

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Informe de Competencias, Actividades como jefe de la
oficina de geomática y evaluación de la precisión en
pilotes excavados para el Proyecto Mejoramiento
Integral de la Vía Expresa Cusco**

Anderson Corsinio Araujo Montes

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Cusco, 2022

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	2
DEDICATORIA	3
ÍNDICE.....	4
RESUMEN EJECUTIVO.....	18
INTRODUCCIÓN	19
1. CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN.....	21
1.1. DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN	21
1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	21
1.3. RESEÑA HISTÓRICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA.....	23
1.4. ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA:.....	24
1.5. VISIÓN Y MISIÓN	26
1.6. BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS	26
1.6.1. Normas Técnicas.....	26
1.7. DESCRIPCIÓN DEL AREA DONDE REALIZA SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	27
1.7.1. Descripción de la Obra.....	30
1.7.2. Componentes del Expediente Técnico de la Obra	32
1.8. DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA.....	38

1.8.1.	Cargo Desempeñado	38
1.8.2.	Descripción de Actividades Desarrolladas en el Cargo	38
2.	CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	
	40	
2.1.	ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	40
2.1.1.	Contrato de Ejecución de Obra:	40
2.2.	IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL	44
2.3.	OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	45
2.4.	JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	45
2.5.	RESULTADOS ESPERADOS	47
3.	CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	48
3.1.	BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGIAS O ACTIVIDADES REALIZADAS	
	48	
3.1.1.	Verificación de los Equipos Topográficos.....	50
3.1.2.	Red de Apoyo Secundario:	54
3.1.3.	Punto de Control Geodésicos.....	55
3.1.4.	Puntos de Control Topográficos	56
3.1.5.	Aplicación de la Geodesia	73
3.1.6.	Especificaciones técnicas Para el Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global	80

3.1.7.	Aplicación de la Fotogrametría.....	89
3.1.8.	Pilotes.....	112
3.1.9.	Geodesia y Cartografía Matemática.....	114
3.1.10.	Introducción a la Fotogrametría y Cartografía Aplicado a la Ingeniería Civil .	115
3.1.11.	Tecnologías Aplicadas en Topografía y su Relación con las Deficiencias en las Obras Viales en el Perú.....	115
3.1.12.	Influencia de la Precisión en el Post Proceso de la Metadata en Sistemas de Georreferenciamiento Satelital por el Método Corrección Diferencial.....	115
3.1.13.	Evaluación de los Errores Máximos Permisibles entre Levantamientos Topográficos Empleando Dron y Sistema de Posicionamiento Global Diferencial.....	116
3.1.14.	Análisis Comparativo de Levantamientos por Método Taquimétrico y Levantamientos Empleando Estación Total.....	117
3.1.15.	Manual de Control de Calidad en los Procesos Constructivos de Pilotes Excavados de Concreto Armado.....	117
3.1.16.	Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018.....	118
3.1.17.	Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas 2015 VCHI.....	118
3.1.18.	Norma Técnica Geodésica.....	119
3.1.19.	Norma Española UNE-EN 1536 Ejecución de Trabajos Especiales de Geotecnia Pilotes Perforados.....	119
3.1.20.	Procedimiento de Ejecución de Pilotes Bajo Lodos.....	120
3.1.21.	Control de Precisión en Pilotes Bajo Lodo.....	120

4.	CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	129
4.1.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	129
4.1.1.	Enfoque de las Actividades Profesionales	129
4.1.2.	Alcance de las Actividades Profesionales.....	146
4.1.3.	Entregables de las Actividades Profesionales.....	147
4.2.	ASPECTOS TÉCNICOS DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	148
4.2.1.	Metodologías.....	148
4.2.2.	Técnicas	149
4.2.3.	Instrumentos.....	150
4.2.4.	Equipos y Materiales Utilizados en el Desarrollo de las Actividades	150
4.3.	EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	152
4.3.1.	Cronograma de las Actividades Realizadas.....	152
4.3.2.	Proceso y Secuencia Operativa de las Actividades Profesionales	155
5.	CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	263
5.1.	RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	263
5.2.	LOGROS ALCANZADOS.....	274
5.2.1.	En lo Personal	274
5.2.2.	En el Ámbito Laboral.....	275
5.3.	DIFICULTADES ENCONTRADAS	275
5.4.	PLANTEAMIENTO DE MEJORAS	276

