,479 kg (48.7%)	14,911 kg (17,9%)	27,792 kg (33,4%)	83,182 kg (100%)
			

Inicio: miércoles 21 abril (PM)
Término: jueves 30 abril (AM)
Plazo: 10 días*

HORAS TRABAJADAS
Total proyectado (a): 3,100 HH
Montaje turno 1: 858 HH
Montaje turno 2: 504 HH
Total Real (b): 1,362 HH
Ahorro (a-b) : 1,738 HH

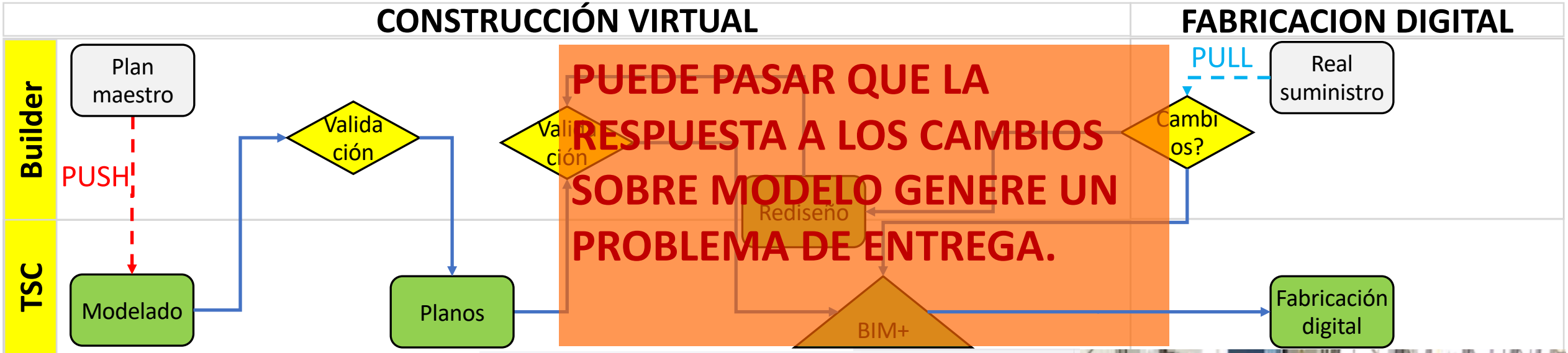
Ahorro HH en terreno: 56%

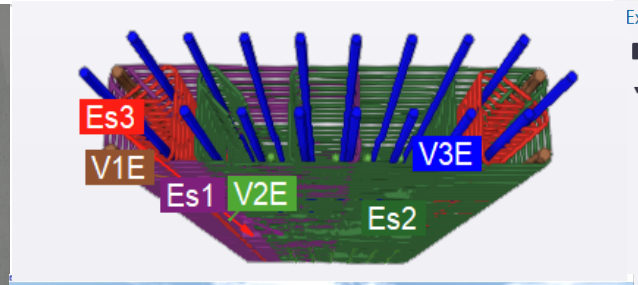
RENDIMIENTO: 16.37 HH / TON **

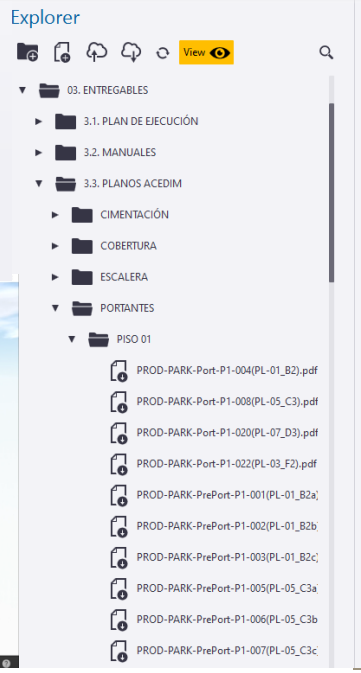
*Losa completa hormigonada

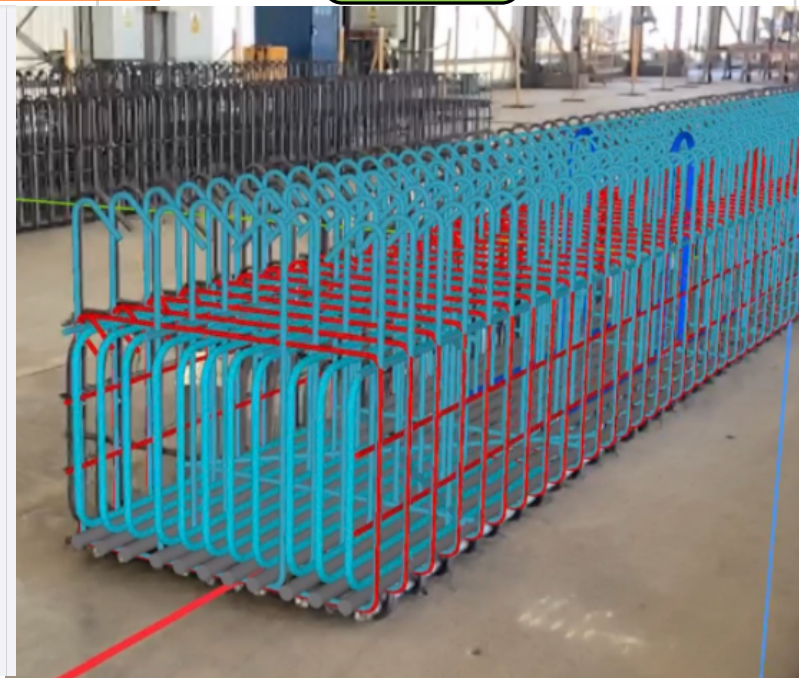
INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE VALIDACION DE MODELOS BIM PARA FABRICACION DIGITAL CON PLANOS EN VISTA DE MODELO, AR Y VR





