

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

**Análisis comparativo de la rentabilidad entre el modelo convencional
CAD y el BIM en la etapa de planificación del bloque de administración
de la escuela técnico superior PNP – Arequipa**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Por:

Darwin Daniel Ureta Machaca

Jair Oscar Chileno Trujillo

Asesor:

Ing. Ruben Fitzgerald Sosa Aquisé

Juliaca, julio de 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

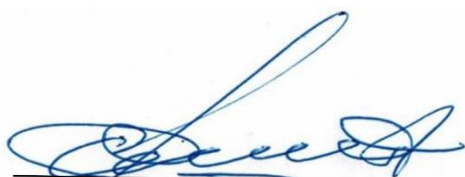
Rubén Fitzgerald Sosa Aquisé, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RENTABILIDAD ENTRE EL MODELO CONVENCIONAL CAD Y EL BIM EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL BLOQUE DE ADMINISTRACIÓN DE LA ESCUELA TÉCNICO SUPERIOR PNP – AREQUIPA”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres Darwin Daniel Ureta Machaca y Jair Oscar Chileno Trujillo para obtener el título de Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 26 días del mes de julio del año 2022.



Ing. Rubén Fitzgerald Sosa Aquisé



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 26 día(s) del mes de julio del año 2022, siendo las 14:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Herson Duberly Pari Cusi, el secretario: Ing. Jose Pacori Pacori y los demás miembros: Ing. Luana Beatriz Aguirre Pari y el asesor: Ruben Fitzgerald Sosa Aguirre

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Análisis comparativo de la rentabilidad entre el modelo convencional CAD y el BIM en la etapa de planificación del bloque de administración de la escuela Técnico superior PNP - Arequipa" de el(los)/la(las) bachiller(es): a) Jair Oscar Chileno Exujillo b) Daruim Daniel Ueta Machaca conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil (Nombre del Título Profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Jair Oscar Chileno Exujillo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy Bueno

Candidato (b): Daruim Daniel Ueta Machaca

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy Bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Signatures for Presidente, Asesor, and Candidato(a) (a).

Signature for Miembro.

Signature for Secretario.

Signature for Miembro and Candidato(a) (b).

Análisis comparativo de la rentabilidad entre el modelo convencional CAD y el BIM en la etapa de planificación del bloque de administración de la escuela técnico superior PNP – Arequipa

Darwin Daniel Ureta Machaca, Jair Oscar Chileno Trujillo, Rubén Fitzgerald Sosa Aquisé
EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo determinar en qué porcentaje se optimizan los costos aplicando la metodología BIM. Tiene un enfoque cuantitativo, el nivel de investigación es explicativo y descriptivo, el estudio será de tipo experimental de causa-efecto. El proyecto cuenta con 159 partidas que fueron modeladas utilizando el software Revit, posteriormente se compararon con los datos del expediente técnico, se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia. Se demostró la hipótesis planteada a un nivel de confiabilidad del 99%. Aplicando BIM se obtuvo que el costo directo del proyecto es de S/1,521,128.15, teniendo un monto superior al del expediente por S/ 37,982.79 obteniendo un porcentaje de optimización del 2.52%. Se realizó el modelo virtual del proyecto en LOD 400 con el software Revit. El análisis de rentabilidad del BIM arrojó un 109.97% de retorno de la inversión. Los metrados extraídos con BIM presentaron un error máximo de 35.51% a diferencia de los metrados del expediente técnico (1050.00%), debido a variaciones muy altas en partidas específicas y también partidas que tenían presencia en los planos, pero no se habían contabilizado en el expediente.

Palabras clave: Metrados, Metodología tradicional, Metodología BIM, Rentabilidad, Revit.

Abstract

The objective of this research is to determine in what percentage costs are optimized by applying the BIM methodology. It has a quantitative approach, the level of research is

explanatory and descriptive, the study will be of an experimental cause-effect type. The project has 159 items that were modeled using the Revit software, later they were compared with the data of the technical file, the non-probabilistic demonstration was obtained for convenience. It is assumed that the hypothesis raised at a confidence level of 99%. Applying BIM, it was obtained that the direct cost of the project is S/1,521,128.15, having an amount higher than the file for S/ 37,982.79, obtaining an optimization percentage of 2.52%. The virtual model of the project was made in LOD 400 with Revit software. The profitability analysis of the BIM showed a 109.97% return on investment. The measurements extracted with BIM showed a maximum error of 35.51%, unlike the measurements of the technical file (1050.00%), due to very high variations in specific items and also items that were present in the plans, but had not been accounted for in the proceedings.

Keywords: Metrados, Traditional Methodology, BIM Methodology, Profitability, Revit.

1. Introducción

Actualmente en las edificaciones de nuestro país se presentan deficiencias en la elaboración de proyectos específicamente en el desarrollo de los planos y cálculo de metrados, debido a que no se cuenta con un buen sistema de retroalimentación de la información entre los especialistas involucrados en su elaboración, lo cual conlleva a un margen de error elevado en los presupuestos de obras por no tener exactitud en los metrados de este modo se obtienen expedientes inexactos.

Algunas constructoras aún continúan desarrollando proyectos con el modelo tradicional CAD. Hasta ahora esto ha ayudado, pero con todas sus limitaciones y generando problemas de compatibilidad entre los datos Moreno (2019).

En el aspecto nacional, el inicio de la implementación BIM se ha convertido en un desafío para el corporativo privado, BIM llegó al país aproximadamente en el año 2014, por medio de grandes corporaciones, pero pasó desapercibido, solo hasta hace dos años las empresas empezaron a fijar sus miradas en este sistema Atencio (2019).

Salinas & Prado (2019) señala que actualmente en el Perú se ve un interés ascendente por parte de las instituciones públicas en usar las aplicaciones BIM para evitar los errores típicos (adicionales de obra, extensiones de plazos de entrega) de proyectos públicos y también para evitar actos de corrupción en estas obras, los que son consecuencia directa de la falta de transparencia en el desarrollo de estos proyectos. Inclusive, el Ministerio de Economía y Finanzas Mediante la resolución directoral N° 0002-2021-EF/63.01 Aprueba el Plan de implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú, el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030, aprobado por Decreto Supremo N° 237-2019-EF, el cual establece la “Medida de Política 1.2: Plan BIM”, con el objetivo de incorporar progresivamente la metodología colaborativa de modelamiento digital de información para la construcción (BIM, por sus siglas en inglés: Building Information Modeling) en el sector público.

Por lo anterior expuesto, la presente investigación plantea la siguiente hipótesis: Aplicando la metodología BIM en el bloque de administración de la escuela técnico superior PNP – Arequipa se optimizan los costos directos. Tomando como variable independiente la metodología BIM y variables dependientes los costos directos del proyecto y la rentabilidad.

El objetivo principal de esta investigación ha sido determinar en qué porcentaje se optimizan los costos aplicando la metodología BIM en el bloque de administración de la escuela técnico superior PNP – Arequipa. Asimismo, los objetivos específicos buscan desarrollar el modelo virtual BIM del proyecto a nivel de detalle LOD 400, comparar el uso de herramientas de modelamiento de proyectos BIM con la metodología convencional CAD en los procesos de planificación de expediente técnico a nivel de costo directo, evaluar la rentabilidad que se obtiene utilizando el sistema de herramientas de modelamiento de gestión de proyectos BIM sobre el método convencional y por último, evaluar el nivel de confiabilidad que tiene la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional en base a un grupo de control.

2. Materiales y Métodos

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se recolectarán datos que serán usados para evaluar si la hipótesis propuesta es correcta, utilizando una base de medición numérica, dichos números se transformaran en datos indicadores para probar distintos fundamentos que justifiquen la hipótesis. El nivel de investigación es explicativo porque estará

dirigida a encontrar las causas de los problemas expuestos del proyecto durante el periodo de estudio. El diseño de la investigación es descriptivo, porque reunirá datos directamente relacionados con el problema en específico, se expondrán y estudiarán durante el periodo de estudio. El estudio será de tipo experimental, con un grupo de variables constantes y otro grupo será medido como sujeto de prueba. Es un estudio de causa-efecto sin intervención; es decir, un estudio observacional que requiere evidenciar que el uso de las herramientas Building Information Modeling mejoran la planificación en la ejecución del proyecto.

2.1. Participantes

En nuestro caso la población está definida por el número de partidas del proyecto, es decir, todas las partidas del bloque de Administración de la escuela técnico superior PNP – Arequipa. Para tal motivo trabajaremos las 159 partidas que están definidas en el expediente técnico, por ende, nuestra población es finita, ya que la información ya está fijada en el expediente. El método utilizado para el muestreo fue el no probabilístico por conveniencia, ya que las partidas modeladas fueron elegidas de acuerdo a los objetivos del estudio.

2.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados son fichas de Observación (extraídas del expediente Técnico), tablas de planificación y cantidades, cuadros de resumen y variación y tablas de comparación.

Para la recolección de datos se utilizaron cuadros comparativos con los datos obtenidos del proyecto en BIM versus los datos existentes del expediente técnico, agrupándolo en 6 ítems por criterio de los autores del estudio: Análisis de variación de partidas (ítem 1), análisis comparativo de costos directos totales y por especialidad (ítem 2), análisis de rentabilidad (ítem 3), margen de error de la metodología BIM y expediente técnico (ítem 4), comprobación de la hipótesis (ítem 5).

2.3. Análisis de datos

Luego de realizar el modelo virtual del proyecto BIM del “Bloque de Administración de la Escuela Técnico Superior PNP – Arequipa” se extrajo los datos de la cuantificación de

metrados del software Revit para hallar el nuevo presupuesto, se introdujeron y compararon con los datos del expediente técnico usando el software Excel, con lo cual se obtuvo el porcentaje de variación de datos, se hizo un análisis e interpretación de resultados que se plasmaron en tablas.

Finalmente, los datos obtenidos mediante BIM y el expediente hecho con CAD se comparó con un grupo de control elaborado por los tesisistas que consiste en un metrado manual, el cual después de tres revisiones estrictas y minuciosas se aprobó como grupo de control para este estudio. Luego se utilizó la prueba unilateral de cola a la izquierda para determinar la confiabilidad de la metodología BIM.

3. Resultados y Discusión

3.1. Análisis de variación de partidas

En la tabla 1 se revisó el total de partidas del proyecto y las partidas con variación en el metrado, comparando la metodología BIM y la metodología utilizada en el expediente.

Tabla 1

Tabla de variación de partidas

PARTIDAS	UND	N.º de partidas	Porcentaje (%)
Total de partidas del proyecto	und	159	100.00%
Total de partidas con variación	und	111	69.81%
Total de partidas sin variación	und	48	30.19%

Del total de partidas modeladas con la metodología BIM, el 70% (111 partidas) son distintas a las que tenemos en el expediente técnico elaborado con la metodología tradicional, y solo 48 partidas tienen valores iguales debido a que al modelar el bloque virtualmente las herramientas que nos brinda la metodología BIM nos permiten obtener un metrado exacto.

Tabla 2*Tabla de variación de partidas por especialidad.*

ESPECIALIDAD	Total partidas	P. con variación	P. sin variación	Porcentaje	
				P. con variación	P. sin variación
Estructuras	31	31	0	100.00%	0.00%
Arquitectura	32	30	2	93.75%	6.25%
Ins. Sanitarias	72	36	36	50.00%	50.00%
Ins. Eléctricas	24	14	10	58.33%	41.67%
Total	159	111	48	69.81%	30.19%

Como podemos ver en la tabla anterior la especialidad con la mayor variación es la de estructuras seguido de arquitectura, además se aprecia que en todas las especialidades más del 50% tienen variación, siendo esto un factor perjudicial para nuestros costos directos.

3.1. Análisis de costos directos totales y por especialidad del proyecto

Tabla 3*Comparación de costos directos totales y por especialidad*

Especialidad	Exp. Téc.		Uso Software BIM		Grupo de Control (G.C.)		Diferencia		
							entre Exp. Téc. y Met. BIM	(%) Dif. con el G.C.	
Estructuras	S/	662,238.15	S/	669,389.79	S/	676,059.86	-S/	7,151.65	1.06%
Arquitectura	S/	711,127.77	S/	737,396.44	S/	718,174.47	-S/	26,268.67	3.66%
Inst. Sanitarias	S/	31,287.36	S/	36,156.04	S/	36,547.13	-S/	4,868.68	13.32%
Inst. Eléctricas	S/	78,492.07	S/	78,185.87	S/	77,920.33	S/	306.20	0.39%
Total	S/	1,483,145.36	S/	1,521,128.15	S/	1,508,701.78	-S/	37,982.79	2.52%

En la tabla 3 resumimos el costo por especialidad del expediente técnico, los datos obtenidos del uso de la metodología BIM y el grupo de control, en el cual revisamos manualmente partida por partida del proyecto para así tener una base con la cual poder

examinar los otros resultados, hallando así un porcentaje de diferencia entre el expediente técnico y BIM en función de nuestro grupo de control.

Podemos observar que el costo directo del proyecto según el expediente técnico es de S/1,483,145.36, el costo BIM es de S/1,521,128.15 y en el grupo de control S/1,508,701.78, de modo que el costo del método BIM y el costo del grupo de control se asemejan más que lo presupuestado en el expediente técnico.

Según Ramos (2019) se debe considerar el enfoque BIM desde las primeras etapas del proyecto hasta el final, para así mejorar la calidad y evitar errores en el diseño, incongruencia en los planos de una misma especialidad, incompatibilidad entre disciplinas y omisiones de elementos por falta de detalles que sobresalen en la fase de construcción. Por este motivo es que podemos observar que existe una diferencia entre los resultados BIM y el grupo de control, ya que al construir virtualmente es más difícil omitir algún detalle o elemento contrariamente a lo que sucede al metrarlo manualmente.

Tabla 4

Resultados de estudios similares.

Estudios Similares	Proyectos	Optimización
Chirinos & Pecho (2019)	Proyecto multifamiliar	1.97% S/ 355,948.42
Pinchi & Ruiz (2021)	Hotel	2.03% S/ 21,716.87
Tesistas	Bloque de Administración de policías	2.52% S/ 37,982.79
Durand (2017)	Hotel de aeropuerto	2.82% S/ 760,396.76
Mulato (2018)	Pabellón Administrativo Institución Educativa	3.84% S/ 14,930.19
Atencio (2019)	Centro cívico	7.36% S/ 48,090.41
Moreno (2019)	Planta de tratamiento	8.07% S/ 38,476.96
Villa (2017)	Colegio inicial	16.63% S/ 126,636.91

En la tabla anterior podemos ver los resultados de otras tesis similares y en todos los casos se obtiene una optimización similar a nuestro resultado e incluso mayor, en distintos tipos de edificaciones y una planta de tratamiento.

3.2. Análisis de Rentabilidad BIM.

Mediante las siguientes tablas analizaremos el costo estimado de la aplicación de la metodología BIM para este proyecto.

Debido a que para implementar la metodología BIM se necesita conocimientos previos sobre el software de aplicación, se considerará un costo de capacitación para los modeladores, el cual fue obtenido de la Escuela de Construcción Digital con el curso denominado “Elaboración de expedientes técnicos con BIM”.

Tabla 5

Costo de capacitación

Descripción	Cantidad
Modeladores BIM	2
Costo de Capacitación	S/1,795.50
Costo Total	S/3,591.00

Fuente: <https://escuelaconstrucciondigital.com/Cursos>

Se requerirán unos equipos de capacidad considerable pero solo se asumirá el precio correspondiente a la depreciación de un 25% según la Base legal: Art. 39o T.U.O. de la Ley del Impuesto a la Renta modificado por Ley No 29342 vigente a partir de 01.01.2010 y 22 Inc. a) Reglamento de la Ley del Impuesto a la Renta que Fija a la depreciación de los equipos de procesamiento de datos con 25% al año y con una vida útil de cuatro años (García, Infantas, & García, 2017).

Tabla 6

Costo de equipos

Descripción	Cantidad
PC Intel Core i7-10700 2.9/4.8GHZ 10ma Gen.	S/ 4,999.00

RAM: 8GB DDR4 con disipador	
Disco sólido SSD 240GB	
Disco Duro SEAGATE 1TB SATA 6Gb/s 64 MB 3.5"	
Tarjeta de video NVIDIA GEFORCE 4GB GTX1050	
LED CURVO 1920x1080, HDMI/VGA	
Cantidad (und)	2
Depreciación	25%
Costo Total	S/ 7,498.50

Fuente: <https://www.falabella.com.pe/falabella-pe/product/17898203/Pc-Intel-Core-I7-8Gb-Ssd240+1Tb-Gtx1050-4Gb-23/17898203?kid=shopp23fa>

En la siguiente tabla se describe el costo del modelamiento y gestión de la aplicación de la metodología BIM y la extracción de metrados en el software Revit. Para este proyecto se contabilizaron las horas trabajadas por los tesisistas en desarrollar el modelo BIM del expediente de estudio que fueron de 8 semanas con una jornada de 5 horas diarias. El costo por horas hombre se calculó de acuerdo a la jornada laboral de 48 horas a la semana con 4 semanas por mes y se asumió un sueldo mensual de S/3,500.00 lo que resultó en una tarifa de S/17.50 por horas hombre.

Tabla 7

Costo de modelamiento y gestión

Descripción	Cantidad
Modeladores BIM	2
Tiempo de Ejecución (hh)	200
Costo de HH	S/17.50
Costo de modelamiento y gestión	S/7,000.00

El costo total de la implementación BIM en el proyecto será descrito en la siguiente tabla.

Tabla 8

Costo de implementación BIM

Descripción	Cant.
Costo de capacitación	S/ 3,591.00

Costo de modelamiento y gestión	S/ 7,000.00
Costo de Equipos	S/ 7,498.50
Costo de Implementación BIM	S/ 18,089.50

En cuanto al software Revit, se utilizará la versión estudiante, la cual es gratuita por Autodesk durante 3 años.