5.4.1. Metodología Propuesta	276
5.4.2. Descripción de la Implementación.....	277
5.5. ANÁLISIS.....	277
5.6. APORTES DEL BACHILLER A LA EMPRESA	279
CONCLUSIONES	280
RECOMENDACIONES.....	282
REFERENCIAS.....	283
ANEXOS	286

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dimensiones de la plataforma desde el eje del pilote	124
Tabla 2 Entregables de las actividades profesionales	147
Tabla 3 Tabla de control y verificación insitu de la red topográfica del expediente técnico.....	158
Tabla 4 Tabla de coordenadas de puntos topográficos del expediente técnico	160
Tabla 5 Tabla de BMs del expediente técnico	161
Tabla 6 Consideraciones técnicas para los puntos geodésicos	185
Tabla 7 Coordenadas de la estación de rastreo permanente CS01	198
Tabla 8 Coordenadas geodésicas determinadas en post procesamiento	198
Tabla 9 Parámetros resultantes de pos procesamiento en software CHC Geomatics	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proyectos de China Gezhouba en los últimos años en el Perú	22
Figura 2 Organigrama de China Gezhouba en el proyecto regional del Cusco - Perú.	25
Figura 3 División del área de Geomática donde realiza sus actividades	29
Figura 4 El proyecto Vía Expresa Cusco comprende la construcción de estas estructuras	31
Figura 5 Contrato de ejecución de obra	40
Figura 6 Consecuencias de un mal control topográfico	49
Figura 7 Coincidencia del Eje Principal con la Vertical	50
Figura 8 Corte del lentes óptico	51
Figura 9 Paralaje de los hilos del retículo	51
Figura 10 Eje de colimación perpendicular al eje horizontal	52
Figura 11 Eje horizontal perpendicular a la dirección de la gravedad	53
Figura 12 Hilo vertical perpendicular a la dirección de la gravedad.	53
Figura 13 Posición de un punto respecto al origen.	54
Figura 14 Error de cierre lineal	59
Figura 15 Elementos de una Nivelación	62
Figura 16 Especificaciones que debe ir en un punto geodésico	83
Figura 17 Señal de corrección diferencial	88
Figura 18 Fotogrametría aérea	90
Figura 19 Altimetro	95
Figura 20 Ventana de Kollsman	96
Figura 21 Reglaje alimétrico	97
Figura 22 Milla terrestre	101

Figura 23 Meridianos.....	102
Figura 24 Curso	103
Figura 25 Dron hexacòpteros de 6 motores	104
Figura 26 Dron helicòptero.....	105
Figura 27 Dron tipo ala fija.....	105
Figura 28 Chasis de dron	107
Figura 29 Hélice de un dron	107
Figura 30 Controlador de vuelo.....	108
Figura 31 Radio receptor	108
Figura 32 Bateria	109
Figura 33 Estabilizador.....	110
Figura 34 Emisora o equipo de tierra.....	111
Figura 35 Dron con sistema RTK.....	111
Figura 36 Procedimiento constructivo de perforación bajo lodos de estabilización.	122
Figura 37 Equipo de perforación Bauer.....	123
Figura 38 Excentricidad.....	125
Figura 39 Instalación de puntos geodésicos	129
Figura 40 Conformidad de compatibilización de la topografía	130
Figura 41 Levantamiento topográfico de DM Es	131
Figura 42 Procesamiento de modelos digitales de elevación DME.....	132
Figura 43 Modelo de elevación digital para explotación de canteras.....	133
Figura 44 Control de alineamiento y verticalidad canal central	134
Figura 45 Control altimétrico canal central	134