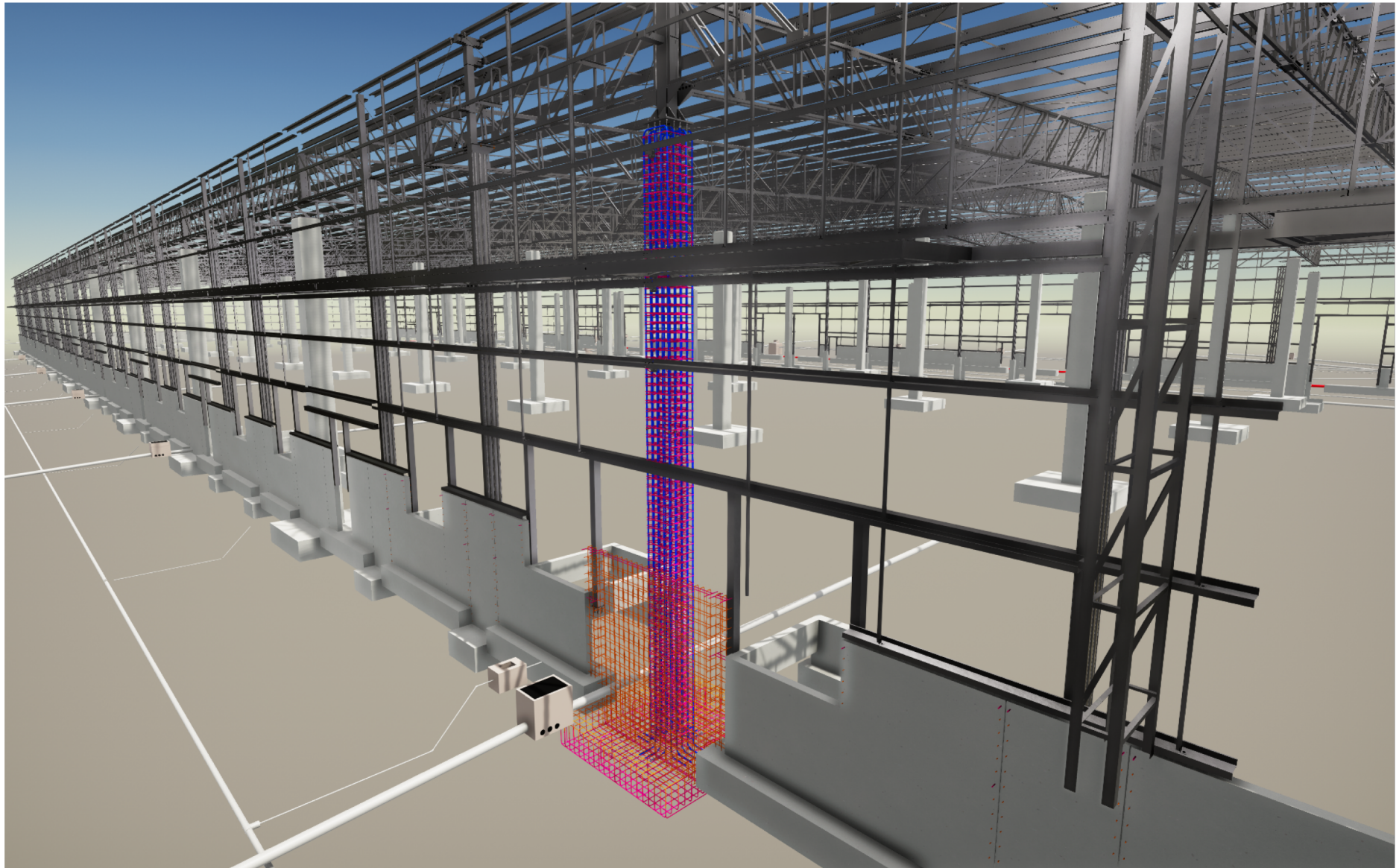




INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE VALIDACION DE MODELOS BIM PARA FABRICACION DIGITAL CON PLANOS EN VISTA DE MODELO, AR Y VR