Una vez obtenidos todos estos datos podemos calcular el retorno de inversión (ROI), de la implementación de la metodología BIM, para así poder evaluar la rentabilidad. Este criterio fue tomado del estudio realizado por (Goyzueta & Puma, 2016) en el que indica los recursos necesarios para la implementación de la metodología BIM en una empresa. La rentabilidad se calcula haciendo una relación entre la utilidad neta y el costo de la implementación BIM Cabrera & Quiroz (2020).

$$ROI\% = \frac{UNB}{CIB}$$

UNB = Utilidad neta con BIM

CIB = Costo de inversión de implementación BIM

Tabla 9

Cálculo del Retorno de inversión (ROI)

Descripción	Cant.
Ajuste de Costo Directo con BIM	S/ 37,982.79
Costo Implementación BIM	S/ 18,089,50
Utilidad Neta	S/ 19,893.29
ROI %	109.97%

De la tabla anterior se puede mencionar que se obtuvo un porcentaje de retorno de inversión de 109.97% respecto al ajuste en el costo directo obtenido de los metrados extraídos con la metodología BIM, lo cual quiere decir que por cada sol que se invirtió para implementar BIM, se obtuvo S/1.10 soles de retorno.

3.3. Margen de error de la metodología BIM y expediente técnico

Para comprobar nuestra hipótesis se realizó un análisis de los metrados y costos de las 159 partidas del expediente técnico y del BIM, para compararlas con el metrado del grupo de control. Adicionalmente se preparó un gráfico de cómo varían los porcentajes de margen de error del expediente técnico y del BIM en función al grupo de control, donde el mayor error se encuentra en el expediente técnico y es de 1050%.

3.4. Discusión

Podemos ver en los resultados de la Tabla 3 que el proyecto completo en base al costo directo se optimiza un 2.52% representando esto S/37,982.79 nuevos soles, de tal modo vemos que usando la metodología BIM la especialidad donde apreciamos mayor porcentaje de diferencia en función al grupo de control es la de las instalaciones sanitarias con un 13.32% que representa S/4,868.68 soles. Sin embargo, el mayor impacto económico directo con un 3.66 % se encuentra en la partida de arquitectura con S/26,268.67 soles, esto quiere decir que esta es la especialidad con mayor repercusión en el costo directo.

Resultados similares se encontraron en estudios como el realizado por Mulato (2018) donde se obtuvo una optimización de 3.84% siendo esto S/14,930.19 nuevos soles. En el estudio realizado en la tesis de Villa (2017) obtuvo una optimización de 16.63% siendo S/126,636.91 nuevos soles. Atencio (2019) obtuvo un resultado de 7.36% que son S/48,090.41 nuevos soles. Moreno (2019) concluye que utilizando este método optimizó un 8.07% siendo S/38,476.96 nuevos soles. Pinchi & Ruiz (2021) obtuvo una optimización de 2.03% que representa S/. 21,716.87 nuevos soles. Durand (2017) obtuvo un porcentaje de optimización de 2.82% siendo esto S/. 760,396.76 nuevos soles. Chirinos & Pecho (2019) obtuvo un porcentaje de optimización de 1.97% siendo esto S/. 355,948.42 nuevos soles. Estos resultados encontrados en estos estudios representan antecedentes favorables para la presente investigación ya que en base a estos se ha podido desarrollar y encontrar una optimización en el costo directo del 2.52%.

Sabemos que los resultados que se obtienen en cada proyecto son únicos. Para este estudio, nuestro resultado de optimización se obtiene por los errores que encontramos en la

información del expediente técnico, por lo tanto, el resultado para otras investigaciones es variable en función a las condiciones tales como la cantidad de errores que se encuentran en los metrados, la magnitud del proyecto, la experiencia de la empresa y de su área de proyectos BIM. Entonces podemos afirmar que es poco probable que un proyecto no tenga errores, caso contrario sucede con la información obtenida de la metodología BIM, ya que nos permite construir virtualmente el proyecto y toda la información obtenida proviene del modelo que debe estar tal y como se verá en la finalización de la construcción. Al respecto Benavides (2019), afirma que aplicando el conocimiento BIM se genera una maqueta virtual en la que se detectan las fallas y problemas para posteriormente levantar esta información. Dicho esto, se puede argumentar que el valor obtenido (2.52%) es único para este proyecto, pero independientemente de esto obtendremos resultados favorables lo cual también podemos comprobarlo con los estudios citados.

Debido a que nuestra optimización va de la mano con la rentabilidad podemos decir que para otros proyectos se puede obtener un valor similar o incluso mayor generando beneficios para la empresa consultora y para los clientes, por lo tanto, es recomendable aplicar la metodología BIM a proyectos de edificaciones.

De acuerdo a la tabla 4 podemos ver los resultados obtenidos por los expertos en el tema utilizando la misma metodología, que consiste en modelar el proyecto con BIM y comparar resultados con lo tradicional, calculando el porcentaje de optimización, obteniendo valores similares a los del presente estudio, proyectos diversos de edificaciones desde viviendas familiares, hoteles, colegios, centros cívicos, pabellones administrativos, y también una planta de tratamiento fueron estudiados teniendo como variable principal la calidad del expediente técnico, esto quiere decir que si se realiza otro estudio similar si se obtendrá una optimización pero no necesariamente el valor será el mismo.

Se obtuvo los márgenes de error del BIM y el expediente técnico en función a un grupo de control elaborado por los autores, donde los metrados extraídos de la metodología BIM obtuvieron un porcentaje de error máximo del 35.51% en función a los metrados del grupo de control. En cuanto al método tradicional utilizado en el expediente técnico se obtuvo un porcentaje de error máximo de 1050.00% en la partida “05.04.01.01 Caja de F°G° de 200x200x100 mm” en función al grupo de control. En 8 partidas se encontró un error de más de 100% debido a que sus metrados fueron sobreestimados en el expediente técnico.

Demostrando así que usando la metodología BIM obtenemos menor margen de error y que existe una optimización de costos que deriva de una cuantificación de metrados más exacta.

Al respecto Cabrera & Quiroz (2020) menciona que se puede verificar la gran capacidad de los modelos BIM al obtener los metrados rápidamente, además, el tiempo necesario para obtener los metrados de un modelo BIM es independiente de la cantidad de metrado abarcado, es decir, toma el mismo tiempo obtener el metrado de todo el edificio que de un solo piso y si se realiza algún cambio se actualizará automáticamente, lo cual es contrario a lo que sucede en el método tradicional. En este caso, debido a que pudo corroborarse la ventaja que otorga esta metodología, podemos recomendar la implementación BIM en otros proyectos.

Los hallazgos refieren que utilizando la metodología BIM se evita interferencias entre especialidades, permite construir digitalmente para así darnos cuenta de los errores y evitar cometerlos durante la ejecución de la obra, donde significaría un costo adicional, puede tomar un poco más de tiempo que dibujar un plano con el método tradicional, pero nos da una visión completa del proyecto y una medición exacta.

Por otro lado, utilizando la metodología BIM se evitará una pérdida de S/37,982.79 nuevos soles, que es el sobre costo total del bloque de administración en el costo directo, ya que en el expediente técnico se aprecia menor metrado en varias partidas en comparación a la metodología BIM, lo que podría repercutir en ampliaciones de plazo y presupuesto durante la ejecución de la obra, lo que conllevaría a mayores costos indirectos perjudicando aún más a la empresa ejecutora y al cliente. Al respecto, Tabilo (2019) concluye que no utilizar la metodología BIM puede provocar un sobre costo de alrededor de 20% para proyectos complejos, generando aumento de plazos y cobro de gastos generales, por lo cual el beneficio de usar metodología BIM si es aplicado desde la etapa de diseño y planificación será mucho mayor, se deberá invertir un poco al comienzo, pero los proyectos estarán mejor estudiados y se evitará atrasos y sobre costos en la etapa de construcción.

Según lo analizado en esta tesis se obtuvo una utilidad neta de S/ 19,893.29 y un 109.97% de retorno lo cual conlleva a que por cada sol que se invirtió en implementar BIM se obtuvo un retorno de S/ 1.10 por ende, sabemos que este expediente fue elaborado y revisado minuciosamente por especialistas y no contiene demasiados errores como suelen encontrarse en otros proyectos, aun así, la implementación de la metodología BIM sigue siendo rentable.

Por su parte, Cabrera & Quiroz (2020) obtuvieron una utilidad de S/25,822.02 así como un valor de 109% de retorno en la inversión, esto quiere decir que por cada sol que se hubiese invertido en BIM, se hubiera recibido S/ 1.09.

Para evaluar la confiabilidad de la metodología BIM se realizó un procesamiento estadístico con los datos obtenidos, donde se aprueba la hipótesis a un nivel de confianza del 99%, otro estudio similar realizado por Mulato (2018), afirma que el porcentaje de margen de error en los costos de las partidas del proyecto con la utilización de metodología BIM es inferior a la de la metodología tradicional usado en el expediente técnico, por lo tanto, existe optimización de costos.

Habiendo obtenido y discutido los resultados, podemos mencionar que el proyecto usando BIM ha tenido un incremento en el presupuesto inicial del expediente, pero sabiendo que para este caso el significado de optimización es obtener resultados reales y exactos en la obtención de los metrados podemos concluir que hemos optimizado los costos directos aplicando BIM.

Esta investigación destaca los beneficios cuantificables, pero existen beneficios cualitativos los cuales también aportan valor a la metodología por lo que se recomienda en futuras investigaciones analizar dichos beneficios.

El proyectista encargado en realizar el modelo BIM debe tener experiencia en construcción debido a que el objetivo de modelar es construir virtualmente el proyecto para así evitar errores en la etapa de ejecución. Además, se debe tener claro la información que se requiere extraer para que de este modo se obtengan las cantidades exactas por partidas del proyecto.

En cuanto a la rentabilidad de la implementación del BIM en la elaboración de proyectos, los beneficios serán más notorios a mediano y largo plazo debido a que el personal estará más capacitado y los presupuestos serán optimizados dando lugar a una mayor competitividad por los proyectos mejor elaborados.

Se recomienda hacer el análisis estadístico para comprobar si la implementación BIM es rentable o no, recopilando información de empresas consultoras en cuanto a los costos de implementación que estas han tenido para luego obtener una media muestral y finalmente recomendar la implementación a nivel del Perú a nuevas empresas emergentes.

4. Conclusiones

Teniendo en cuenta que el objetivo principal de este artículo es optimizar los costos directos se puede afirmar que se logró el objetivo de la investigación con un 2.52% de optimización en el costo directo al implementar la metodología BIM en la etapa de planificación.

Se logró construir el modelo virtual de bloque de administración de la escuela técnico superior PNP – Arequipa a nivel de LOD 400 con el software Revit.

Podemos afirmar que utilizando la metodología BIM la empresa puede evitar una pérdida o se puede ahorrar en el costo directo del proyecto S/37,982.79 soles ya que la manera convencional tiene deficiencias que no se controlan en su totalidad.

En cuanto a la rentabilidad se puede decir que la implementación del BIM trae consigo una mayor ganancia que la inversión realizada es decir un índice de retorno positivo, para este proyecto se obtuvo un 109.97%.

Para este proyecto se comprueba la hipótesis a un nivel de significancia del 1% y un nivel de confiabilidad del 99%, y se concluye que la metodología BIM logra optimizar los costos de las partidas analizadas en el bloque de administración de la escuela técnico superior PNP – Arequipa, debido a que la media muestral experimental del porcentaje del margen de error de la metodología BIM es de 3.50% y es menor a la media muestral del margen de error expediente técnico que es de 33.12%.

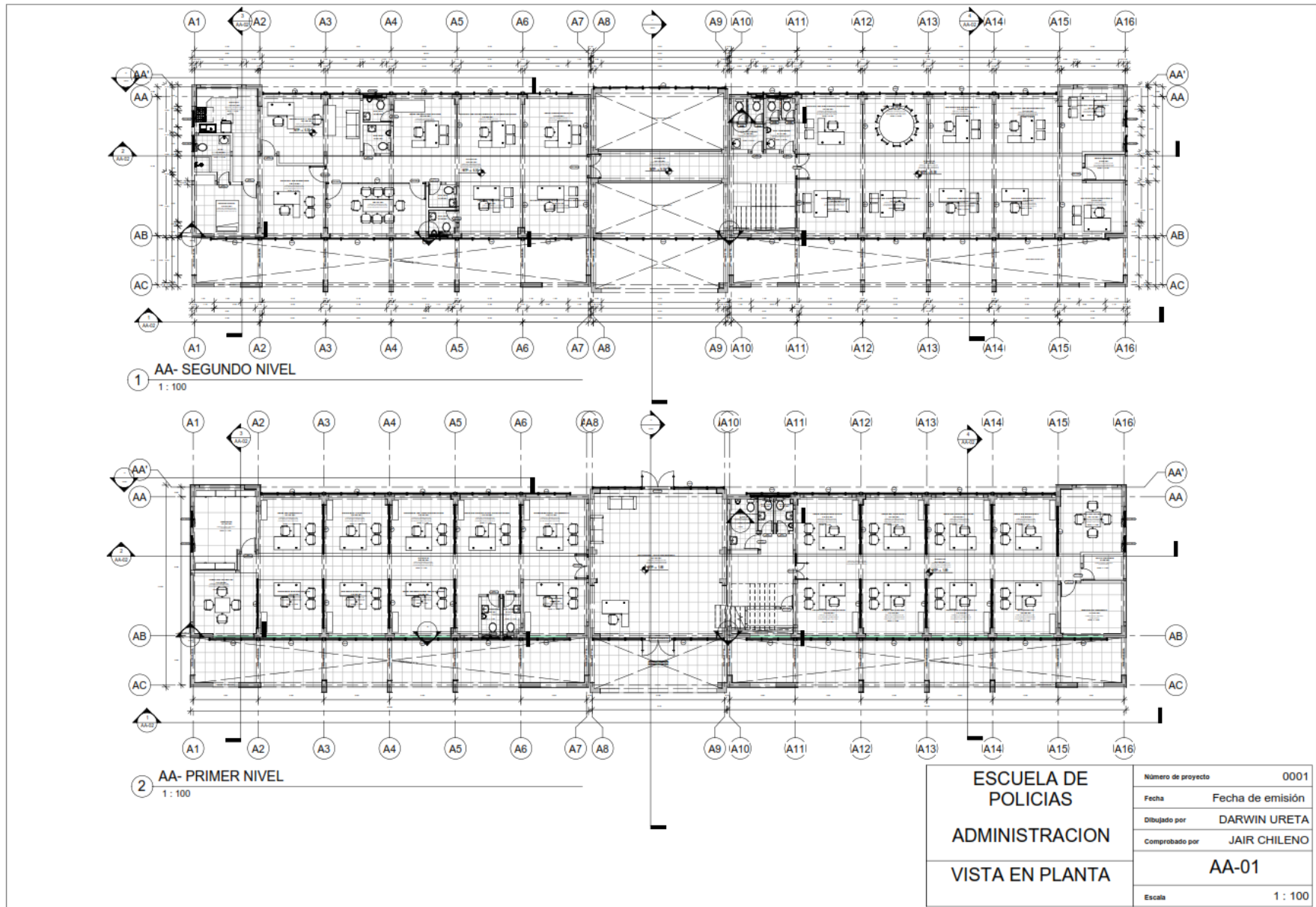
Referencias

- Atencio, C. (2019). *Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio Huanuquillo - Tarma* (Universidad Católica Sedes Sapientiae). Retrieved from <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/736>
- Benavides, E. (2019). *Método de análisis del proceso de construcción virtual: Una aplicación de la tecnología BIM para evaluar la rentabilidad desde el expediente técnico* (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8737>
- Cabrera, J., & Quiroz, L. (2020). *Análisis del retorno de inversión al aplicar building information modeling (Bim) en un proyecto inmobiliario. (Lima - Perú)* (Pontificia universidad católica del Perú). Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12404/17033>
- Chirinos, L., & Pecho, J. (2019). *Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido* (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). Retrieved from <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626030><https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/623236>
- Durand, J. (2017). *Aplicación de la metodología bim para optimizar los costos en la construcción del hotel aeropuerto en el Callao -2016* (Universidad César Vallejo). Retrieved from https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21746/Durand_LJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, J., Infantas, L., & García, C. (2017). La depreciación de los equipos informáticos obsoletos en los resultados de gestión de las organizaciones públicas y privadas de la provincia de Leoncio Prado. *Balances*, (6), 16–20. Retrieved from <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/Balances/article/download/113/97>
- Goyzueta, G., & Puma, H. (2016). *Implementación de la metodología bim Y el sistema last planner 4D para la mejora de gestión de La obra “Residencial Montesol-Dolores”-Tomo I* (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3303>
- Moreno, C. (2019). *Análisis comparativo entre el modelo virtual de proyectos de construcción building information modeling y el modelo convencional de gestión de proyectos, para*

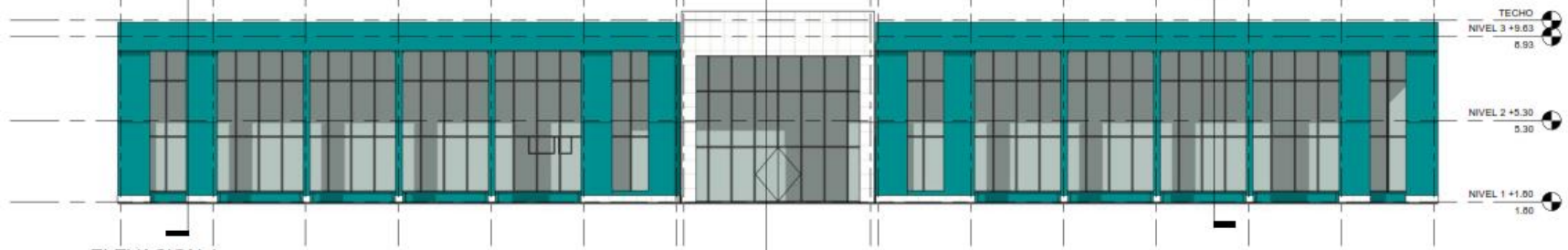
- obras de concreto armado, en empresas constructoras, Huaraz-2017* (Universidad Nacional Santiago Antuanez de Mayolo). Retrieved from <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3575>
- Mulato, E. (2018). *Utilización de la Metodología BIM para la optimización de costos en el diseño de edificaciones de Concreto Armado en Huancavelica* (Universidad Nacional de Huancavelica). Retrieved from <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1641>
- Pinchi, M., & Ruiz, J. (2021). *Modelamiento y planificación de una edificación hotelera de cuatro niveles utilizando la metodología BIM para optimizar su proceso constructivo, Tarapoto 2021* (Universidad César Vallejo). Retrieved from http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramos, J. (2019). *Eficiencia de la Metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el control de tiempos y costos para la obra Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana en el Distrito de Puno, 2017 - 2018* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10636>
- Salinas, J., & Prado, G. (2019). Building information modeling (BIM) para la gestión del diseño y construcción de proyectos públicos peruanos. *Building & Management*, 3(2), 48. <https://doi.org/10.20868/bma.2019.2.3923>
- Tabilo, M. (2019). *Estudio de la metodología BIM en la gestión de la construcción y aplicación demostrativa* (Universidad de Chile). Retrieved from https://www.bibliotecadigital.uchile.cl/permalink/56UDC_INST/llitqr/alma991007554365303936
- Villa, J. (2017). *Implementación De Tecnologías Bim-Revit En Los Procesos De Diseño De Proyectos En La Empresa Consultora Jc. Ingenieros S.R.L* (Universidad Nacional de Cajamarca), Retrieved from <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1033>