Figura 46 Georreferenciacion, verticalidad y excentricidad de pilotes	135
Figura 47 Prueba dinámica y control de asentamientos	136
Figura 48 Control de excentricidad y verticalidad en Armadura de acero	137
Figura 49 Control topográfico de verticalidad y excentricidad en pilares.....	137
Figura 50 Control topográfico, corte en talud.....	138
Figura 51 Control de movimiento de tierras de DM Es.....	138
Figura 52 Control de Movimiento de tierras en DME.....	139
Figura 53 Control de alta precisión en montaje de estructuras.....	140
Figura 54 Control topográfico en instalación de tubería de 1240mm en 6.8km	141
Figura 55 Verificación de alineamientos para accesorios	141
Figura 56 Control topográfico de vigas en curva	142
Figura 57 Control topográfico de losas en nodo Versalles	142
Figura 58 Verificación de contrafuertes	143
Figura 59 Control topográfico de vigas cajón	143
Figura 60 Control planímetro y altimétrico viaducto	144
Figura 61 Control topográfico en conformación de vías	144
Figura 62 Emplantillado de capas de pavimento	145
Figura 63 Emplantillado de capas de mejoramiento Vial.....	145
Figura 64 Cronograma de actividades realizadas	153
Figura 65 Puntos geodésicos (expediente técnico) no reconocidos por el IGN	155
Figura 66 Búsqueda de la red topográfica del expediente	156
Figura 67 Error de cierre entre los puntos BM3 y PC -08.....	156
Figura 68 Error de cierre altimétrico entre el PC-01 Y PC-02	157

Figura 69 Error de cierre altimétrico y planimétricos entre PC03 Y BM02.....	157
Figura 70 Plano de puntos ubicados y verificados de la red topográfica del expediente técnico	159
Figura 71 Monumentación de red topográfica.....	162
Figura 72 Puntos de la nueva red topográfica.....	162
Figura 73 Mapeo de la nueva red topográfica, 37 puntos.....	163
Figura 74 Toma de datos de la red topográfica	164
Figura 75 Libreta de campo	165
Figura 76 Cálculos de la red topográfica “P”	166
Figura 77 Obtención de coordenadas absolutas de la red topográfica “P”	167
Figura 78 Cálculos de la red topográfica “R”	168
Figura 79 Obtención de coordenadas absolutas de la red topográfica “R”	169
Figura 80 Nivelación de los puntos de control	170
Figura 81 Levantamiento topográfico canal existente.....	181
Figura 82 Levantamiento topográfico zona urbana – vía expresa.....	181
Figura 83 Monumentación de puntos geodésicos.....	183
Figura 84 Dispositivo GNSS	184
Figura 85 Posicionamiento GNSS del punto geodésico CUS 1192	186
Figura 86 Posicionamiento GNSS del punto geodésico CUS 1193	186
Figura 87 Diario de observaciones punto geodésico CUS 1193	187
Figura 88 Diario de observación punto geodésico CUS 1192.....	188
Figura 89 Línea base generada en software CHC Geomatics	189
Figura 90 Compatibilización altimétrica	203

Figura 91 Red topográfica compatibilizada.....	204
Figura 92 Informe de compatibilidad aprobada por la supervisión	205
Figura 93 Data de levantamiento topográfico transmitida al Excel.....	207
Figura 94 Puntos levantados a detalle.....	208
Figura 95 Data de levantamiento topográfico a detalle	208
Figura 96 Total de puntos levantados 67951 puntos	209
Figura 97 Triangulación – Vía Expresa.....	210
Figura 98 Generación de superficie –Vía Expresa	211
Figura 99 Modelo digital del viaducto libertadores.....	212
Figura 100 Trazo de ejes – viaducto libertadores	213
Figura 101 Alineamiento y niveles en la zapata – viaducto libertadores	213
Figura 102 Control de excentricidad y verticalidad en pilares	214
Figura 103 Pilares alineados y ubicados en sus coordenadas reales.....	215
Figura 104 Control de vigas cabezales – viaducto libertadores.....	215
Figura 105 Control de topes sísmicos y neoprenos	216
Figura 106 Control de alineamientos y niveles en vigas	216
Figura 107 Reconocimiento de elevaciones google Earth pro	217
Figura 108 Vuelo DME con dron phantom 4 pro V2.....	218
Figura 109 Configuración general del plan de vuelo – software Litchi DJI.....	219
Figura 110 Configuración parcial del polígono de vuelo	219
Figura 111 Plan de vuelo - DME.....	220
Figura 112 Verificación, Georreferenciación y traslape de la información	221
Figura 113 Creación de nube de puntos.....	222