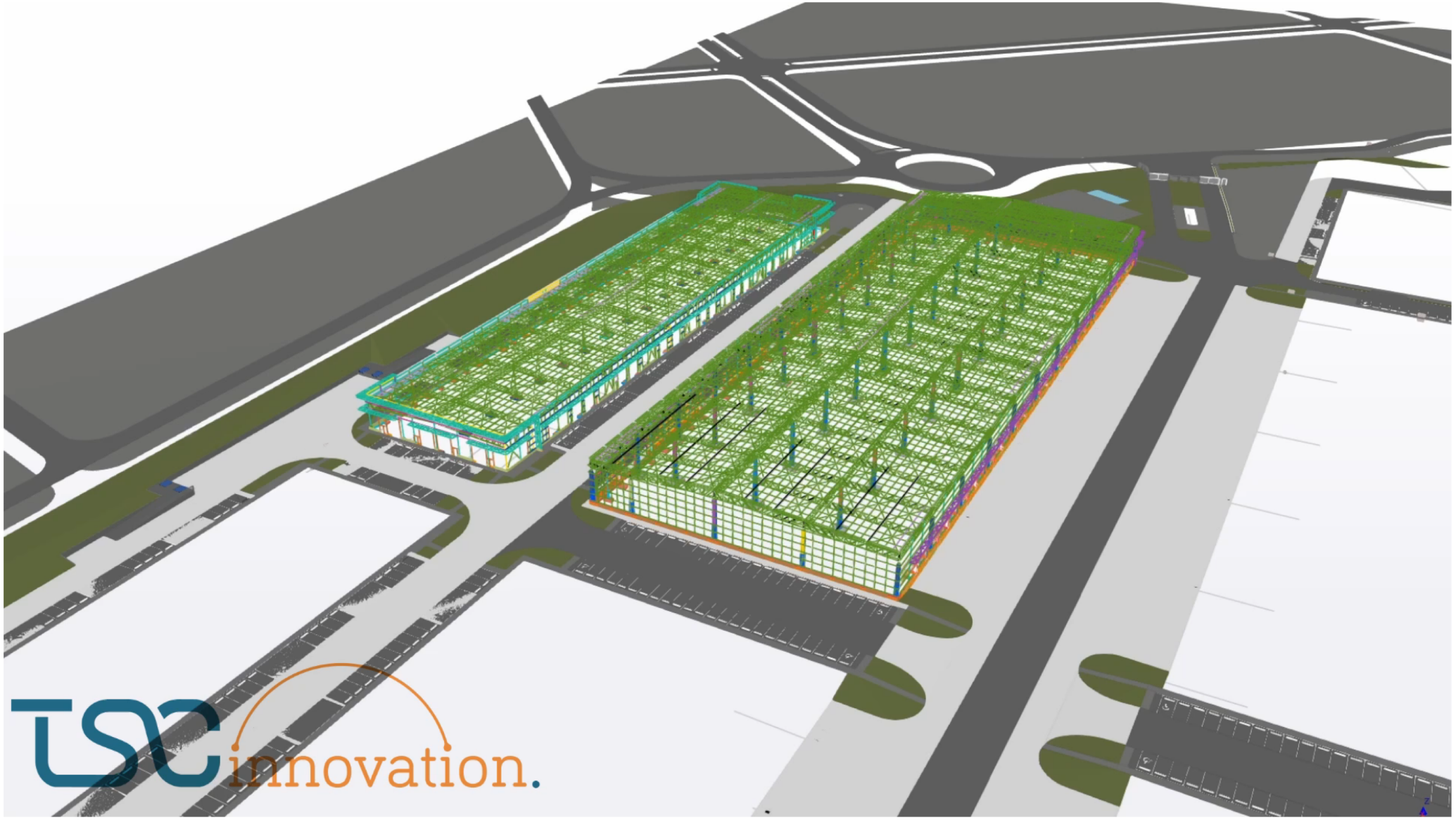
MEGACENTRO-ESTRUCTURAS METALICAS



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE VALIDACION DE MODELOS BIM PARA FABRICACION DIGITAL CON PLANOS EN VISTA DE MODELO, AR Y VR

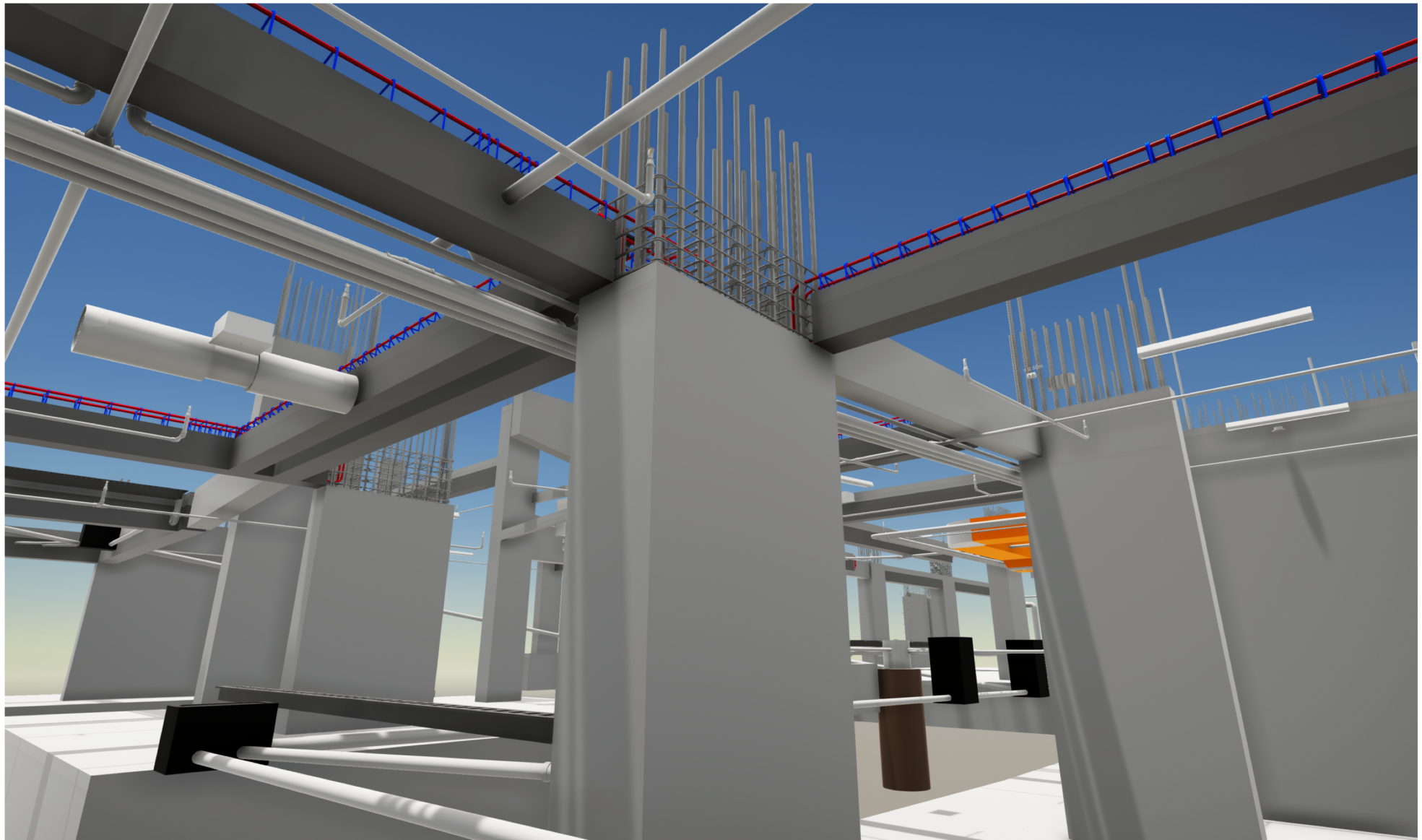
MEGACENTRO-ESTRUCTURAS METALICAS



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE VALIDACION DE MODELOS BIM PARA FABRICACION DIGITAL CON PLANOS EN VISTA DE MODELO, AR Y VR