Anexo A

Planos del Proyecto

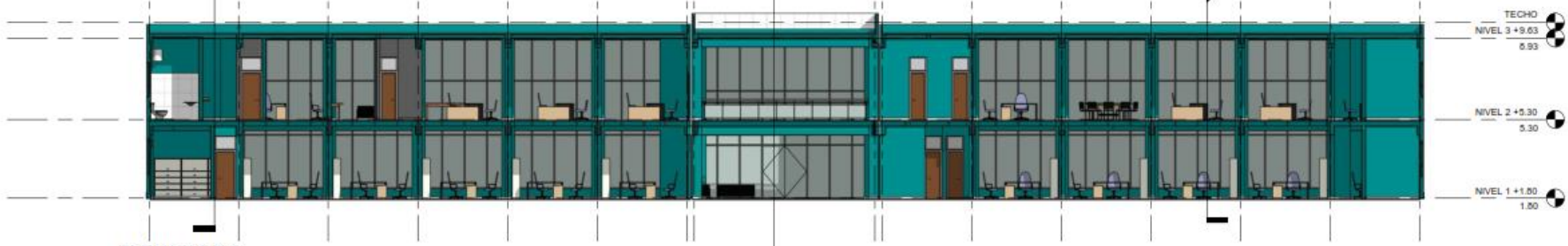


A1 A2 A3 A4 A5 A6 AA8 JA10 A11 A12 A13 A14 A15 A16



1 ELEVACION 1
1 : 100

A1 A2 A3 A4 A5 A6 AA8 JA10 A11 A12 A13 A14 A15 A16



2 ELEVACION 2
1 : 100

AC AB AA' AA'' AB AC



3 ELEVACION 3
1 : 100

4 ELEVACION 4
1 : 100

METRADO DE ACABADOS		
ACABADOS	AREA	
NIVEL 1 +1.80		
Bloques de hormigon	0.97 m ²	
CEMENTO PULIDO	26.46 m ²	
Cerámico de 0.30 x 0.30 m. COLOR BLANCO h=2. 10m	66.56 m ²	
CERAMICO DE ALTO TRAFICITO ANTIESLIZANTE COLOR GRIS CLARO 0.60 x 0.60 m.	18.39 m ²	
PIEDRA SALLAR COLOR BLANCO 0.25X0.50	17.03 m ²	
Pintura Latex para Exterior	103.14 m ²	
Pintura Latex para Interior	345.00 m ²	
Pintura Latex para Interior COLUMNA	420.19 m ²	
Pintura Latex para Interior VIGA	153.49 m ²	
Tarrajeo Protahado con mezcla 1:5	1150.56 m ²	
NIVEL 2 +5.30		
Bloques de hormigon	1.37 m ²	
CEMENTO PULIDO	0.72 m ²	
Cerámico de 0.30 x 0.30 m. COLOR BLANCO h=2. 10m	122.00 m ²	
CERAMICO DE ALTO TRAFICITO ANTIESLIZANTE COLOR GRIS CLARO 0.60 x 0.60 m.	10.35 m ²	
PIEDRA SALLAR COLOR BLANCO 0.25X0.50	65.33 m ²	
Pintura Latex IMPERMEABILIZANTE para Exterior - PARRAPETO	106.22 m ²	
Pintura Latex para Exterior	77.50 m ²	
Pintura Latex para Exterior - PARRAPETO	119.76 m ²	
Pintura Latex para Interior	347.56 m ²	
Pintura Latex para Interior COLUMNA	420.53 m ²	
Pintura Latex para Interior VIGA	151.55 m ²	
Tarrajeo Protahado	1325.42 m ²	
Tarrajeo Protahado	1166.22 m ²	
TOTAL	5166.95 m ²	

CUADRO DE MAMPARAS					
MAMPARA	ANCHO	ALTO	TIPO	CANT.	AREA
MA-01	2.55	2.85	VIDRIO TEMPLADO 10MM	15	44.25 m ²
MA-01'	2.55	3.10	VIDRIO TEMPLADO 10MM	5	40.13 m ²
MA-01''	2.55	3.30	VIDRIO TEMPLADO 10MM	6	50.13 m ²
MA-02	4.48	3.10	VIDRIO TEMPLADO 10MM	1	14.00 m ²
MA-03	7.73	3.00	VIDRIO TEMPLADO 10MM	1	23.19 m ²
MA-04	6.12	3.17	VIDRIO TEMPLADO 10MM	1	21.59 m ²
MA-05	3.76	3.00	VIDRIO TEMPLADO 10MM	1	11.28 m ²
MA-06	8.05	7.11	VIDRIO TEMPLADO DE 6mm. + ESTRUCT. ALUMINIO	2	114.51 m ²
MA-07	3.90	0.66	VIDRIO TEMPLADO DE 6mm. + ESTRUCT. ALUMINIO	14	30.56 m ²
MA-08	2.97	0.66	VIDRIO TEMPLADO DE 6mm. + ESTRUCT. ALUMINIO	6	11.77 m ²
MA-09	3.78	0.66	VIDRIO TEMPLADO DE 6mm. + ESTRUCT. ALUMINIO	2	4.97 m ²

CUADRO DE VENTANAS		
Tipo	Recuento	
AV-01 1.00x1.80	8	
AV-02 1.15x1.51	1	
AV-03 0.48x1.51	1	
AV-04 1.33x1.51	1	
AV-05 2.45x0.95	1	
AV-06 1.38x1.43	1	
AV-07 0.77x0.56	1	
AV-08 0.77x1.12	1	
TOTAL GENERAL	15	

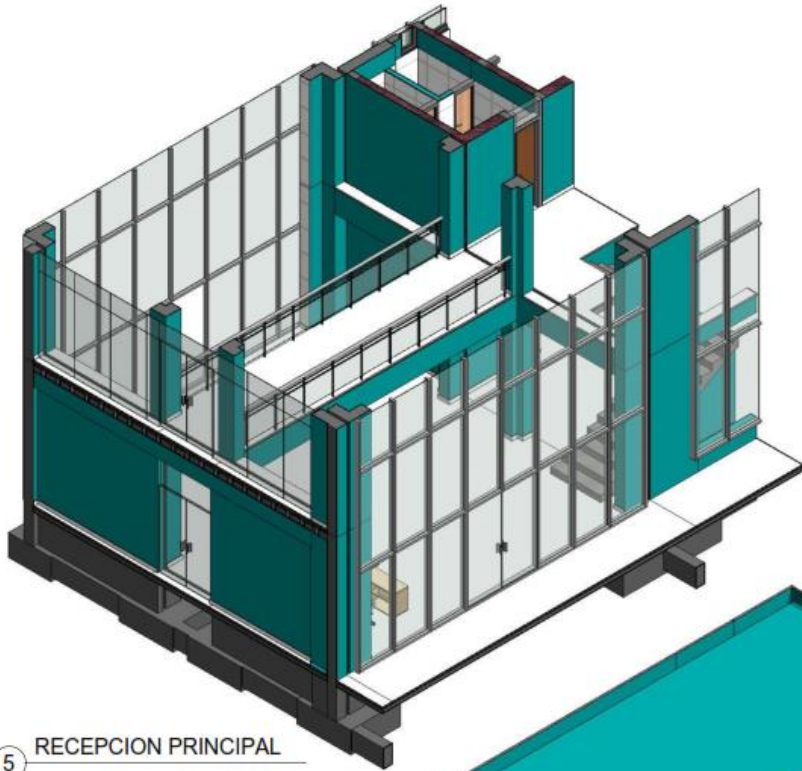
CUADRO DE PUERTAS		
DDP1	Tipo	Recuento
AP-01	2.00x2.40	2
AP-02	1.50x2.10x0.70	5
AP-03	0.80x2.10x0.70	11
AP-04	0.80x2.10	3
AP-05	1.00x2.10	3
AP-06	0.50x1.90 ALP 0.30 (prelaminado)	4
AP-07	1.50x2.10	2
AP-08	1.00x2.10	2
TOTAL GENERAL		32

ESCUELA DE POLICIAS

ADMINISTRACION

ELEVACIONES

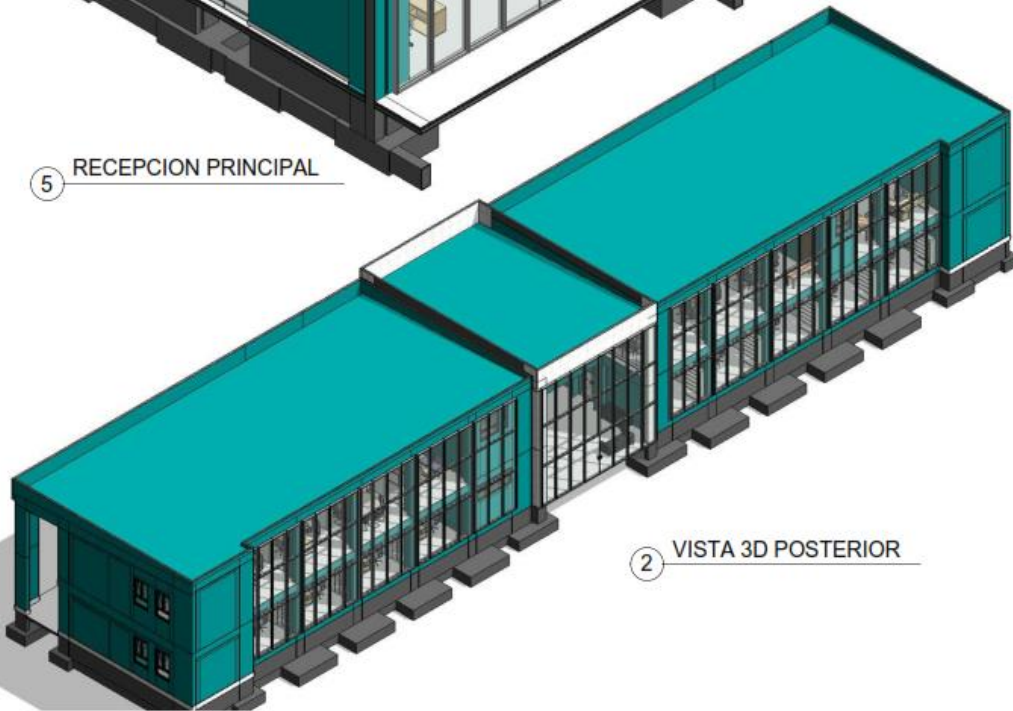
Número de proyecto	0001
Fecha	Fecha de emisión
Dibujado por	DARWIN URETA
Comprobado por	JAIR CHILENO
AA-02	
Escala	1 : 100



⑤ RECEPCION PRINCIPAL



① VISTA 3D FRONTAL



② VISTA 3D POSTERIOR

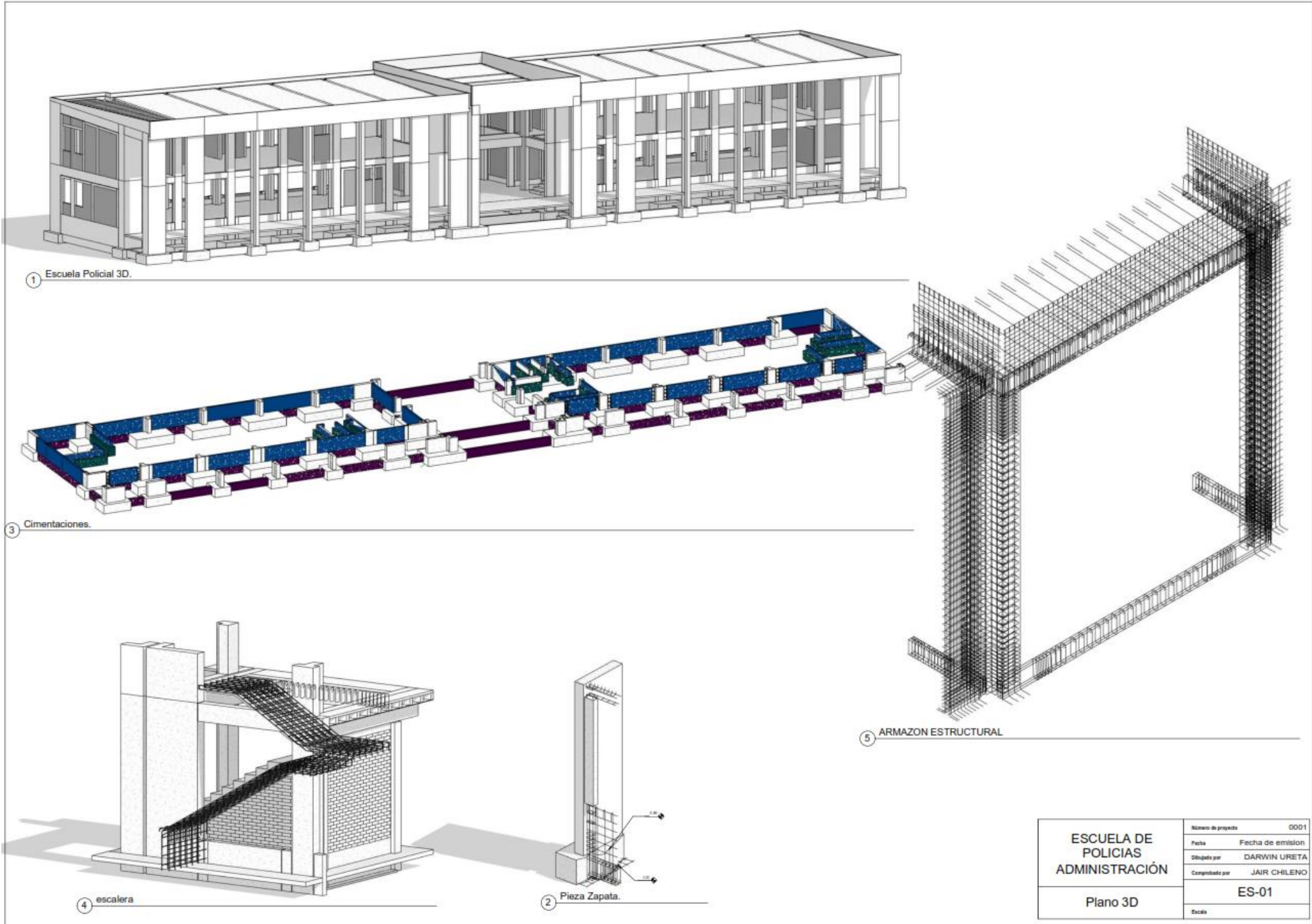


③ BAÑO

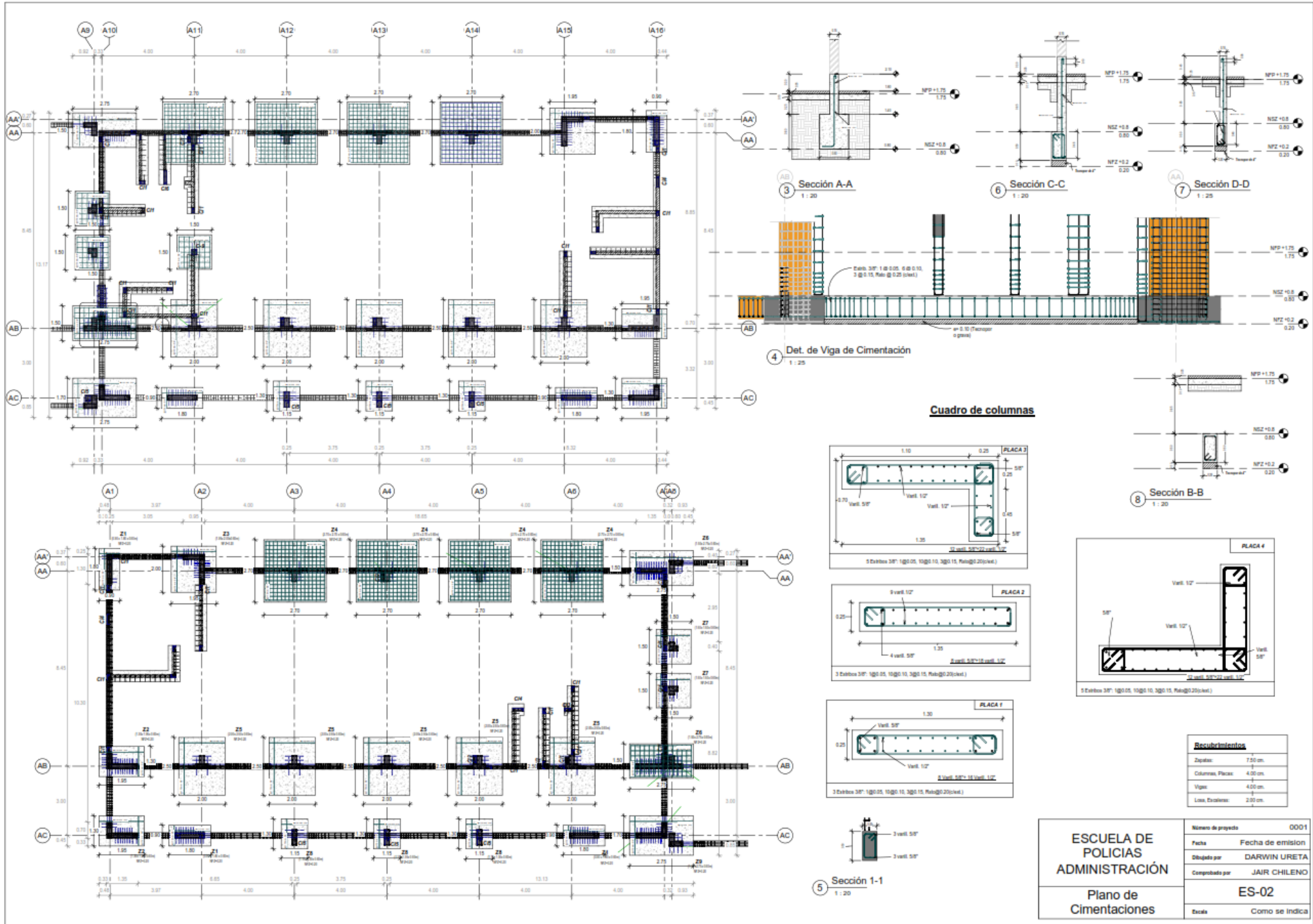


④ BAÑO V - M

ESCUELA DE POLICIAS	Número de proyecto	0001
	Fecha	Fecha de emisión
ADMINISTRACION	Dibujado por	DARWIN URETA
	Comprobado por	JAIR CHILENO
VISTA 3D	AA-03	
	Escala	