Figura 114 Creación de modelo digital de elevación	223
Figura 115 Ortomosaicos de la fotogrametría del DME.....	224
Figura 116 Topografía a partir de la fotogrametría	225
Figura 117 Corte y mejoramiento del canal central.....	226
Figura 118 Control de solados y bases canal central	226
Figura 119 Controles planimétricos y altimétricos del canal central.....	227
Figura 120 Trazo y replanteo de pilotes Costanera II.....	228
Figura 121 Referencia de ejes - pilotes.....	229
Figura 122 Control de Hincado	230
Figura 123 Control de verticalidad - pilotes	231
Figura 124 Comprobación del desplome del pilote	232
Figura 125 Camisa hincada al 100%	233
Figura 126 Toma de Coordenadas para cálculos de excentricidad.....	234
Figura 127 Data proporcionada de la estación total para cálculos de excentricidad	235
Figura 128 Control topográfico durante la perforación	237
Figura 129 Control de verticalidad durante la perforación.....	237
Figura 130 Cota de camisa – nivel de excavación.....	238
Figura 131 Izaje de armadura	239
Figura 132 Equipo topográfico para control de asentamientos	240
Figura 133 Marca de nivel sobre los pilotes de prueba	240
Figura 134 Verificación del asentamiento - pilotes	242
Figura 135 Protocolo de liberación - pilotes.....	243
Figura 136 Plano en planta de 78 pilotes – puente Costanera II.....	244

Figura 137 Control topográfico de pilares – viaducto libertadores	245
Figura 138 Control de verticalidad y excentricidad en pilares – viaducto libertadores	246
Figura 139 Control topográfico de pilotes puente Costanera I.....	247
Figura 140 Plano en planta de 102 pilotes – puente Costanera I.....	248
Figura 141 Rediseño de rasante puente Costanera I.....	250
Figura 142 Rediseño de rasante puente Costanera II.....	250
Figura 143 Rediseño de la rasante del Nodo Versalles	252
Figura 144 Rediseño de los ramales A, B, C y D	252
Figura 145 Replanteo de podios para puente Versalles.....	253
Figura 146 Control topográfico en montaje de estructuras metálicas	254
Figura 147 Replanteo final de estructuras metálicas para encofrado de vigas cajón	255
Figura 148 Control topográfico de vigas y losas nodo Versalles	256
Figura 149 Control topográfico de vigas y losas viaducto Libertadores	256
Figura 150 Control topográfico post vaciado de vigas cajón en viaducto Libertadores.....	257
Figura 151 Control topográfico post vaciado de losas en viaducto Libertadores.....	257
Figura 152 Control topográfico, mejoramiento terraplén en vías.....	258
Figura 153 Control topográfico, mejoramiento pedraplen en vías	259
Figura 154 Control topográfico en conformación de vías – subbase y base	260
Figura 155 Plantillado de topográfica en capas de conformación	260
Figura 156 Compactación y conformación de última capa de base.....	261
Figura 157 Capa de base terminada previo control topográfico	261
Figura 158 Procesamiento de fotogramétrico de cantera rio Andahuaylillas	262
Figura 159 Informe de verificación del estudio topográfico contractual.....	263

Figura 160 Conclusiones del estudio topográfico contractual.....	264
Figura 161 Conformidad del nuevo estudio topográfico de la Vía Expresa -Cusco	265
Figura 162 Respuesta la solicitud de puntos geodésicos	266
Figura 163 Formulación de la estación de rastreo permanente	267
Figura 164 Información del procesamiento emitido por IGN	270
Figura 165 Conformidad de la compatibilidad topográfica.....	271
Figura 166 Informe de alertas del diseño geométrico contractual.....	272
Figura 167 Adecuación de los ramales A, B, C, y D.....	273

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe de suficiencia profesional, se detallan los trabajos realizados como Jefe de la Oficina de Geomática del proyecto Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la ciudad de Cusco: Ovalo Los Libertadores - Puente Costanera – Nodo Versalles.