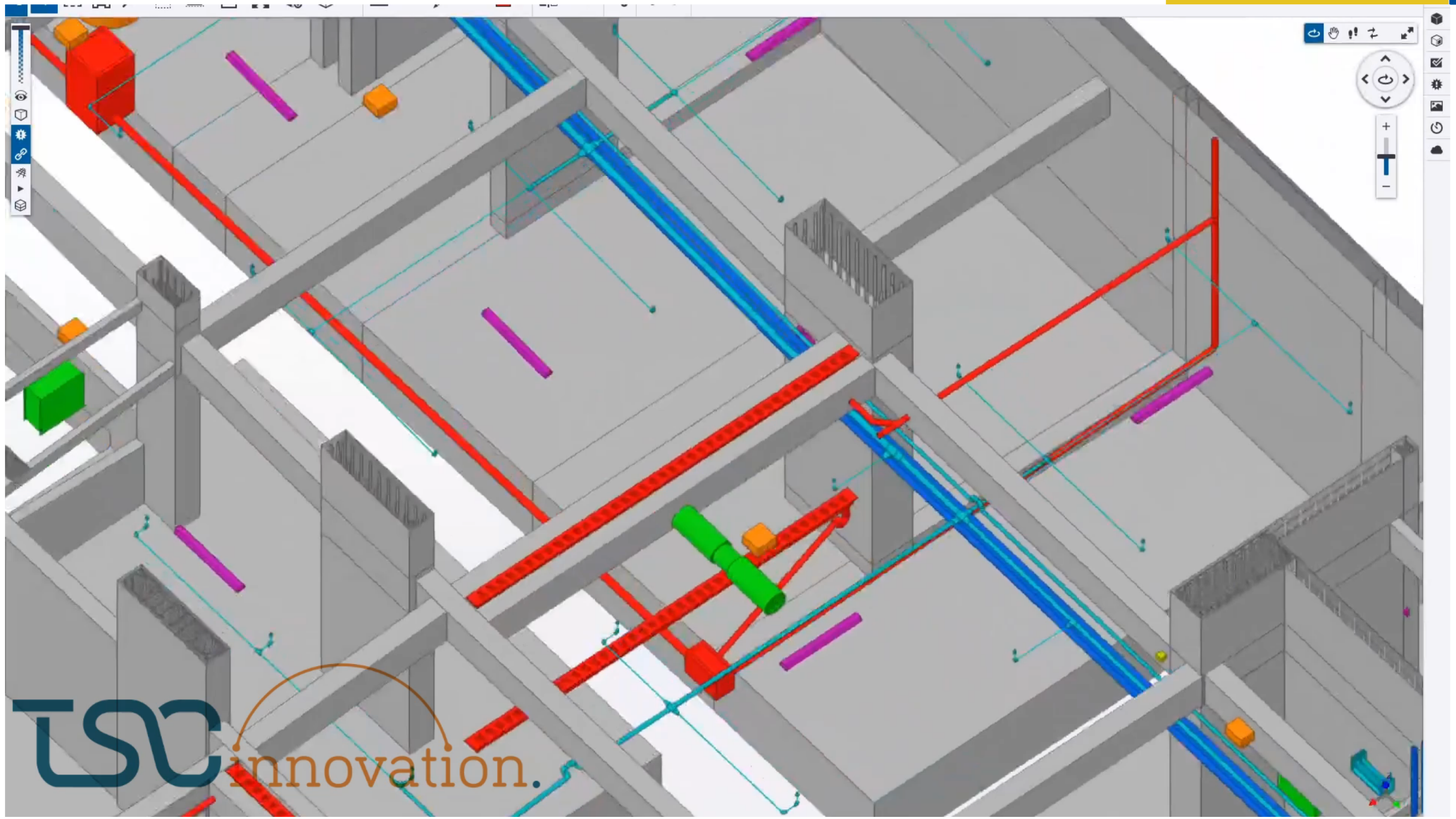
STUDIO 4 - PREVIGA



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE VALIDACION DE MODELOS BIM PARA FABRICACION DIGITAL CON PLANOS EN VISTA DE MODELO, AR Y VR