ESCUELA DE POLICIAS ADMINISTRACIÓN Plano 3D	Número de proyecto	0001
	Fecha	Fecha de emisión
	Dibujado por	DARWIN URETA
	Comprobado por	JAIR CHILENO
	ES-01	
	Escala	



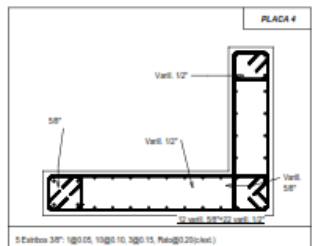
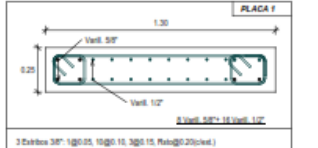
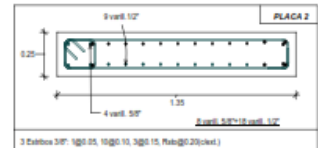
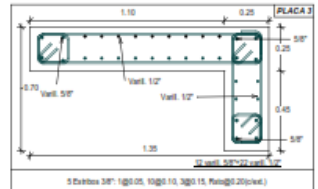
3 Sección A-A
1 : 20

6 Sección C-C
1 : 20

7 Sección D-D
1 : 25

4 Det. de Viga de Cimentación
1 : 25

Cuadro de columnas



8 Sección B-B
1 : 20

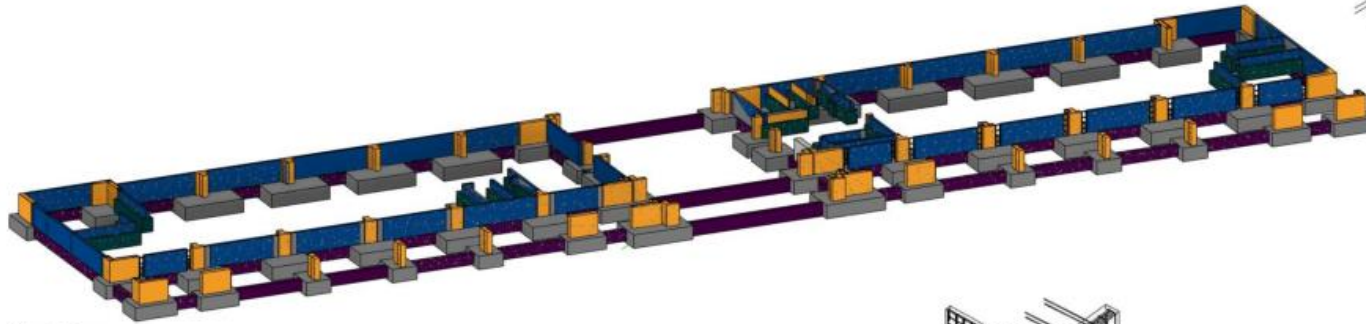
5 Sección 1-1
1 : 20

Recubrimientos	
Zapatas:	7.50 cm
Columnas, Placas:	4.00 cm
Vigas:	4.00 cm
Losa, Escaleras:	2.00 cm

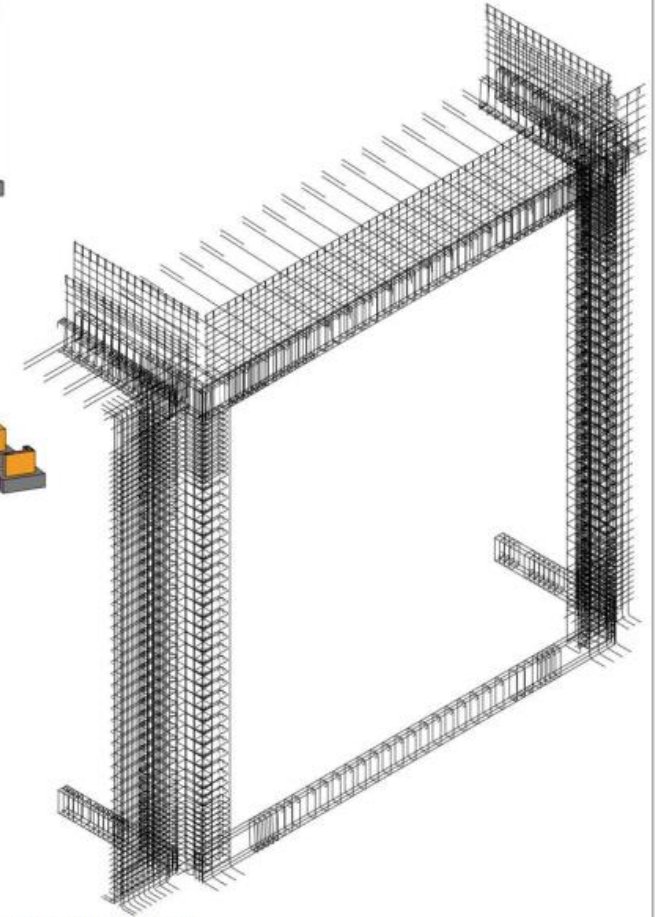
ESCUELA DE POLICIAS ADMINISTRACIÓN Plano de Cimentaciones	Número de proyecto	0001	
	Fecha	Fecha de emisión	
	Dibujado por	DARWIN URETA	
	Controlado por	JAIR CHILENO	
ES-02		Escala	Como se indica



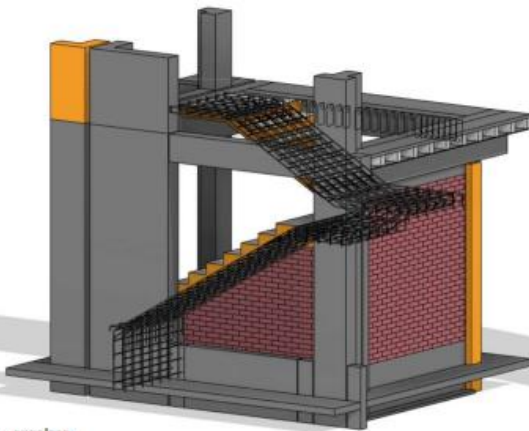
1 VISTA 3D ESCUELA



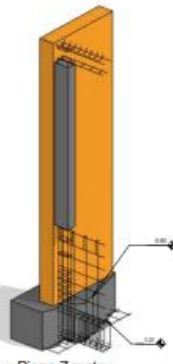
3 Cimentaciones.



5 ARMAZON ESTRUCTURAL



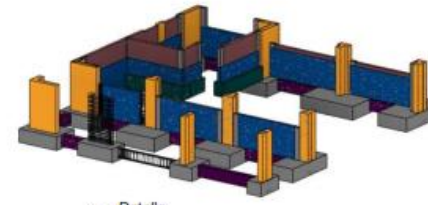
4 escalera



2 Pieza Zapata.

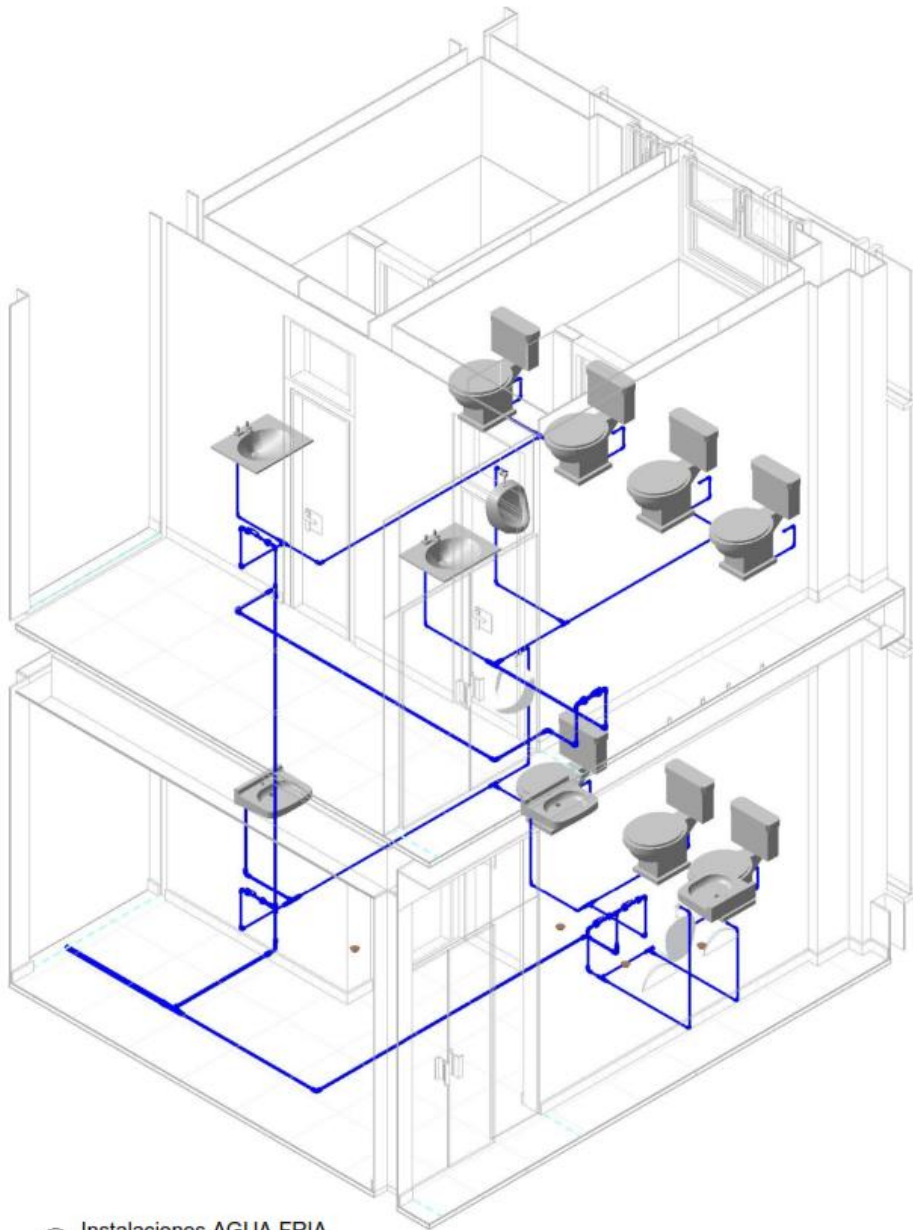


8 ARMADURA COL-VIGA



6 Detalle

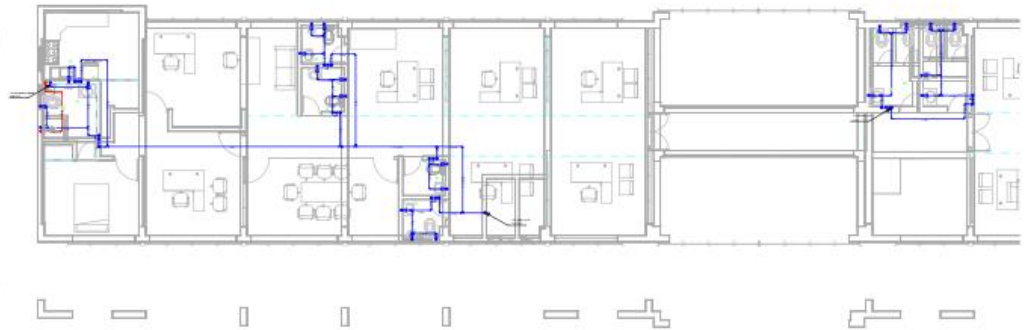
ESCUELA DE POLICIAS ADMINISTRACIÓN Plano 3D		Numero de proyecto	0001
		Fecha	Fecha de emision
		Dibujado por	DARWIN URETA
		Comprobado por	JAIR CHILENO
		ES-01	
		Escala	



③ Instalaciones AGUA FRIA

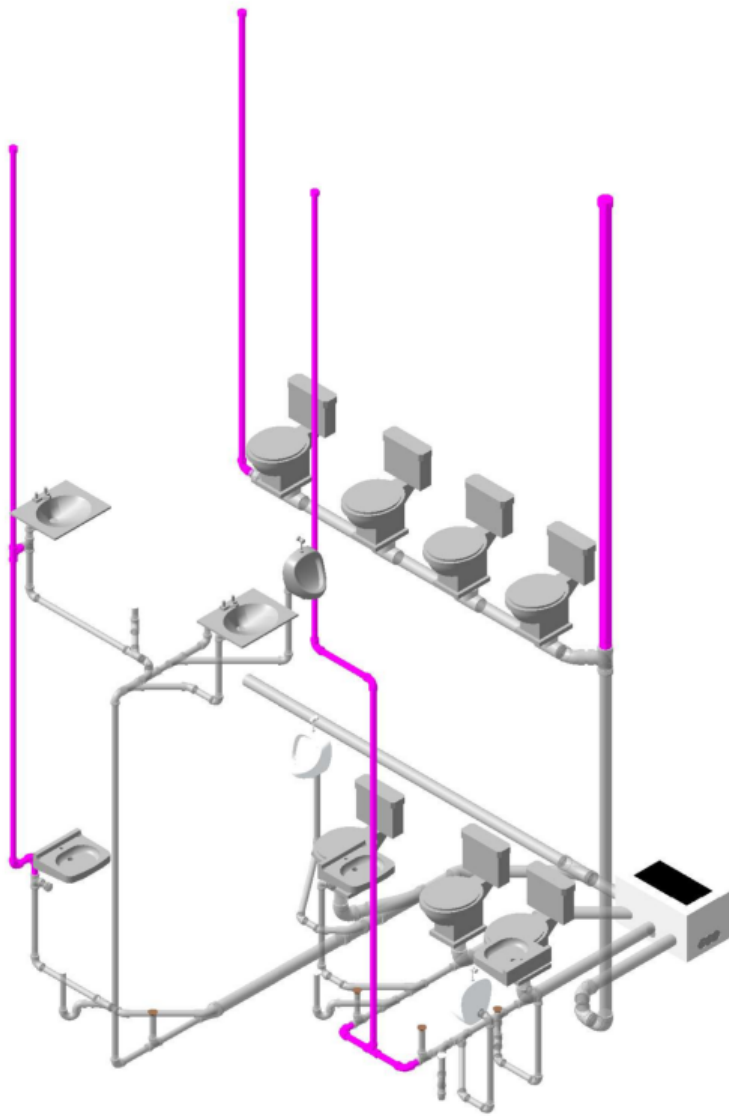


① IS-PRIMER NIVEL
1 : 100

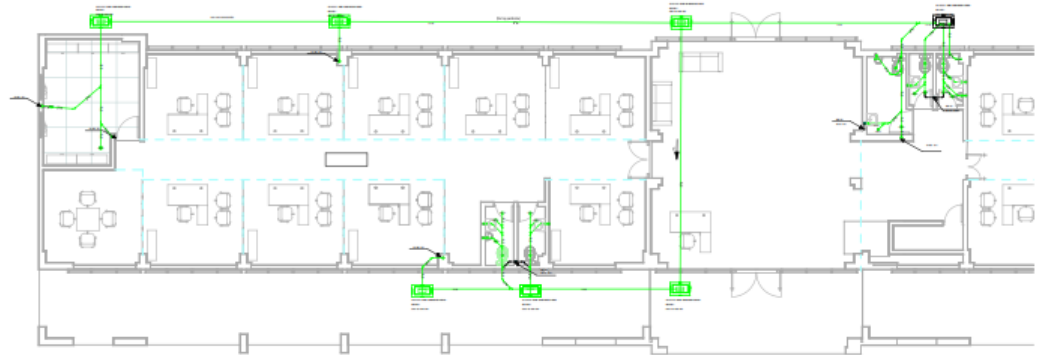


② IS-SEGUNDO NIVEL
1 : 100

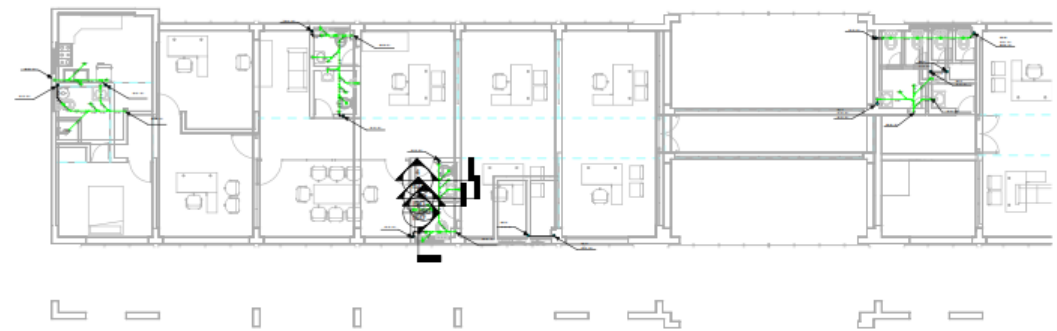
PNP	Número de proyecto	0001
	Fecha	Fecha de emisión
ADMINISTRACION	Dibujado por	DARWIN URETA
	Comprobado por	JAIR CHILENO
SANITARIAS	IS	
	Escala	1 : 100