El informe se enfocara en los procedimientos, criterios, cálculos, conocimientos científicos y tecnológicos, aplicaciones de teorías de la Geodesia, Topografía, Fotogrametría, ciencias las cuales se vienen aplicando en este anhelado proyecto para la ciudad del Cusco.

La construcción de toda esta Ingeniería requiere la participación de una oficina especializada en conocimientos de Geodesia, Topografía, Fotogrametría y sus aplicaciones en controles especiales de precisión para la construcción de vías, canales, saneamiento, puentes y pasos a desnivel; ya que estas dos últimas estructuras, llevaran un tipo de cimentación especial, pilotes excavados, pilares, además de tener montajes de vigas y losas, para lo cual se deberá tener en cuenta una correcta aplicación de la Topografía, ya que podría llevarnos a cometer errores durante la ejecución ocasionando perdida material y generando nuevos costos.

También nos enfocaremos en el control de precisión durante la ejecución de los Pilotes excavados para los puentes costanera I y costanera II, bajo la Norma Española Ejecución de Trabajos Geotécnicos Especiales, Pilotes Perforados NF EN 1536:2000.

La finalidad de este informe es explicar de manera clara, coherente y resumida las actividades y responsabilidades, asumidas por el bachiller en área de Geomática dentro de la empresa ejecutora China Gezhouba Group Company Limited.

INTRODUCCIÓN

Al iniciar la construcción de esta anhelada obra: Mejoramiento Integral de la Via Expresa de la ciudad de Cusco: Ovalo Los Libertadores - Puente Costanera – Nodo Versalles. El área que ingresa primero a campo, es el área de Geomática, ya que deberá realizar la compatibilidad de los estudios Topográficos realizados en el expediente técnico. Es preciso mencionar que, la topografía es pieza fundamental para todo proyecto y más si es un proyecto longitudinal; gracias a este estudio se realiza los diseños geométricos de la infraestructura vial, además es posible verificar su viabilidad insitu, ya que a pesar de cumplir con las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras o el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI , podríamos encontrarnos con un falso diseño geométrico vial, que al ser replanteado nos encontremos con problemas de Altimetría y Planimetría, todo ello producto de un deficiente estudio Topográfico, generando un conjunto de problemas a la entidad y la empresa ejecutora. Esto sería durante la ejecución en cuanto a retrasos, ampliación de plazo, rediseños, trazos de diseño, replanteos de diseño, nivel de excavación excesivos, incompatibilidad de alineamientos; y peor aún cuando se tenga que ejecutar estructuras especiales como son puentes, pasos a desnivel.

El área de Geomática será el encargado de verificar, supervisar, controlar, compatibilizar los planos, alineamientos, niveles, trazos, replanteo de todos los elementos a construir antes, durante y después de la ejecución, ya que estas estructuras requieren de una presión en el replanteo topográfico para su ejecución, con el fin de que todos sus elementos encajen uno respecto del otro.

Además el área de Geomática será encargado de presentar los famosos planos finales de replanteo, para la liquidación de obra y metrados post construcción, dejando puntos topográficos para futuros trabajos de mantenimientos.

Para lo cual se presenta el siguiente trabajo de suficiencia profesional que consta de cinco capítulos, con los siguientes contenidos:

Capítulo I: Aspectos generales de la empresa y/o institución, donde se detalla los datos generales de la empresa, actividades principales, reseña histórica, organigrama, misión y visión, bases legales, descripción del área y cargo donde el bachiller realiza las actividades profesionales.

Capítulo II: Aspectos generales de las actividades profesionales, donde se da a conocer los antecedentes, necesidad del área, los objetivos, la justificación y los resultados esperados.

Capítulo III: Marco teórico, donde se expone la descripción de las bases teóricas de las actividades realizadas por el bachiller.

Capítulo IV: Descripción de las actividades profesionales, en este capítulo describe las actividades desarrolladas por el bachiller durante el proceso de ejecución de la obra.

Capítulo V Resultados: En este último capítulo exponemos los resultados finales, logros alcanzados y el aporte del bachiller a la empresa.