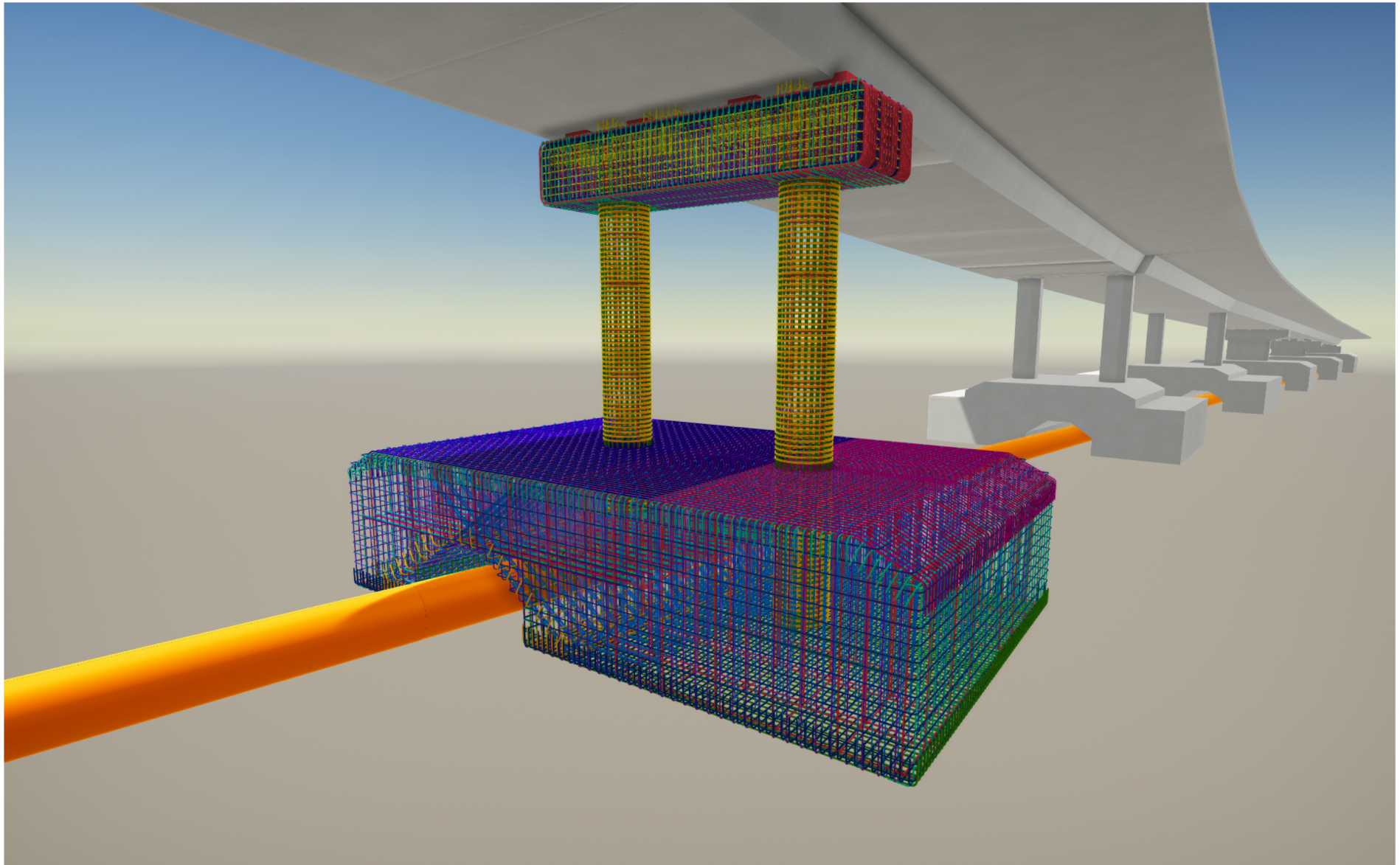
STUDIO 4 - PREVIGA



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE VALIDACION DE MODELOS BIM PARA FABRICACION DIGITAL CON PLANOS EN VISTA DE MODELO, AR Y VR

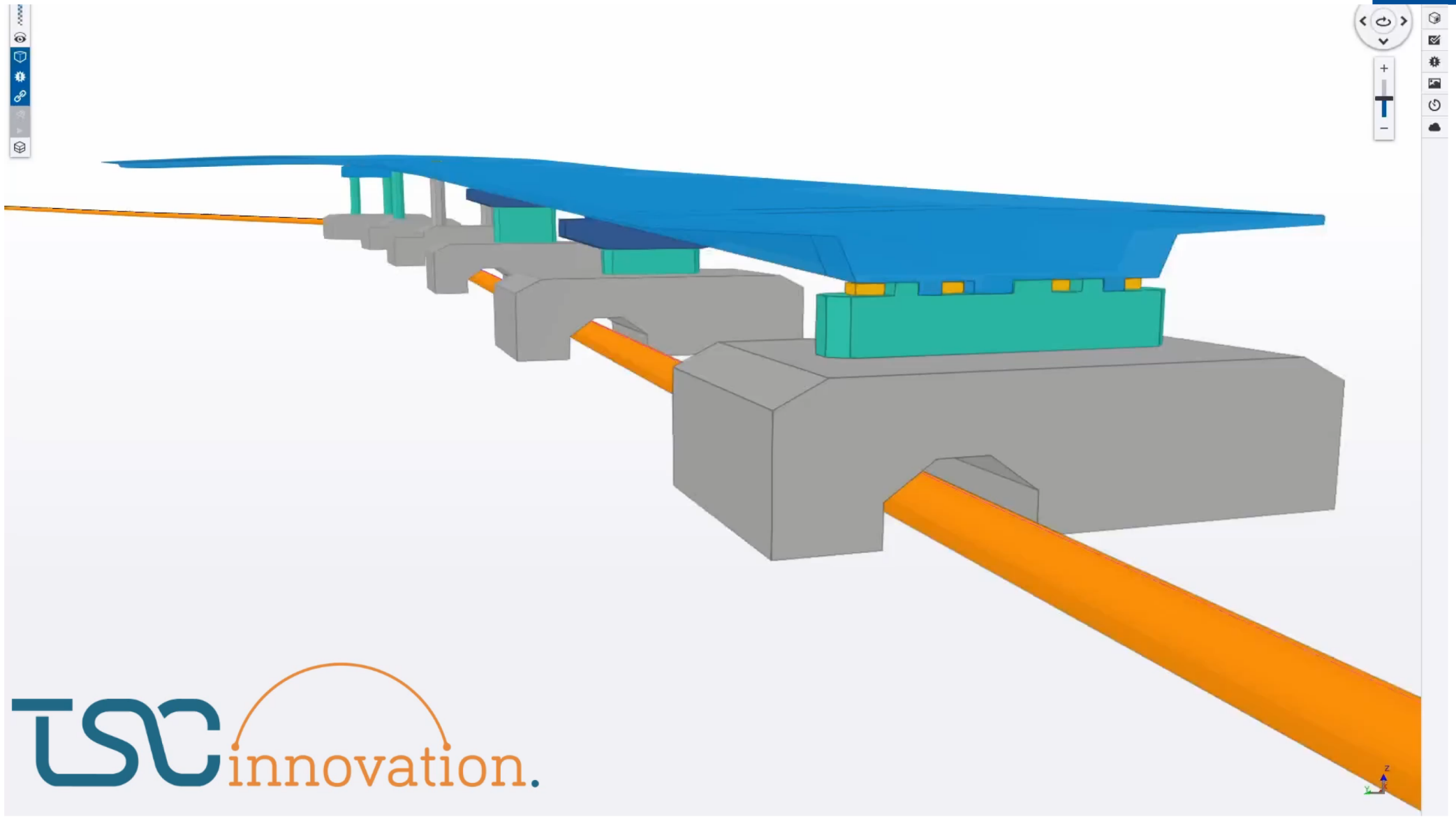
OVALO MONITOR - PREARMADO



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE VALIDACION DE MODELOS BIM PARA FABRICACION DIGITAL CON PLANOS EN VISTA DE MODELO, AR Y VR

OVALO MONITOR - PREARMADO



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE LA VARIABILIDAD EN LA ENTREGA DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