3 Bateria de baños

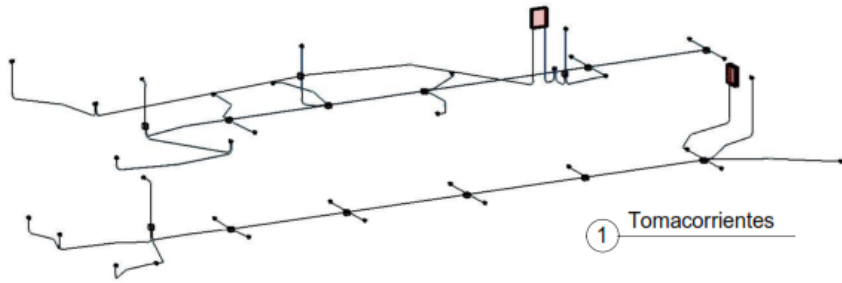


1 DE - PRIMER NIVEL
1 : 100

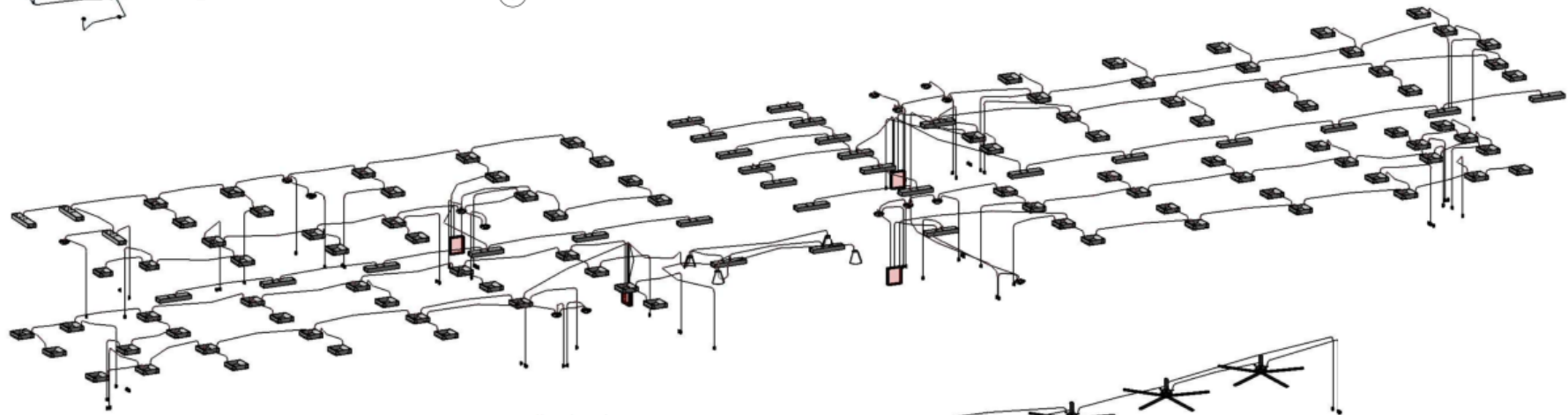
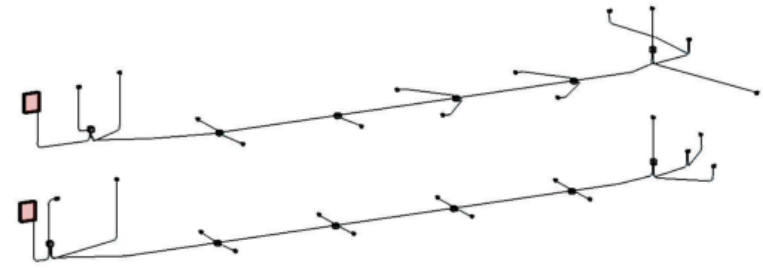


2 DE-SEGUNDO NIVEL
1 : 100

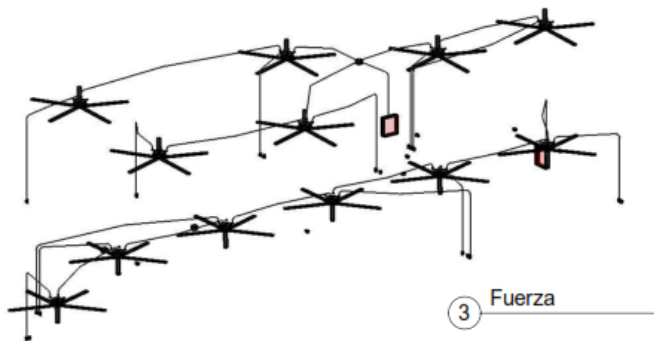
PNP	Número de proyecto	0001
	Fecha	Fecha de emisión
ADMINISTRACION	Dibujado por	DARWIN URETA
	Comprobado por	JAIR CHILENO
DESAGUE		DE
	Escala	1 : 100



① Tomacorrientes



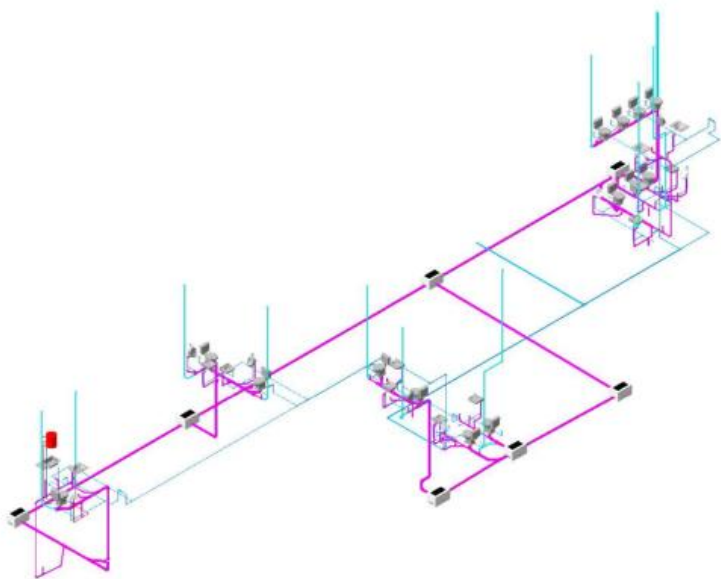
② Iluminacion



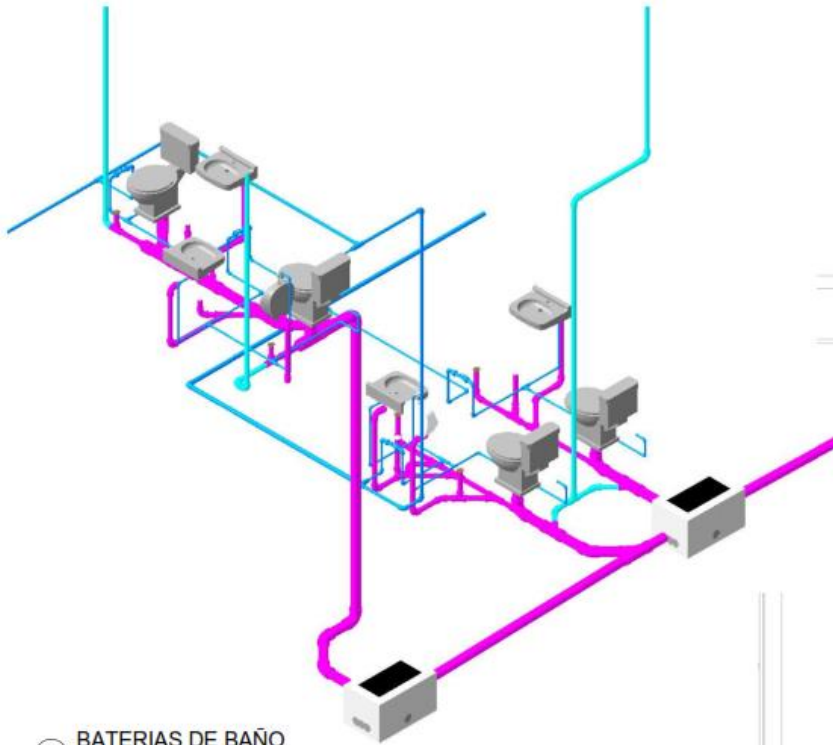
③ Fuerza



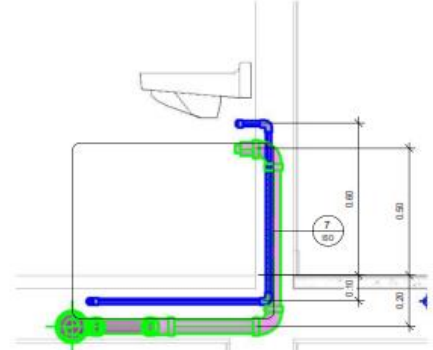
PNP	Número de proyecto	001
	Fecha	Fecha de emisión
ADMINISTRACION	Dibujado por	DARWIN URETA
	Comprobado por	JAIR CHILENO
ISOMETRICO	IE	
Escala		



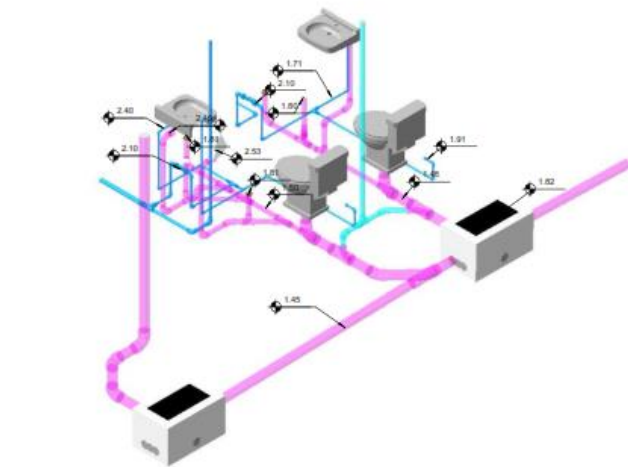
1 ISOMETRICO



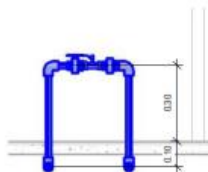
2 BATERIAS DE BAÑO



5 LAVABO
1 : 10



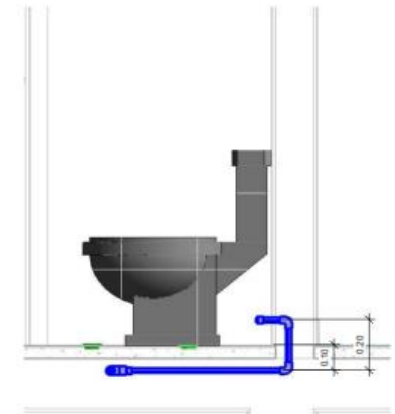
3 COTAS DE BATERIA



7 LLAVES
1 : 10



6 URINARIO
1 : 10



4 BAÑO
1 : 10

PNP ADMINISTRACION ISOMETRICO	Número de proyecto	0001
	Fecha	Fecha de emisión
	Dibujado por	DARWIN URETA
	Comprobado por	JAIR CHILENO
		ISO
	Escala	1 : 10

RENDERIZACIÓN



Anexo B

Memoria Descriptiva

UBICACIÓN DE LA OBRA:

El proyecto se encuentra ubicado en la región de Arequipa, altura del kilómetro 979 de la Panamericana Sur, específicamente en el sector San José, distrito de la Joya, provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa, encontrándose a una altitud media de 1617 m.s.n.m.

NOMBRE DEL PROYECTO: “AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA ESCUELA TECNICO SUPERIOR PNP AREQUIPA”

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto consiste en la ejecución de veintiséis bloques, que tienen diferentes usos, donde se instruirá a más de 800 sub oficiales, reemplazará a la escuela de Charcani. A continuación, se muestra el listado de los bloques:

1. “A” – *ADMINISTRACION GENERAL*
2. “B” – AULAS (pabellón académico, administración académica, tópico)
3. “C” DORMITORIOS DE ALUMNOS VARONES
4. “D” DORMITORIOS DE ALUMNOS MUJERES
5. “E” HOSPEDAJE DE OFICIALES
6. “F” AUDITORIO
7. “G” CASINO
8. “H” COMEDOR
9. “I” ARMERIA
10. “J” GUARDIANIA DE PREVENCIÓN
11. “K” GIMNASIO (Polideportivo: losa multifuncional, piscina gimnasio)
12. “L” CAMPO DEPORTIVO (campo fútbol, pista atlética, gradería techada)
13. “M” CAMPO DE ENTRENAMIENTO
14. “N” LOSA MULTIDEPORTIVA
15. “O” POLIGONO DE TIRO
16. “P” TALLERES Y ESTAR PERSONAL
17. “Q” ALMACEN Y DEPOSITO
18. “R” LAVANDERIA
19. “S” CUARTO DE MAQUINA
20. “T” CASETA DE VIGILANCIA
21. “U” TORRES DE VIGILANCIA
22. “V” CAPILLA – ORATORIO
23. “W” INGRESO DE SERVICIO

- 24. "X" TANQUE ELEVADO
- 25. "Y" CENOTAFIO
- 26. "Z" OBRAS EXTERIORES

DESCRIPCION DEL BLOQUE DE ADMINISTRACION:

"A" ADMINISTRACION GENERAL

En el proyecto se tiene como planta techada aprox. 508m² de oficinas en el primer nivel y en el segundo nivel 508m². De acuerdo al cuadro mostrado en el art. 99 de la norma A.130 del RNE, no se requiere sistema automático de rociadores ni gabinetes para edificios hasta 4 niveles, pero por estándar de seguridad del proyecto se plantea la instalación de gabinetes contra incendio.

PLAZO DE EJECUCION:

Para la ejecución de los trabajos se establece un plazo de 540 días calendario.

Anexo C

Costos actualizados del análisis por metodología.

ITEM	PARTIDAS	UND	PRECIO	METODOLOGÍA					
				METRADO EXP	METRADO BIM	GRUPO CONTROL	COSTO EXP. TÉC	COSTO BIM	GRUPO CONTROL
02	ESTRUCTURAS								
02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
02.02.01	CIMIENOS CORRIDOS								
02.02.01.01	Cimiento C:H 1:10 + 30% de P.G. C/Cemento tipo HS	m3	188.34	30.41	12.77	12.59	5727.42	2405.10	2371.20
02.02.01.02	Encofrado y desencofrado normal para cimientos	m2	51.66	121.65	52.28	50.38	6284.44	2700.78	2602.63
02.02.03	SOLADOS								
02.02.03.01	Concreto C:A 1:12, E=4" para solado C/cemento HS	m2	40.45	178.7	182.05	182.05	7228.42	7363.92	7363.92
02.02.04	FALSO PISO								
02.02.04.01	Concreto C:A 1:12, E=4" para Falso Piso C/cemento HS	m2	30.41	641.67	641.19	641.2	19513.18	19498.59	19498.89
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
02.03.02	ZAPATAS								
02.03.02.01	Concreto F'c=210 kg/cm2 C/cemento tipo HS para zapatas	m3	371.66	107.22	109.23	109.23	39849.39	40596.42	40596.42
02.03.02.02	Acero Fy=4200 kg/cm2 para zapatas	kg	4.13	2980.48	2963.15	3036.8	12309.38	12237.81	12541.98

02.03.03 VIGAS DE CIMENTACIÓN

02.03.03.01	Concreto F'c=210 kg/cm2 C/cemento tipo HS para Vigas de Cimentación	m3	393.72	14.39	14.81	14.17	5665.63	5830.99	5579.01
02.03.03.02	Encofrado y desencofrado normal para vigas de cimentación	m2	53.6	115.14	128.68	113.38	6171.50	6897.25	6077.17
02.03.03.03	Acero Fy=4200 kg/cm2 para Vigas de cimentación	kg	4.13	3920.02	3044.16	3024.1	16189.68	12572.38	12489.53

02.03.04 SOBRECIMIENTOS ARMADOS

02.03.04.01	Concreto F'c=210 kg/cm2 C/Cemento tipo HS para sobrecimiento armado	m3	397.54	14.54	24.96	25.51	5780.23	9922.60	10141.25
02.03.04.02	Encofrado y desencofrado normal para sobrecimiento armado	m2	49.44	193.84	310.6	292.82	9583.45	15356.06	14477.02
02.03.04.03	Acero Fy=4200 kg/cm2 para sobrecimiento armado	kg	4.13	902.49	1144.83	1170.1	3727.28	4728.15	4832.51

02.03.06 PLACAS

02.03.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 C/cemento tipo HS para placas	m3	547.36	47.52	59.15	59.17	26010.55	32376.34	32387.29
02.03.06.03	Encofrado y desencofrado normal para placas	m2	50.12	441.98	545.89	547.04	22152.04	27360.01	27417.64
02.03.06.04	Acero Fy= 4200 kg/cm2 para placas	kg	4.13	9172.11	9400.94	9246.93	37880.81	38825.88	38189.82

02.03.07 COLUMNAS**02.03.07.01 COLUMNAS**

02.03.07.01 .01	Concreto f'c=210 kg/cm2 C/Cemento tipo HS para columnas	m3	548.41	51.67	54.93	55.12	28336.34	30124.16	30228.36
02.03.07.01 .05	Encofrado y desencofrado para columnas	m2	63.12	554.45	563.04	580.47	34996.88	35539.08	36639.27
02.03.07.01 .06	Acero Fy=4200 kg/cm2 para columnas	kg	4.13	9362.5	8326.27	9173.35	38667.13	34387.50	37885.94