ACERO DIMENSIONADO

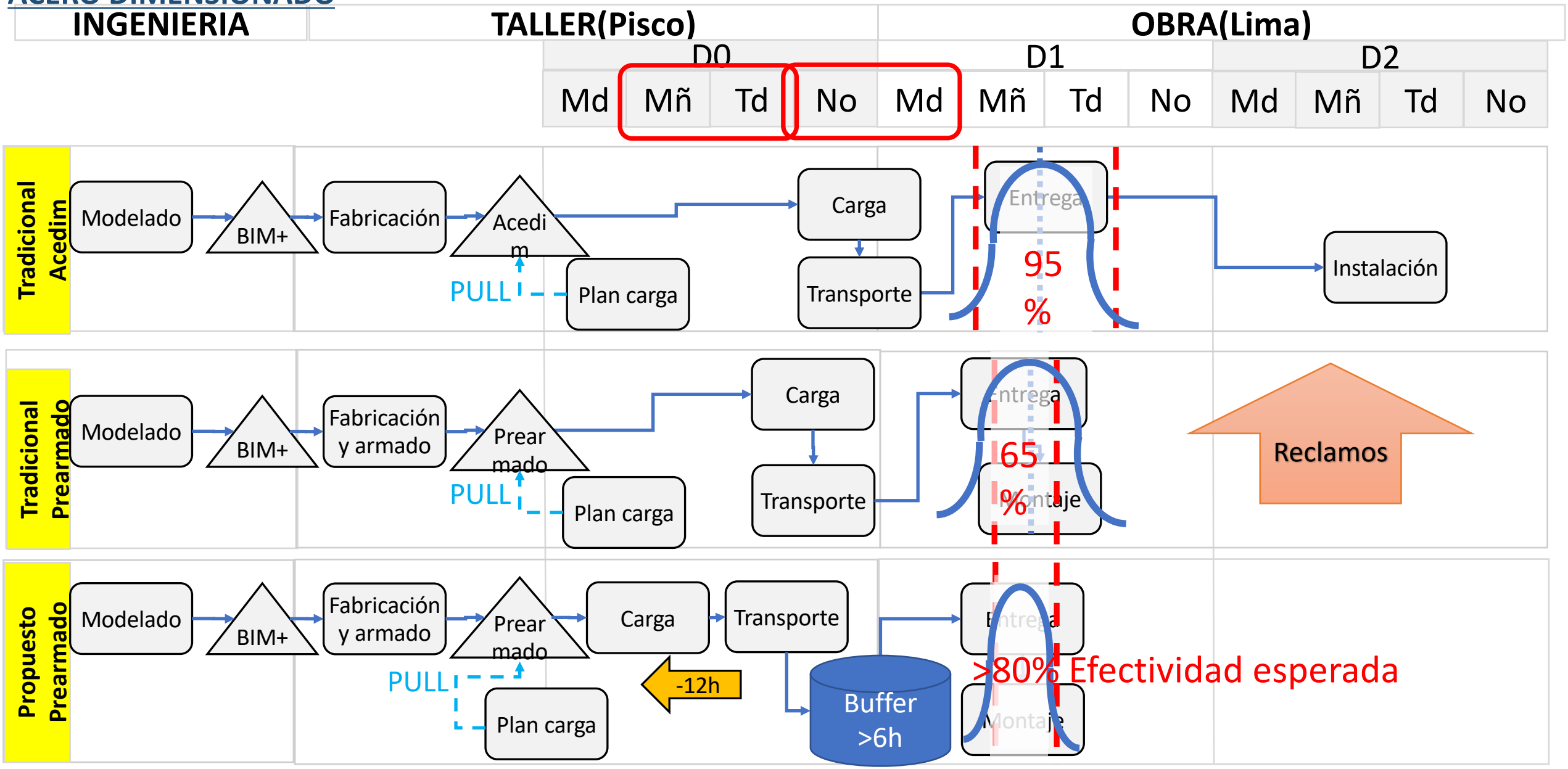
CORTE Y DOBLADO(2019)

PREARMADO(2020)

INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DE LA VARIABILIDAD EN LA ENTREGA DE ARMADURA INDUSTRIALIZADA

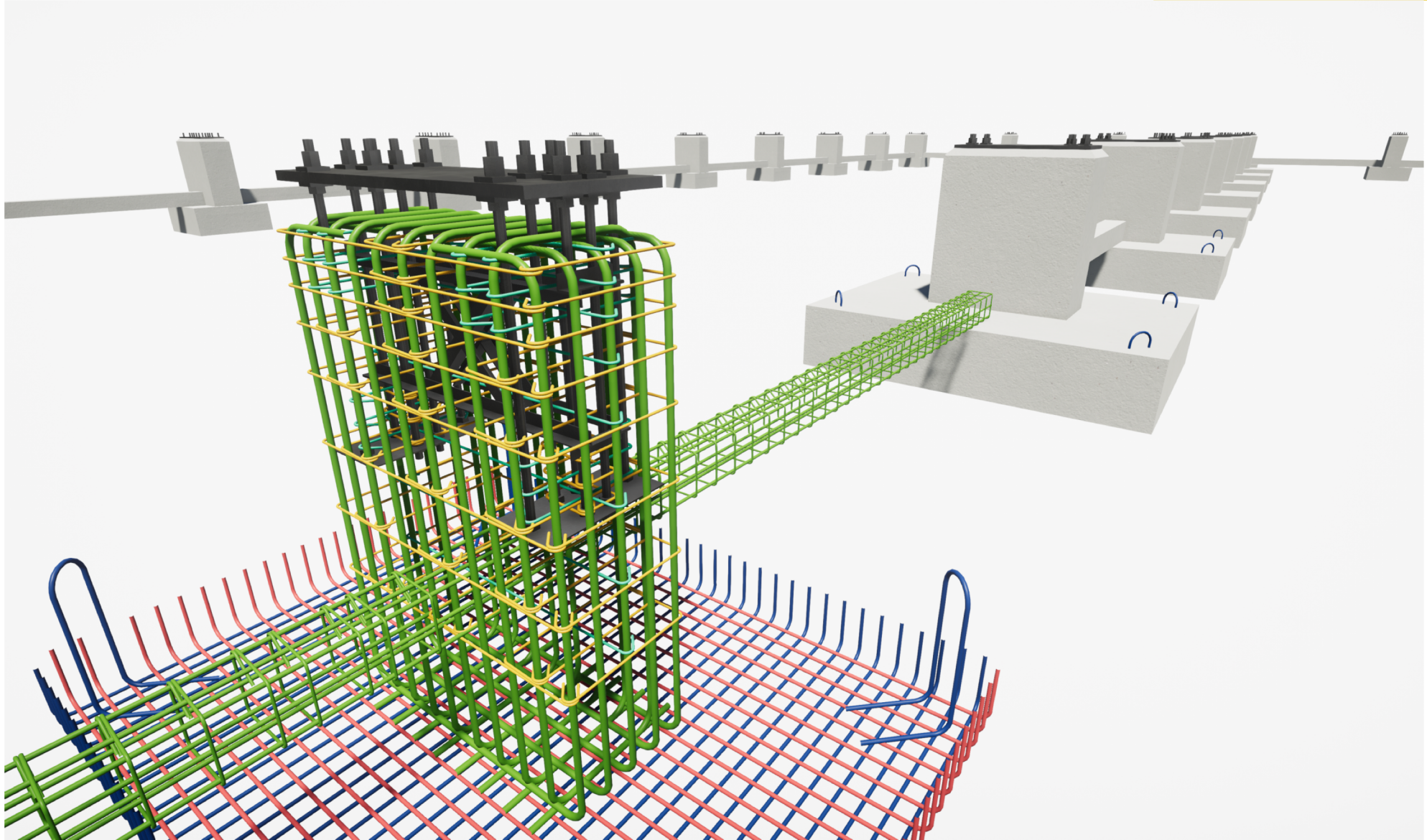
ACERO DIMENSIONADO



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE EJECUCION PARA PROPUESTA A SUMA ALZADA DE CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL CON CIMENTACIONES PREFABRICADAS DE CONCRETO

NAVE INDUSTRIAL



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE EJECUCION PARA PROPUESTA A SUMA ALZADA DE CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL CON CIMENTACIONES PREFABRICADAS DE CONCRETO

NAVE INDUSTRIAL

Ingeniería tradicional

14 Semanas

Concreto vaciado insitu

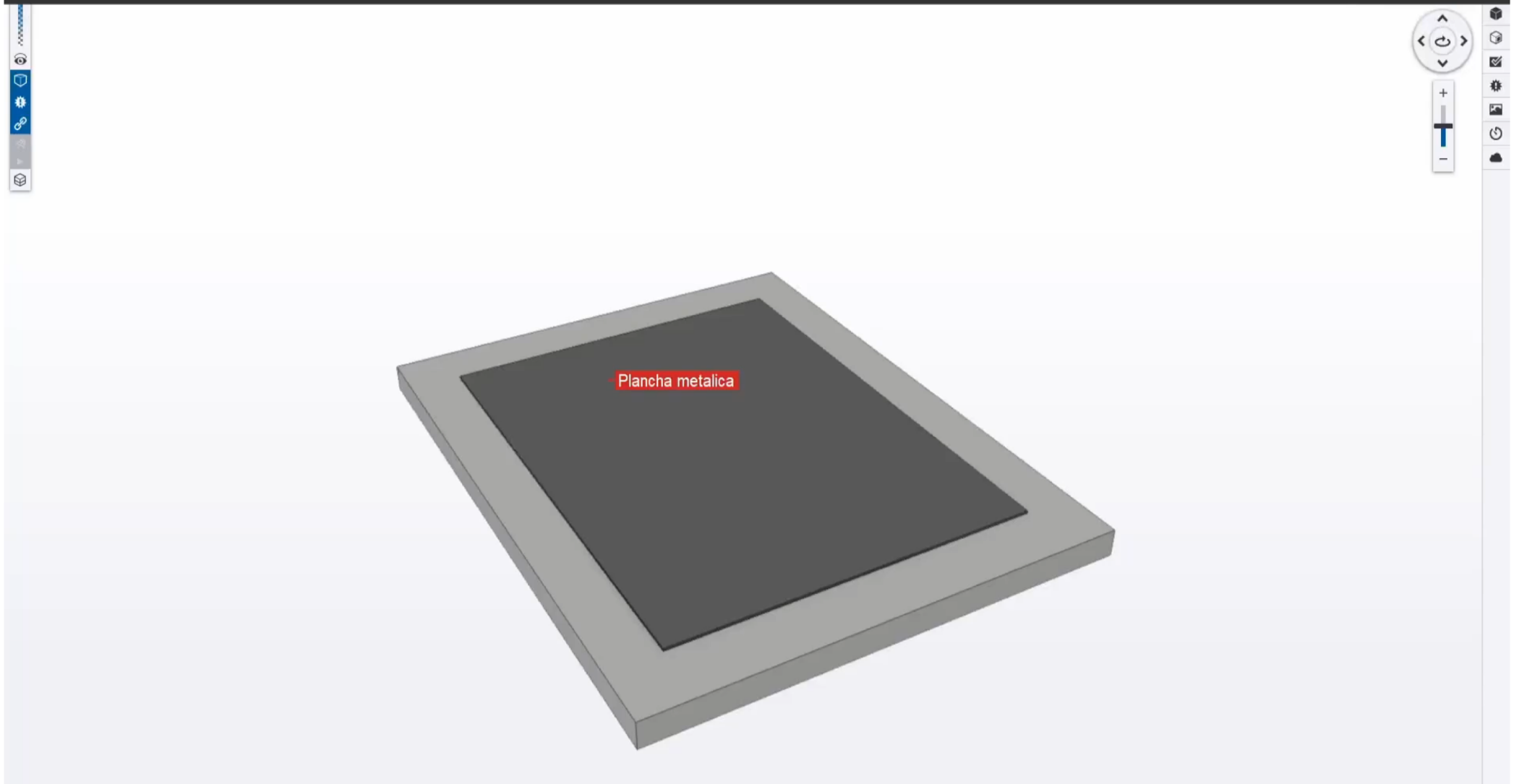
	Semanas													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ingenieria	Basica	Basica	Detalle		Detalle										
Mov tierra y concreto simple		Total	Total		Total	Total									
Concreto armado							Total	Total	Total	Total	Total	Total			
Fabricación EEMM							Total	Total	Total	Total	Total				
Montaje EEMM											Total	Total	Total	Total	Total

INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE EJECUCION PARA PROPUESTA A SUMA ALZADA DE CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL CON CIMENTACIONES PREFABRICADAS DE CONCRETO

NAVE INDUSTRIAL

SECUENCIA DE PREFABRICADO



INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE EJECUCION PARA PROPUESTA A SUMA ALZADA DE CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL CON CIMENTACIONES PREFABRICADAS DE CONCRETO

NAVE INDUSTRIAL

[redacted]

INDUSTRIALIZACION ESTRUCTURAL CON VDC

REDUCCION DEL TIEMPO DE EJECUCION PARA PROPUESTA A SUMA ALZADA DE CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL CON CIMENTACIONES PREFABRICADAS DE CONCRETO

NAVE INDUSTRIAL

	Semanas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ingenieria	Basica	Basica	Detalle	Detalle										
Mov tierra y concreto simple		Total	Total	Total	Total									
Concreto armado						Total	Total	Total	Total	Total	Total			
Fabricación EEMM						Total	Total	Total	Total	Total				
Montaje EEMM										Total	Total	Total	Total	Total

	Semanas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ingenieria	Detalle	Detalle	Detalle											
Prefabricado		Taller	Prefabricado	Prefabricado	Prefabricado	Montaje								
Mov tierra y concreto simple		Total	Total	Total	Total									
Vigas cimentación						Total	Total							
Fabricación EEMM			Total	Total	Total	Total	Total							
Montaje EEMM							Total	Total	Total	Total				

Ingeniería de proveedor

Prefabricado de concreto

Reducción de 4 semanas en tiempo de construcción

Gracias!

fquiroz@tscinnovation.com

BIM helps create certainty of the digital and physical product

- The design is buildable.
  - All key builders have provided design input.
- The building that was designed is the building that's actually built.
  - Information is flowing seamlessly from design to detailing to fabrication to construction, and beyond.

©2021

The design is buildable

Controllable factors

- Trade contractors providing input to the design
- MMI of the BIM
- Collaboration technologies (e.g., Virtual Reality)
- Number and timing of ICE sessions focused on buildability

”Late” production metrics (what you really want to achieve en route to the project and client objectives

- Number of design changes during construction due to buildability issues

“Early” production metrics (“things” you can measure soon after the actions of the controllable factors)

- Number of design improvements offered by the trade contractors
- Number of buildability design improvements incorporated in the design
- Number of disciplines that have signed off on the buildability of the design
- Percent of off-site fabrication

©2021

The building that was designed is being built

Controllable factors

- Information flow (format, content, timing) to the field (BIM to field)
- MMI of the BIM
- Combination of BIM and schedule information (e.g., 4D models, assembly diagrams)
- Pull planning, weekly, and daily planning meetings that use BIM
- Construction information (e.g., for procurement) derived from BIM
- # of building parts produced directly from BIM (e.g., with CNC methods)

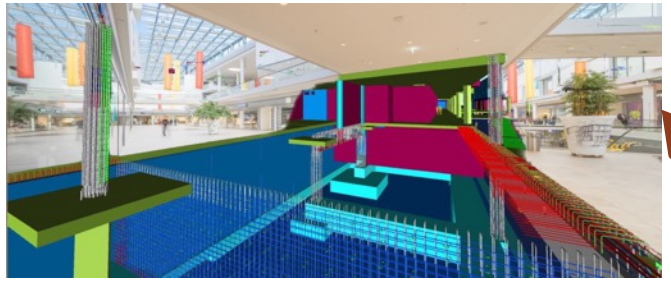
Production metrics

- # of days and # of crews that have the right information for the day
- Work hours lost due to information flow issues (incorrect, late information)
- # of design changes to improve buildability
- % of the design specifications that are built correctly the first time

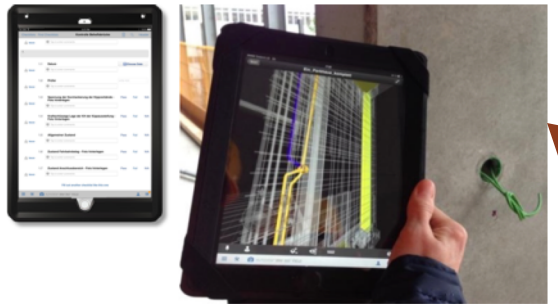
©2021

How Will You Leverage BIM in 2021 and Beyond?

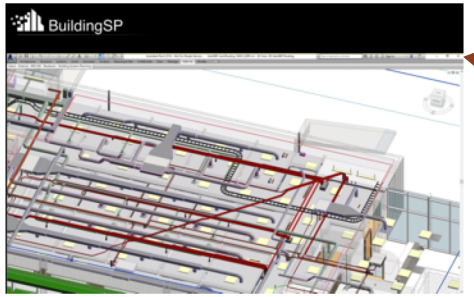
Visualization



Information Integration

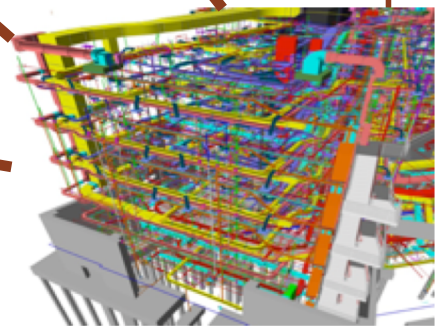


Automation



Open whole scope of hospital on budget and 30% earlier than typical

Highly reliable construction



BIM Deep Dive

International example
VIA: Visualization, Info Integration, Automatio
Production metric

Martin Fischer

Learning Objectives:

1. You have refreshed and strengthened your understanding of the role of BIM in VDC and in achieving project and client objectives with greater reliability.
2. You have gained ideas for using VIA on your projects.
3. You are comfortable in defining BIM-related production metrics.

Stanford
Center for Professional Development

Stanford | Center for Professional Development

Stanford
Center for Professional Development