02.03.07.02 COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

02.03.07.02 .01	Concreto F'c=175 kg/cm2 para columnas de confinamiento	m3	469.64	15.76	18.71	20.08	7401.53	8786.96	9430.37
02.03.07.02 .02	Encofrado y desencofrado normal para columnas de confinamiento	m2	63.12	272.29	242.25	257.63	17186.94	15290.82	16261.61
02.03.07.02 .03	Acero Fy= 4200 kg/cm2 para columnas de confinamiento	kg	4.13	2863.13	1879.61	1853.28	11824.73	7762.79	7654.05
02.03.08 VIGAS									
02.03.08.01 VIGAS									
02.03.08.01 .01	Concreto F'c=210 kg/cm2 para Vigas	m3	452.57	93.81	80.77	82.36	42455.59	36554.08	37273.67
02.03.08.01 .02	Encofrado y desencofrado normal para vigas	m2	77.04	1048.19	1070.22	1085.73	80752.56	82449.75	83644.64
02.03.08.01 .03	Acero Fy=4200 kg/cm2 para Vigas	kg	4.13	11180.92	11533.33	11363.32	46177.20	47632.65	46930.51
02.03.08.02 VIGAS DE CONFINAMIENTO									
02.03.08.02 .01	Concreto F'c=175 kg/cm2 para Vigas de Confinamiento	m3	428.06	5.23	3.69	3.32	2238.75	1579.54	1421.16
02.03.08.02 .02	Encofrado y desencofrado normal para Vigas de Confinamiento	m2	77.04	69.73	59.85	54.27	5372.00	4610.84	4180.96
02.03.08.02 .03	Acero Fy=4200 kg/cm2 para Vigas de Confinamiento	kg	4.13	372.51	207.71	216.02	1538.47	857.84	892.16
02.03.09 LOSAS									
02.03.09.01 LOSAS ALIGERADAS									
02.03.09.01 .01	Concreto F'c=210 kg/cm2 para Losa Aligerada	m3	346.61	94.19	86.5521	88.3	32647.20	29999.82	30605.66
02.03.09.01 .02	Encofrado y desencofrado normal para Losa Aligerada	m3	58.59	941.94	961.69	970.09	55188.26	56345.42	56837.57

02.03.09.01										
.03	Acero Fy=4200 kg/cm2 para Losa Aligerada	m2	4.13	3124.01	4349.43	4501.84	12902.16	17963.15	18592.60	
02.03.09.01	Ladrillo de Arcilla de 0.12x0.30x0.30 m de 8 huecos	kg	2.61	7846.36	7982.027	8051.74	20479.00	20833.09	21015.04	
03.00	ARQUITECTURA									
03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA									
03.01.01	MURO DE LADRILLO K.K DE ARCILLA									
03.01.01.01	Muro de Ladrillo K.K. 18 Huecos de Cabeza C:A, junta 1.5 cm	m2	107.65	12.95	10.38	11.76	1394.07	1117.41	1265.96	
03.01.01.02	Muro de Ladrillo K.K. 18 Huecos de Soga C:A, junta 1.5 cm	m2	65.80	371.26	341.39	325.87	24428.91	22463.46	21442.25	
03.01.01.03	Muro de Ladrillo Pandereta de Canto C:A 1:5 junta 1.5 cm	m2	43.94	21.64	15.96	14.20	950.86	701.28	623.95	
03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS									
03.02.01	TARRAJEO RAYADO PRIMARIO									
03.02.01.01	Tarrajeo Primario Rayado, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	19.46	221.88	268.95	279.98	4317.78	5233.77	5448.41	
03.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES									
03.02.02.01	Tarrajeo Frotachado, Muros Interiores, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	21.09	729.61	692.56	660.00	15387.47	14606.09	13919.40	
03.02.03	TARRAJEO EN EXTERIORES									
03.02.03.01	Tarrajeo Frotachado, Muros Exteriores, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	29.60	679.19	300.79	309.37	20104.02	8903.38	9157.35	
03.02.04	TARRAJEO EN COLUMNAS									
03.02.04.01	Tarrajeo Frotachado, Columnas, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	37.48	484.35	850.02	878.44	18153.44	31858.75	32923.93	
03.02.06	TARRAJEO EN VIGAS									

03.02.06.01	Tarrajeo Frotachado, Vigas, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	48.55	484.51	554.40	549.48	23522.96	26916.12	26677.25
03.02.07	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES								
03.02.07.01	Tarrajeo impermeabilizado de Muros y Elementos de Concreto, E=1.5 cm, C:A 1:4	m2	35.55	106.78	106.22	92.82	3796.03	3776.12	3299.75
03.02.08	VESTIDURA DE DERRAMES								
03.02.08.01	Vestidura de derrames, E=2.0 cm, C:A 1:5	ml	16.55	246.30	251.10	252.85	4076.27	4155.71	4184.67
03.02.14	ENCHAPES								
03.02.14.01	Enchape de Piedra Sillar Color Blanco 0.25x0.50m e=1.5cm	m2	83.63	83.04	82.37	86.14	6944.64	6888.60	7203.89
03.03	CIELORRASOS								
03.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA								
03.03.01.01	Tarrajeo de Cielorraso E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	27.76	937.76	952.78	970.26	26032.22	26449.17	26934.42
03.04	PISOS Y PAVIMENTOS								
03.04.01	CONTRAPISOS								
03.04.01.01	Contrapiso De 40 mm, C:A 1:5	m2	33.27	1085.70	1052.76	1049.71	36121.24	35025.33	34923.85
03.04.02	PISOS								
03.04.02.01	PORCELANATOS								
03.04.02.01	Piso de Porcelanato Alto Transito Antideslizante Color Gris Claro de 0.60x0.60 m	m2	70.50	972.51	960.53	941.69	68561.96	67717.37	66389.15
03.04.02.02	CERÁMICOS								
03.04.02.02	Piso de Cerámico Alto Transito Antideslizante Color Gris Oscuro de 0.30x0.30 m	m2	49.39	69.49	53.15	69.68	3432.11	2625.08	3441.50
03.04.03	ACABADO DE CONCRETO EN PISOS								
03.04.03.01	Acabado de Cemento Pulido Bruñado @ 1.00 m E=10mm, C:A 1:2	m2	11.71	43.70	38.35	38.34	511.73	449.08	448.96
03.05	ZOCALOS Y CONTRAZÓCALOS								

03.05.01 ZÓCALOS**03.05.01.01 CERÁMICO**

03.05.01.01										
.01	Zócalo de Cerámico de 0.30x0.30m Color Blanco	m2	84.71	119.03	186.58	198.03	10083.03	15805.19	16775.12	

03.05.02 CONTRAZÓCALOS**03.05.02.01 CEMENTO**

03.05.02.01	Contra zócalo de cemento Pulido S/color H=30									
.01	cm, Mez 1:5	ml	14.45	170.40	76.05	76.05	2462.28	1098.92	1098.92	

03.05.02.01	Contra zócalo de cemento Pulido S/color H=10									
.02	cm, Mez 1:5	ml	10.56	28.80	44.26	45.85	304.13	467.39	484.18	

03.05.02.02 PORCELANATOS

03.05.02.02	Contra zócalo de Porcelanato de 10x60 cm, H=10									
.01	cm Color Gris Claro	ml	19.96	281.78	309.65	292.93	5624.33	6180.61	5846.88	

03.07 CARPINTERÍA DE MADERA**03.07.01 PUERTAS**

03.07.01.01	Puerta Apanelada de madera Tornillo	m2	295.13	43.68	43.68	43.68	12891.28	12891.28	12891.28	
-------------	-------------------------------------	----	--------	-------	-------	-------	----------	----------	----------	--

03.07.01.04	Puerta de plancha de Melamine 19mm con marco de aluminio	m2	226.50	4.56	4.56	4.56	1032.84	1032.84	1032.84	
-------------	--	----	--------	------	------	------	---------	---------	---------	--

03.08 CARPINTERÍA METÁLICA Y HERRERÍA**03.08.03 VENTANAS DE ALUMINIO**

03.08.03.02	Ventana con Perfiles de Aluminio sistema Corredizo	m2	155.37	12.80	12.80	12.80	1988.74	1988.74	1988.74	
-------------	--	----	--------	-------	-------	-------	---------	---------	---------	--

03.08.04 MAMPARAS DE ALUMINIO

03.08.04.01	Mamparas con Perfiles de Aluminio (vidrio templado 6mm+estruct aluminio)	m2	343.28	592.60	634.15	592.60	203427.73	217691.01	203427.73	
-------------	--	----	--------	--------	--------	--------	-----------	-----------	-----------	--

03.10 VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES

03.10.01 VIDRIOS Y CRISTALES

03.10.01.02	Vidrio Templado incoloro 6mm	m2	102.83	615.06	634.15	592.60	63246.62	65209.64	60937.06
03.10.01.03	Vidrio Templado Incoloro 10mm, Incl. Accesorios de Sujeción	m2	343.43	313.11	322.92	320.12	107531.37	110900.42	109938.81

03.11 PINTURA**03.11.01 PINTURA EN CIELORRASOS, VIGAS, COLUMNAS Y PAREDES**

03.11.01.01	Pintura en cielorrasos, Látex 02 manos, Incl. Imprimante	m2	12.60	937.76	952.78	970.26	11815.78	12005.03	12225.28
03.11.01.03	Pintura en Muros Interiores, Látex 02 manos, Incl. Imprimante	m2	12.51	733.01	692.56	660.00	9169.96	8663.93	8256.60
03.11.01.04	Pintura en Muros Exteriores, Látex 02 manos, Incl. Imprimante	m2	12.60	679.19	300.79	309.37	8557.79	3789.95	3898.06
03.11.01.05	Pintura en Columnas, Látex 2 manos, Incl. Imprimante	m2	12.60	484.35	850.02	878.40	6102.81	10710.25	11067.84
03.11.01.07	Pintura en Vigas, Látex 2 manos, Incl. Imprimante	m2	14.15	491.06	554.40	549.48	6948.50	7844.76	7775.14
03.11.01.08	Pintura en Derrames, Látex 2 manos, Incl. Imprimante	ml	8.88	248.30	251.10	252.85	2204.90	2229.77	2245.31

04.00 INSTALACIONES SANITARIAS**04.01 APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS****04.01.01 SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS**

04.01.01.01	Inodoro de Loza vitrificada de color blanco Incl. Accesorios	und	197.62	14	14	14	2766.68	2766.68	2766.68
04.01.01.02	Lavatorio de Loza vitrificada Ovalin de Color Blanco Incl. Accesorios	und	101.61	9	9	9	914.49	914.49	914.49

04.01.01.03	Lavatorio de Loza vitrificada con Pedestal de loza color Blanco Incl. Accesorios	und	84.75	3	3	3	254.25	254.25	254.25
04.01.01.04	Urinario de Loza Vitrificada de Color Blanco Incl. Accesorios	und	317.71	7	7	7	2223.97	2223.97	2223.97
04.01.01.05	Lavadero de Acero Inoxidable, 01 Poza, 01 escurridero	und	59.24	1	1	1	59.24	59.24	59.24
04.01.02	SUMINISTRO ACCESORIOS SANITARIOS								
04.01.02.01	Papelera Loza blanca	und	36.36	14	14	14	509.04	509.04	509.04
04.01.02.02	Jabonera Loza Blanca	und	12.71	1	12	12	12.71	152.52	152.52
04.01.02.03	Ducha Cromada C/ cabeza giratoria, 01 llave	und	90.60	1	1	1	90.60	90.60	90.60
04.01.03	SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS								
04.01.03.01	Colocación de Aparatos Sanitarios	und	61.65	34	34	34	2096.10	2096.10	2096.10
04.01.04	SUMINISTRO DE ACCESORIOS SANITARIOS								
04.01.04.01	Colocación de Accesorios Sanitarios	und	24.66	16	27	27	394.56	665.82	665.82
04.02	SISTEMA DE AGUA FRIA								
04.02.01	SALIDA DE AGUA FRIA								
04.02.01.01	Salida de Agua Fría Tubería PVC 1/2" C-10 - Inodoro De Loza	pto	53.01	14	14	14	742.14	742.14	742.14
04.02.01.02	Salida de Agua Fría Tubería PVC 1/2" C-10 - Lavatorio de Loza	pto	53.01	12	12	12	636.12	636.12	636.12
04.02.01.03	Salida de Agua Fría tubería PVC 1/2" C-10 - Urinario de Loza	pto	53.01	7	7	7	371.07	371.07	371.07
04.02.01.04	Salida de Agua Fría Tubería PVC 1/2" C-10 - Lavadero de Acero Inoxidable, 01 Poza, 01 Escurridero	pto	53.01	1	1	1	53.01	53.01	53.01
04.02.01.07	Salida de Agua Fría Tubería PVC 1/2" C-10 - Ducha	pto	53.01	1	1	1	53.01	53.01	53.01

04.02.02 REDES DE DISTRIBUCIÓN**04.02.02.03 TUBERÍA**

04.02.02.03 .01	Red de Distribución con Tubo de PVC C-10 1/2" S/Accesorios NTP N° 399.002	ml	14.99	36.1	61.39	59.37	541.14	920.24	889.96
04.02.02.03 .02	Red de Distribución con Tubo de PVC C-10 3/4" S/Accesorios NTP N° 399.002	ml	15.38	38.25	44.27	45.05	588.29	680.87	692.87
04.02.02.03 .03	Red de Distribución con Tubo de PVC C-10 1" S/Accesorios NTP N° 399.002	ml	15.97	13.25	15.46	14.75	211.6025	246.90	235.56
04.02.02.03 .04	Red de Distribución con Tubo de PVC C-10 1 1/4" S/Accesorios NTP N° 399.003	ml	16.91	13.5	12.8	13.09	228.285	216.45	221.35
04.02.02.03 .05	Red de Distribución con Tubo de PVC C-10 1 1/2" S/Accesorios NTP N° 399.02	ml	17.88	18.75	17.92	19	335.25	320.41	339.72
04.02.02.03 .06	Red de Distribución con Tubo de PVC C-10 2" S/Accesorios NTP N° 399.02	ml	20.15	6.05	5.86	6.25	121.9075	118.08	125.94
04.02.02.03 .08	Prueba Hidráulica y desinfección de tubería	ml	2.73	125.9	157.7	157.51	343.707	430.52	430.00

04.02.03 ACCESORIOS DE RED DE AGUA FRIA

04.02.03.01	Codo PVC-SAP SP P/Agua de 1/2" - NTP N° 399.002	und	4.82	15	99	92	72.3	477.18	443.44
04.02.03.02	Codo PVC-SAP SP P/Agua de 3/4" - NTP N° 399.002	und	5.41	7	42	41	37.87	227.22	221.81
04.02.03.03	codo PVC-SAP SP P/Agua de 1" - NTP N° 399.002	und	6.68	5	12	15	33.4	80.16	100.20
04.02.03.04	codo PVC-SAP SP P/Agua de 1 1/4" - NTP N° 399.003	und	8.29	2	4	6	16.58	33.16	49.74
04.02.03.05	codo PVC-SAP SP P/Agua de 1 1/2" - NTP N° 399.003	und	9.14	1	1	1	9.14	9.14	9.14
04.02.03.07	Tee PVC-SAP SP P/Agua de 1/2" - NTP N° 399.002	und	6.14	1	1	1	6.14	6.14	6.14

04.02.03.08	Tee PVC-SAP SP P/Agua de 3/4" - NTP N° 399.002	und	5.64	21	23	23	118.44	129.72	129.72
04.02.03.09	Tee PVC-SAP SP P/Agua de 1" - NTP N° 399.002	und	6.59	2	4	4	13.18	26.36	26.36
04.02.03.10	Tee PVC-SAP SP P/Agua de 1 1/4" - NTP N° 399.001	und	11.12	3	5	5	33.36	55.60	55.60
04.02.03.11	Tee PVC-SAP SP P/Agua de 1 1/2" - NTP N° 399.002	und	10.53	3	3	3	31.59	31.59	31.59
04.02.03.12	Tee PVC-SAP SP P/Agua de 2" - NTP N° 399.002	und	18.38	1	1	1	18.38	18.38	18.38
04.02.03.13	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 3/4" a 1/2"	und	4.86	33	33	33	160.38	160.38	160.38
04.02.03.14	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 1" a 1/2"	und	5.15	1	1	1	5.15	5.15	5.15
04.02.03.15	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 1" a 3/4"	und	5.28	3	7	8	15.84	36.96	42.24
04.02.03.17	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 1 1/4" a 3/4"	und	5.56	5	6	6	27.8	33.36	33.36
04.02.03.18	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 1 1/4" a 1"	und	6.28	1	1	1	6.28	6.28	6.28
04.02.03.20	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 1 1/2" a 3/4"	und	6.7	2	2	2	13.4	13.40	13.40
04.02.03.21	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 1 1/2" a 1"	und	6.86	1	1	1	6.86	6.86	6.86
04.02.03.22	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 1 1/2" a 1 1/4"	und	6.25	2	2	2	12.5	12.50	12.50
04.02.03.26	Reducción PVC-SAP SP P/agua de 2" a 1 1/2"	und	7.11	2	2	2	14.22	14.22	14.22
04.02.04	VALVULAS								
04.02.04.04	Válvula de Bronce Tipo Esférica Pesada 1", En Pared	und	111.75	1	1	1	111.75	111.75	111.75
04.02.04.05	Válvula de Bronce Tipo Esférica Pesada 3/4", En Pared	und	82.52	11	11	11	907.72	907.72	907.72
04.02.04.06	Válvula de Bronce Tipo Esférica 1/2", En Pared	und	70.26	1	1	1	70.26	70.26	70.26
04.02.04.10	Caja para válvulas de 3/4" y 1/2" en pared	und	150.64	12	12	12	1807.68	1807.68	1807.68

04.02.04.11	Caja para Válvulas de 1", 1 1/4" y 1 1/2" en pared	und	150.64	1	1	1	150.64	150.64	150.64
04.06.	DESAGUE Y VENTILACIÓN								
04.06.01	SALIDAS DE DESAGUE								
04.06.01.01	Salida de desagüe PVC de 2"	pto	85.53	32	33	33	2736.96	2822.49	2822.49
04.06.01.03	Salida de desagüe PVC de 4"	pto	100.57	14	14	14	1407.98	1407.98	1407.98
04.06.01.04	Salida de Ventilación PVC de 2"	pto	101.78	11	11	12	1119.58	1119.58	1221.36
04.06.02	REDES DE DERIVACIÓN						0.00	0.00	0.00
04.06.02.10	Tubería De desagüe, clase pesada, PVC 2"	m	22.98	6.2	41.63	64.55	142.48	956.66	1483.36
04.06.02.12	Tubería De desagüe, clase pesada, PVC 4"	m	40.38	78.62	70.86	72.02	3174.68	2861.33	2908.17
04.06.02.15	Tubería de Ventilación, Clase pesada, PVC 2"	m	20.94	1.6	3.88	3.6	33.50	81.25	75.38
04.06.02.16	Montante de Desagüe, Clase pesada, PVC 2"	m	20.94	7	6.93	7	146.58	145.11	146.58
04.06.02.18	Montante de Desagüe, Clase pesada, PVC 4"	m	38.84	10.5	13.46	14	407.82	522.79	543.76
04.06.02.19	Montante de Ventilación, Clase Pesada, PVC 2"	m	20.64	42	52.5	51.8	866.88	1083.60	1069.15
04.06.02.21	Montante de Ventilación, Clase Pesada, PVC 4"	m	38.34	3.5	4.29	4.2	134.19	164.48	161.03
04.06.04	ACCESORIOS								
04.06.04.01	Codo PVC CP 2"x45°	pza	12.80	1	16	15	12.80	204.80	192.00
04.06.04.02	Codo PVC CP 2"x90°	pza	12.80	5	75	60	64.00	960.00	768.00
04.06.04.05	Codo PVC CP 4"x45°	pza	26.02	9	11	13	234.18	286.22	338.26
04.06.04.06	Codo PVC CP 4"x90°	pza	26.02	8	11	10	208.16	286.22	260.20
04.06.04.07	Tee PVC CP 2"	pza	9.03	1	2	2	9.03	18.06	18.06
04.06.04.09	Tee PVC CP 4"	pza	11.95	1	7	8	11.95	83.65	95.60
04.06.04.10	Yee PVC CP 2"	pza	12.95	0	35	31	0	453.25	401.45
04.06.04.10	Yee PVC CP 4"	pza	13.95	3	12	10	41.85	167.40	139.50

04.06.04.11	Yee PVC CP 4" x 2"	pza	13.69	1	18	15	13.69	246.42	205.35
04.06.05	ADITAMIENTOS VARIOS								
04.06.05.01	Sumidero Circular de Acero Inoxidable 2" (Incl. Trampa P)	und	58.40	12	13	13	700.8	759.20	759.20
04.06.05.06	Registro Circular de Acero Inoxidable 2"	und	56.81	14	14	14	795.34	795.34	795.34
04.06.05.08	Registro Circular de Acero Inoxidable 4"	und	153.35	3	3	3	460.05	460.05	460.05
04.06.05.09	Sombrero ventilación PVC de 2"	und	14.13	10	10	10	141.3	141.30	141.30
04.06.05.11	Sombrero ventilación PVC de 4"	und	18.79	1	1	1	18.79	18.79	18.79
04.06.06	CAMARAS DE INSPECCIÓN								
04.06.06.01	CAJAS DE REGISTRO								
04.06.06.01 .04	Caja de Registro Ciega de 12" x 24" (Incluye registro de 6")	und	165.25	7	7	7	1156.75	1156.75	1156.75
05	INSTALACIÓN ELECTRICA								
05.01	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, FUERZA Y SEÑALES DEBILES								
05.01.01	SALIDAS PARA CENTROS DE LUZ								
05.01.01.01	Salida Para Centro de Luz en techo	und	84.79	144	145	145	12209.76	12294.55	12294.55
05.01.02	SALIDAS PARA INTERRUPTORES								
05.01.02.01	Salida para interruptores simples	und	70.66	32	32	32	2261.12	2261.12	2261.12
05.01.02.02	Salida para interruptores dobles	und	79.88	6	6	6	479.28	479.28	479.28
05.01.02.03	Salida para interruptores Triples	und	88.20	4	4	4	352.80	352.80	352.80
05.01.02.04	Salida para interruptores Conmutación	und	44.00	2	2	2	88.00	88.00	88.00
05.01.03	SALIDAS PARA TOMACORRIENTES								
05.01.03.01	Salida P/Tomacorrientes Bipolar doble C/Línea a tierra	und	67.54	15	12	11	1013.10	810.48	742.94

05.01.03.02	Salida P/Tomacorrientes Bipolar doble C/Línea a tierra prueba agua	und	71.73	1	1	1	71.73	71.73	71.73
05.01.03.03	Salida P/Tomacorrientes Bipolar doble C/Línea a tierra en piso	und	69.85	34	36	36	2374.90	2514.60	2514.60
05.02	CANALIZACIONES, CONDUCTOS Y TUBERÍAS								
05.02.01	TUBERÍA PVC-SAP ELECTRICA								
05.02.01.01	Tubería PVC-SAP Eléctricas de ø20mm	ml	9.54	595.9	837.9	807.36	5684.89	7993.57	7702.21
05.02.01.02	Tubería PVC-SAP Eléctricas de ø25mm	ml	10.25	298.8	45.85	44.8	3062.70	469.96	459.20
05.02.02	CURVA PVC-SAP ELECTRICA								
05.02.02.01	Curva PVC-SAP Eléctrica de 20mm	und	4.57	58	122	125	265.06	557.54	571.25
05.02.02.02	Curva PVC-SAP Eléctrica de 25mm	und	4.68	42	12	13	196.56	56.16	60.84
05.03	CONDUCTORES Y CABLES DE ENERGÍA								
05.03.01	CONDUCTORES ELECTRICOS								
05.03.01.01	Cable tipo NH-80 2.5 mm2	ml	3.17	1571.79	1223.88	1211.04	4982.57	3879.70	3839.00
05.03.01.02	Cable tipo NH-80 4.0 mm2	ml	3.52	657.36	578.94	605.52	2313.91	2037.87	2131.43
05.03.01.03	Cable Tipo CPT Línea Tierra de 4mm2	ml	4.77	328.68	289.47	296.36	1567.80	1380.77	1413.64
05.04	CAJAS DE PASO Y DERIVACIÓN								
05.04.01.01	Caja de F°G° de 200x200x100 mm	und	36.00	23	2	2	828.00	72.00	72.00
05.04.01.02	Caja de F°G° de 150x150x100 mm	und	34.00	0	25	25	0.00	850.00	850.00
05.05	ARTEFACTOS								
05.05.01	Luminaria tipo 1 (PANEL LED 600X600)	und	272.57	92	93	93	25076.44	25349.01	25349.01
05.05.02	Luminaria tipo 2 (PLAFON PARA ADOSAR EN TECHO)	und	114.80	2	2	2	229.60	229.60	229.60
05.05.03	Luminaria tipo 3 (SOCKET ROSCA ESTANDAR)	und	68.11	15	15	15	1021.65	1021.65	1021.65

05.05.04	Luminaria tipo 4 (PANEL LED 120X30)	und	283.52	31	31	31	8789.12	8789.12	8789.12
05.05.06	Luminaria tipo 6 (LAMPARA LED 15 W)	und	89.04	4	4	4	356.16	356.16	356.16
05.06	SALIDA PARA LUZ DE EMERGENCIA								
05.06.01	Salidas de luz de emergencia C/Batería PVC-L (MT)	und	125.41	3	11	11	376.23	1379.51	1379.51
05.08	SALIDA PARA VENTILADOR								
05.08.01	Salida para Ventilador, Incl. Kit Completo	und	232.89	21	21	21	4890.69	4890.69	4890.69
TOTAL							1,483,145.36	1,521,128.15	1,508,701.78
							EXPEDIENTE	BIM	GRUPO CONTROL

Anexo D

Porcentaje del margen de error de las especialidades en base al grupo de control.

N°	Ítem	COSTO EXP. TÉC	COSTO BIM	GRUPO DE CONTROL	%ME ET/GP	%ME BIM/GP
1	02.02.01.01	5727.42	2405.10	2371.20	141.54%	1.43%
2	02.02.01.02	6284.44	2700.78	2602.63	141.46%	3.77%
3	02.02.03.01	7228.42	7363.92	7363.92	1.84%	0.00%
4	02.02.04.01	19513.18	19498.59	19498.89	0.07%	0.00%
5	02.03.02.01	39849.39	40596.42	40596.42	1.84%	0.00%
6	02.03.02.02	12309.38	12237.81	12541.98	1.85%	2.43%
7	02.03.03.01	5665.63	5830.99	5579.01	1.55%	4.52%
8	02.03.03.02	6171.50	6897.25	6077.17	1.55%	13.49%
9	02.03.03.03	16189.68	12572.38	12489.53	29.63%	0.66%
10	02.03.04.01	5780.23	9922.60	10141.25	43.00%	2.16%
11	02.03.04.02	9583.45	15356.06	14477.02	33.80%	6.07%
12	02.03.04.03	3727.28	4728.15	4832.51	22.87%	2.16%
13	02.03.06.01	26010.55	32376.34	32387.29	19.69%	0.03%
14	02.03.06.03	22152.04	27360.01	27417.64	19.21%	0.21%
15	02.03.06.04	37880.81	38825.88	38189.82	0.81%	1.67%
16	02.03.07.01.01	28336.34	30124.16	30228.36	6.26%	0.34%
17	02.03.07.01.05	34996.88	35539.08	36639.27	4.48%	3.00%
18	02.03.07.01.06	38667.13	34387.50	37885.94	2.06%	9.23%
19	02.03.07.02.01	7401.53	8786.96	9430.37	21.51%	6.82%
20	02.03.07.02.02	17186.94	15290.82	16261.61	5.69%	5.97%
21	02.03.07.02.03	11824.73	7762.79	7654.05	54.49%	1.42%
22	02.03.08.01.01	42455.59	36554.08	37273.67	13.90%	1.93%
23	02.03.08.01.02	80752.56	82449.75	83644.64	3.46%	1.43%
24	02.03.08.01.03	46177.20	47632.65	46930.51	1.61%	1.50%
25	02.03.08.02.01	2238.75	1579.54	1421.16	57.53%	11.14%
26	02.03.08.02.02	5372.00	4610.84	4180.96	28.49%	10.28%
27	02.03.08.02.03	1538.47	857.84	892.16	72.44%	3.85%
28	02.03.09.01.01	32647.20	29999.82	30605.66	6.67%	1.98%
29	02.03.09.01.02	55188.26	56345.42	56837.57	2.90%	0.87%
30	02.03.09.01.03	12902.16	17963.15	18592.60	30.61%	3.39%
31	02.03.09.01.04	20479.00	20833.09	21015.04	2.55%	0.87%
32	03.01.01.01	1394.07	1117.41	1265.96	10.12%	11.73%
33	03.01.01.02	24428.91	22463.46	21442.25	13.93%	4.76%
34	03.01.01.03	950.86	701.28	623.95	52.39%	12.39%
35	03.02.01.01	4317.78	5233.77	5448.41	20.75%	3.94%
36	03.02.02.01	15387.47	14606.09	13919.40	10.55%	4.93%
37	03.02.03.01	20104.02	8903.38	9157.35	119.54%	2.77%

38	03.02.04.01	18153.44	31858.75	32923.93	44.86%	3.24%
39	03.02.06.01	23522.96	26916.12	26677.25	11.82%	0.90%
40	03.02.07.01	3796.03	3776.12	3299.75	15.04%	14.44%
41	03.02.08.01	4076.27	4155.71	4184.67	2.59%	0.69%
42	03.02.14.01	6944.64	6888.60	7203.89	3.60%	4.38%
43	03.03.01.01	26032.22	26449.17	26934.42	3.35%	1.80%
44	03.04.01.01	36121.24	35025.33	34923.85	3.43%	0.29%
45	03.04.02.01.01	68561.96	67717.37	66389.15	3.27%	2.00%
46	03.04.02.02.01	3432.11	2625.08	3441.50	0.27%	23.72%
47	03.04.03.01	511.73	449.08	448.96	13.98%	0.03%
48	03.05.01.01.01	10083.03	15805.19	16775.12	39.89%	5.78%
49	03.05.02.01.01	2462.28	1098.92	1098.92	124.06%	0.00%
50	03.05.02.01.02	304.13	467.39	484.18	37.19%	3.47%
51	03.05.02.02.01	5624.33	6180.61	5846.88	3.81%	5.71%
52	03.07.01.01	12891.28	12891.28	12891.28	0.00%	0.00%
53	03.07.01.04	1032.84	1032.84	1032.84	0.00%	0.00%
54	03.08.03.02	1988.74	1988.74	1988.74	0.00%	0.00%
55	03.08.04.01	203427.73	217691.01	203427.73	0.00%	7.01%
56	03.10.01.02	63246.62	65209.64	60937.06	3.79%	7.01%
57	03.10.01.03	107531.37	110900.42	109938.81	2.19%	0.87%
58	03.11.01.01	11815.78	12005.03	12225.28	3.35%	1.80%
59	03.11.01.03	9169.96	8663.93	8256.60	11.06%	4.93%
60	03.11.01.04	8557.79	3789.95	3898.06	119.54%	2.77%
61	03.11.01.05	6102.81	10710.25	11067.84	44.86%	3.23%
62	03.11.01.07	6948.50	7844.76	7775.14	10.63%	0.90%
63	03.11.01.08	2204.90	2229.77	2245.31	1.80%	0.69%
64	04.01.01.01	2766.68	2766.68	2766.68	0.00%	0.00%
65	04.01.01.02	914.49	914.49	914.49	0.00%	0.00%
66	04.01.01.03	254.25	254.25	254.25	0.00%	0.00%
67	04.01.01.04	2223.97	2223.97	2223.97	0.00%	0.00%
68	04.01.01.05	59.24	59.24	59.24	0.00%	0.00%
69	04.01.02.01	509.04	509.04	509.04	0.00%	0.00%
70	04.01.02.02	12.71	152.52	152.52	91.67%	0.00%
71	04.01.02.03	90.60	90.60	90.60	0.00%	0.00%
72	04.01.03.01	2096.10	2096.10	2096.10	0.00%	0.00%
73	04.01.04.01	394.56	665.82	665.82	40.74%	0.00%
74	04.02.01.01	742.14	742.14	742.14	0.00%	0.00%
75	04.02.01.02	636.12	636.12	636.12	0.00%	0.00%
76	04.02.01.03	371.07	371.07	371.07	0.00%	0.00%
77	04.02.01.04	53.01	53.01	53.01	0.00%	0.00%
78	04.02.01.07	53.01	53.01	53.01	0.00%	0.00%

79	04.02.02.03.01	541.14	920.24	889.96	39.19%	3.40%
80	04.02.02.03.02	588.29	680.87	692.87	15.09%	1.73%
81	04.02.02.03.03	211.60	246.90	235.56	10.17%	4.81%
82	04.02.02.03.04	228.29	216.45	221.35	3.13%	2.22%
83	04.02.02.03.05	335.25	320.41	339.72	1.32%	5.68%
84	04.02.02.03.06	121.91	118.08	125.94	3.20%	6.24%
85	04.02.02.03.08	343.71	430.52	430.00	20.07%	0.12%
86	04.02.03.01	72.30	477.18	443.44	83.70%	7.61%
87	04.02.03.02	37.87	227.22	221.81	82.93%	2.44%
88	04.02.03.03	33.40	80.16	100.20	66.67%	20.00%
89	04.02.03.04	16.58	33.16	49.74	66.67%	33.33%
90	04.02.03.05	9.14	9.14	9.14	0.00%	0.00%
91	04.02.03.07	6.14	6.14	6.14	0.00%	0.00%
92	04.02.03.08	118.44	129.72	129.72	8.70%	0.00%
93	04.02.03.09	13.18	26.36	26.36	50.00%	0.00%
94	04.02.03.10	33.36	55.60	55.60	40.00%	0.00%
95	04.02.03.11	31.59	31.59	31.59	0.00%	0.00%
96	04.02.03.12	18.38	18.38	18.38	0.00%	0.00%
97	04.02.03.13	160.38	160.38	160.38	0.00%	0.00%
98	04.02.03.14	5.15	5.15	5.15	0.00%	0.00%
99	04.02.03.15	15.84	36.96	42.24	62.50%	12.50%
100	04.02.03.17	27.80	33.36	33.36	16.67%	0.00%
101	04.02.03.18	6.28	6.28	6.28	0.00%	0.00%
102	04.02.03.20	13.40	13.40	13.40	0.00%	0.00%
103	04.02.03.21	6.86	6.86	6.86	0.00%	0.00%
104	04.02.03.22	12.50	12.50	12.50	0.00%	0.00%
105	04.02.03.26	14.22	14.22	14.22	0.00%	0.00%
106	04.02.04.04	111.75	111.75	111.75	0.00%	0.00%
107	04.02.04.05	907.72	907.72	907.72	0.00%	0.00%
108	04.02.04.06	70.26	70.26	70.26	0.00%	0.00%
109	04.02.04.10	1807.68	1807.68	1807.68	0.00%	0.00%
110	04.02.04.11	150.64	150.64	150.64	0.00%	0.00%
111	04.06.01.01	2736.96	2822.49	2822.49	3.03%	0.00%
112	04.06.01.03	1407.98	1407.98	1407.98	0.00%	0.00%
113	04.06.01.04	1119.58	1119.58	1221.36	8.33%	8.33%
114	04.06.02.10	142.48	956.66	1483.36	90.40%	35.51%
115	04.06.02.12	3174.68	2861.33	2908.17	9.16%	1.61%
116	04.06.02.15	33.50	81.25	75.38	55.56%	7.78%
117	04.06.02.16	146.58	145.11	146.58	0.00%	1.00%
118	04.06.02.18	407.82	522.79	543.76	25.00%	3.86%

119	04.06.02.19	866.88	1083.60	1069.15	18.92%	1.35%
120	04.06.02.21	134.19	164.48	161.03	16.67%	2.14%
121	04.06.04.01	12.80	204.80	192.00	93.33%	6.67%
122	04.06.04.02	64.00	960.00	768.00	91.67%	25.00%
123	04.06.04.05	234.18	286.22	338.26	30.77%	15.38%
124	04.06.04.06	208.16	286.22	260.20	20.00%	10.00%
125	04.06.04.07	9.03	18.06	18.06	50.00%	0.00%
126	04.06.04.09	11.95	83.65	95.60	87.50%	12.50%
127	04.06.04.10	0.00	453.25	401.45	100.00%	12.90%
128	04.06.04.10	41.85	167.40	139.50	70.00%	20.00%
129	04.06.04.11	13.69	246.42	205.35	93.33%	20.00%
130	04.06.05.01	700.80	759.20	759.20	7.69%	0.00%
131	04.06.05.06	795.34	795.34	795.34	0.00%	0.00%
132	04.06.05.08	460.05	460.05	460.05	0.00%	0.00%
133	04.06.05.09	141.30	141.30	141.30	0.00%	0.00%
134	04.06.05.11	18.79	18.79	18.79	0.00%	0.00%
135	04.06.06.01.04	1156.75	1156.75	1156.75	0.00%	0.00%
136	05.01.01.01	12209.76	12294.55	12294.55	0.69%	0.00%
137	05.01.02.01	2261.12	2261.12	2261.12	0.00%	0.00%
138	05.01.02.02	479.28	479.28	479.28	0.00%	0.00%
139	05.01.02.03	352.80	352.80	352.80	0.00%	0.00%
140	05.01.02.04	88.00	88.00	88.00	0.00%	0.00%
141	05.01.03.01	1013.10	810.48	742.94	36.36%	9.09%
142	05.01.03.02	71.73	71.73	71.73	0.00%	0.00%
143	05.01.03.03	2374.90	2514.60	2514.60	5.56%	0.00%
144	05.02.01.01	5684.89	7993.57	7702.21	26.19%	3.78%
145	05.02.01.02	3062.70	469.96	459.20	566.96%	2.34%
146	05.02.02.01	265.06	557.54	571.25	53.60%	2.40%
147	05.02.02.02	196.56	56.16	60.84	223.08%	7.69%
148	05.03.01.01	4982.57	3879.70	3839.00	29.79%	1.06%
149	05.03.01.02	2313.91	2037.87	2131.43	8.56%	4.39%
150	05.03.01.03	1567.80	1380.77	1413.64	10.91%	2.32%
151	05.04.01.01	828.00	72.00	72.00	1050.00%	0.00%
152	05.04.01.02	0.00	850.00	850.00	100.00%	0.00%
153	05.05.01	25076.44	25349.01	25349.01	1.08%	0.00%
154	05.05.02	229.60	229.60	229.60	0.00%	0.00%
155	05.05.03	1021.65	1021.65	1021.65	0.00%	0.00%
156	05.05.04	8789.12	8789.12	8789.12	0.00%	0.00%
157	05.05.06	356.16	356.16	356.16	0.00%	0.00%
158	05.06.01	376.23	1379.51	1379.51	72.73%	0.00%
159	05.08.01	4890.69	4890.69	4890.69	0.00%	0.00%

Anexo E

Prueba de hipótesis de cola a la izquierda

Prueba de comprobación de hipótesis por valores críticos:

$$Z_k = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$n_1 = 159$ partidas

$n_2 = 159$ partidas

$x_1 = 3.50\%$

$x_2 = 33.12\%$

$\sigma_1 = 6.04\%$

$\sigma_2 = 98.85\%$

$Z_k = -3.77$

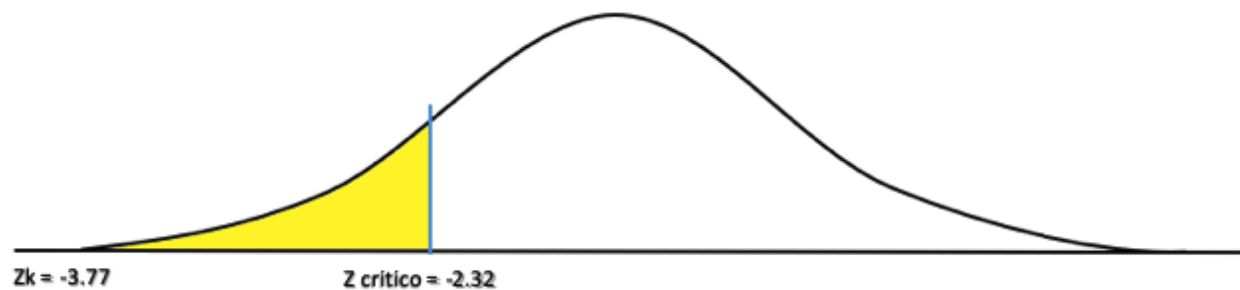
GL= 158 (ver Tabla15)

Para este caso utilizaremos un nivel de confiabilidad del 99%, siendo el Z crítico:

Z crítico = -2.326

Gráfico 1

Prueba unilateral de cola a la izquierda.



Entonces analizando el gráfico anterior podemos decir que el Z_k hallado con los valores del proyecto se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que la hipótesis nula se rechaza, y se acepta la hipótesis alternativa.

Sistema de aprobación de hipótesis.

HIPÓTESIS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	REGLA DE DECISIÓN
H. Alternativa	H1.a	Aplicando la metodología BIM en el bloque de administración de la escuela técnico superior PNP – Arequipa se optimizan los costos	$\mu_{1.a} < \mu_{2.a}$	$\mu_{1.a} - \mu_{2.a} < 0$ SE RECHAZA Ho Si: P valor < α
H. Nula	H0.a	Aplicando la metodología BIM en el bloque de administración de la escuela técnico superior PNP – Arequipa no se optimizan los costos.	$\mu_{1.a} \geq \mu_{2.a}$	$\mu_{1.a} - \mu_{2.a} \geq 0$ SE ACEPTA Ho Si = P valor $\geq \alpha$

Donde:

$\mu_{1.a}$ = Media muestral experimental del porcentaje de margen de error de los costos de las partidas con la Metodología BIM (%ME M.B)

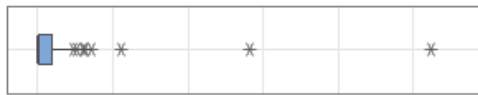
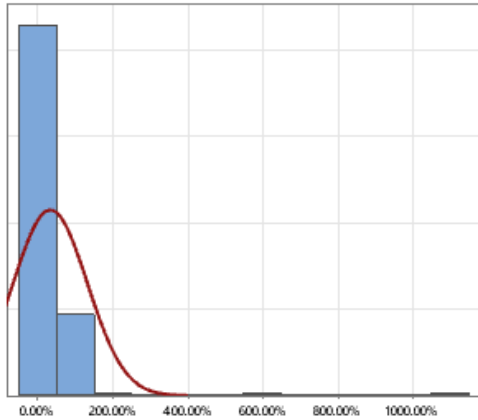
$\mu_{2.a}$ = Media muestral experimental del porcentaje de margen de error de los costos de las partidas con el Expediente Técnico (%ME E.T)

Nivel de confianza = 99%

Nivel de significancia (α) = 1% (0.01)

Informe de resumen Metodología tradicional.

Informe de resumen de %ME ET/GP



Prueba de normalidad de Anderson-Darling

A-cuadrado	30.44
Valor p	<0.005
Media	0.3312
Desv.Est.	0.9885
Varianza	0.9771
Asimetría	8.0600
Curtosis	76.3016
N	159
Mínimo	0.0000
1er cuartil	0.0000
Mediana	0.0448
3er cuartil	0.3636
Máximo	10.5000

Intervalo de confianza de 99% para la media
0.1268 0.5356

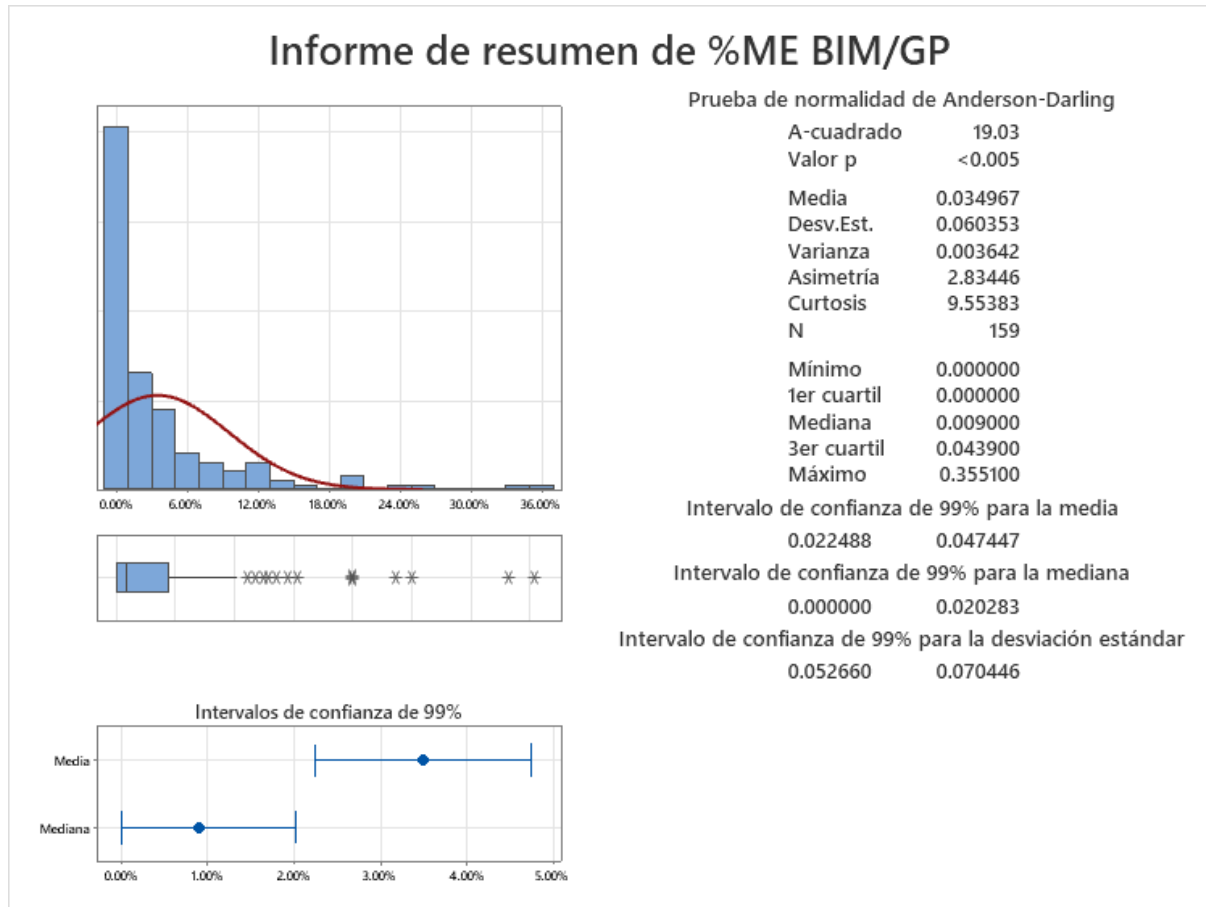
Intervalo de confianza de 99% para la mediana
0.0202 0.1224

Intervalo de confianza de 99% para la desviación estándar
0.8625 1.1538

Fuente: Software Minitab.

Podemos observar en ambos gráficos los datos estadísticos extraídos del Minitab de la metodología BIM y la metodología tradicional, que son iguales a los datos obtenidos utilizando las fórmulas manuales.

Informe de resumen Metodología BIM.



Estadísticas descriptivas

Estadísticas descriptivas				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
%ME BIM/GP	159	0.0350	0.0604	0.0048
%ME ET/GP	159	0.331	0.988	0.078

Pruebas estadísticas Minitab.

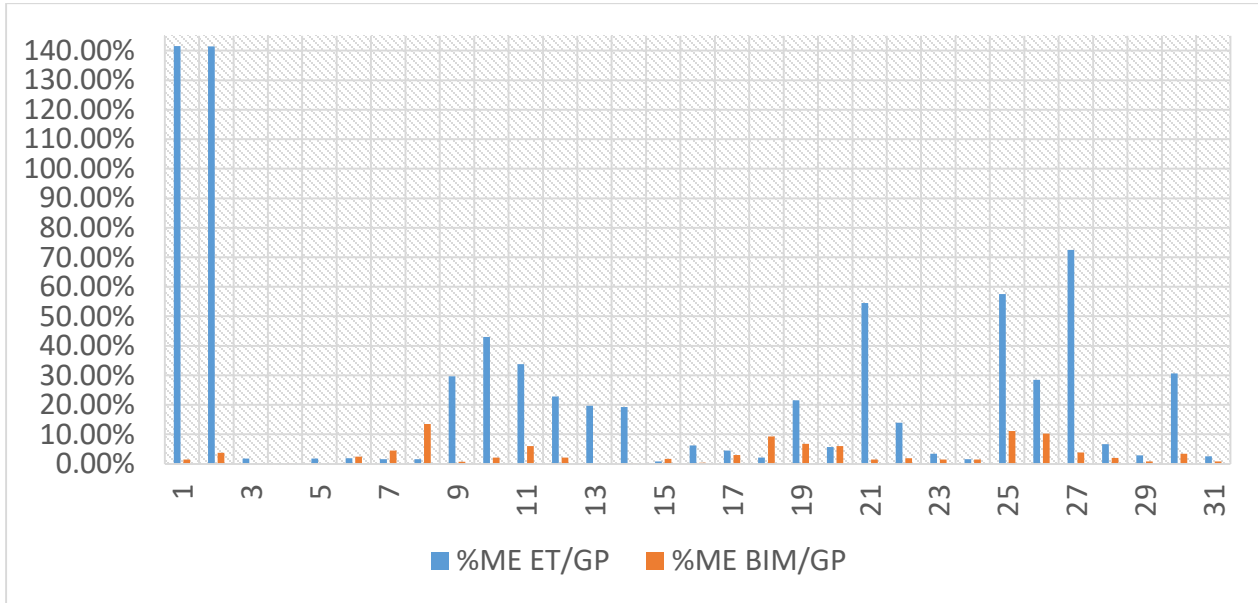
Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$	
Valor T	GL	Valor p
-3.77	159	0.000

Fuente: Software Minitab.

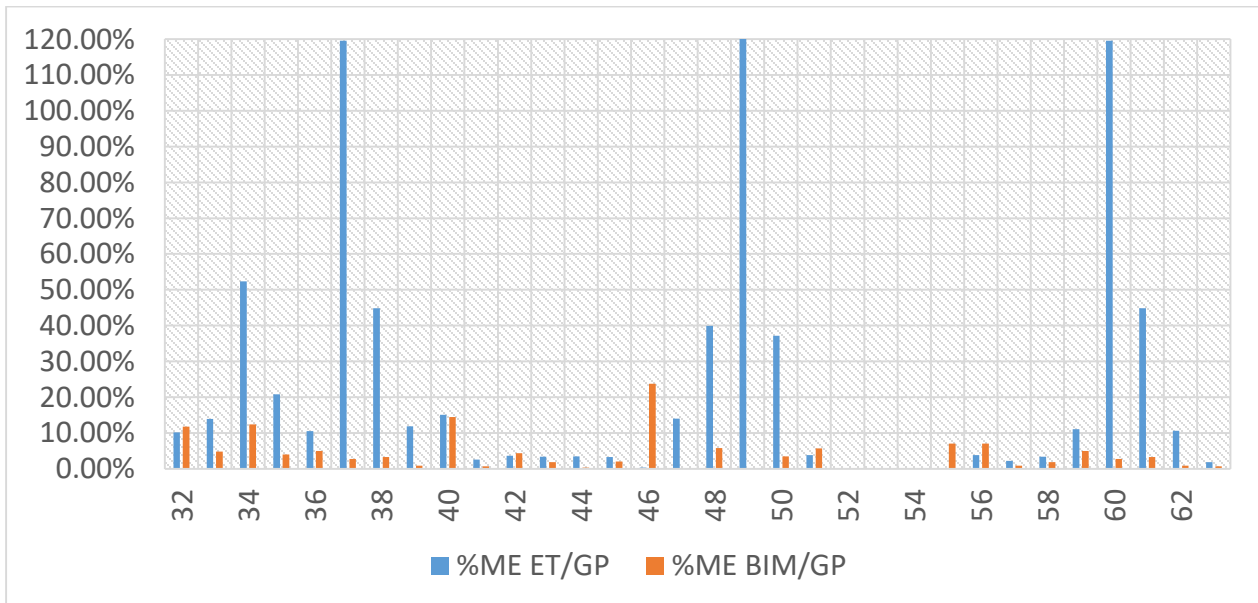
Anexo F

Porcentaje de Margen de Error de la metodología BIM y Expediente Técnico

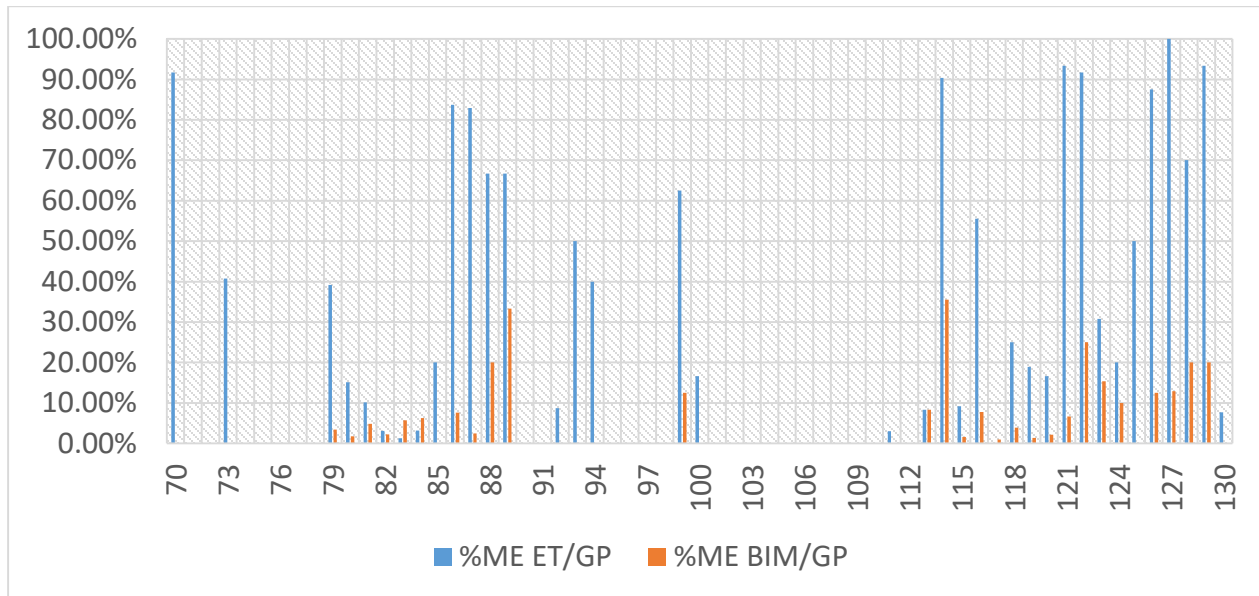
Especialidad de Estructuras



Especialidad de Arquitectura



Especialidad de Instalaciones Sanitarias



Especialidad de Instalaciones Eléctricas

