

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL
COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL
Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA,
AYACUCHO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

DIRIGIDO POR:
MSc. Ing. JOSÉ ERNESTO ESTRADA CÁRDENAS

PRESENTADO POR:
Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA

AYACUCHO - PERÚ
2019



ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA
EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO
EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO

Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA

Presentado a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil en cumplimiento parcial de
los requerimientos para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

2019

Autor : Bach. Daniel Collahuacho Callañaupa

Recomendante : MSc. Ing. José Ernesto Estrada Cárdenas
Asesor

Aceptado por : MSc. Ing. Rubén Américo Yachapa Condeña
Director de la Escuela Profesional
de Ingeniería Civil UNSCH.

Revisado por : MSc. Ing. Cristian Castro Pérez
Presidente

: MSc. Ing. José Ernesto Estrada Cárdenas
Miembro

: Arq. Armando Fernández Alagón
Miembro

© 2019; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), todos los derechos reservados. El autor de la investigación autoriza a la UNSCH - Escuela profesional de Ingeniería Civil, la reproducción de la tesis en su totalidad o en partes.



ACTA DE RECOMENDACIÓN Y APROBACIÓN

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

APROBACIÓN DE LA BORRADORA DE TESIS : DICIEMBRE 16 DE 2019

APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN : DICIEMBRE 26 DE 2019

Dr. Efraín Elias PORRAS FLORES
(PRESIDENTE)

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
(MIEMBRO)

MSc. Ing. Cristian CASTRO PÉRES
(MIEMBRO)

Arq. Armando FERNÁNDEZ ALAGÓN
(MIEMBRO)

Arq. Juan Carlos SÁNCHEZ PAREDES
(SECRETARIO DOCENTE)



ACTA DE SUSTENTACIÓN

Según el acuerdo constatado en el Acta levantada el 26 de diciembre de 2019, en la sustentación de tesis presentada por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil Sr. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA, el trabajo de investigación titulado "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO" fue calificado con una nota de (16) por lo que se da la respectiva APROBACIÓN.

Dr. Efraín Elías PORRAS FLORES
(PRESIDENTE)

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
(MIEMBRO)

MSc. Ing. Cristian CASTRO PÉREZ
(MIEMBRO)

Arq. Armando FERNÁNDEZ ALAGÓN
(MIEMBRO)

Arq. Juan Carlos SÁNCHEZ PAREDES
(SECRETARIO DOCENTE)



Dedico esta tesis a mis padres Ceprian Collahuacho Guillén y Julia Callañaupa Sierralta, quienes siempre conocieron el sendero correcto para la superación.

A mi tío Faustino Collahuacho Guilén (que en paz descanse, de quién aprendí aciertos en los momentos difíciles) y a mi tío Felix Collahuacho Guillén; a mis tías Clementina Collahuacho Guillén, a Narcisa Gómez Palomino; y a mi hermano Abilio Collahuacho Callañaupa.

Asimismo, a mis compañeros de estudio, maestros y amigos que sin su ayuda nunca hubiera podido culminar esta tesis. A todos ellos les agradezco desde lo profundo de mi alma.

Daniel Collahuacho Callañaupa



Agradecimientos

Mis agradecimientos y reconocimientos al MSc. Ing. José Ernesto Estrada Cárdenas, por sus sugerencias, recomendaciones y observaciones. Su atención oportuna y permanente fue primordial en el desarrollo de la investigación.

A mi docente de Ingeniería Civil, MSc. Ing. Crístian Castro Pérez, por sus sugerencias, recomendaciones y observaciones. Su atención oportuna y permanente fue primordial en el proceso de desarrollo de la investigación.

A mis padres, por creer en mí y por encaminarme con ejemplos dignos de superación y entrega, en gran parte a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, pues siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y porque el orgullo que sienten por mí fue lo que me hizo ir hasta el final. Asimismo, a mis hermanos, tíos, primos, abuelos, compañeros y amigos.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, centro de estudios en mi formación de pregrado, que me brindaron la oportunidad e hizo de mí una persona más preparada científica y humanísticamente para desenvolverse en este apasionante campo de la Ingeniería Civil.

A la comunidad campesina de " Nuestra Señora Concebida de Acco " distrito de Acocro provincia de Huamanga región de Ayacucho, mi pueblo natal de donde provengo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a INGENIERIA GEO-TECNICA AL MAXIMO S.A.C (INGEOMAX S.A.C), en especial al Ing. Max Morote Arias, principal colaborador durante todo este proceso de mi investigación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
AYACUCHO, 26 DE DICIEMBRE DE 2019
DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA

Índice general

Dedicatoria	V
Agradecimientos	VI
Indice General	VII
Indice Figuras	XIII
Indice Cuadros	XV
Resumen	XVII
Abstract	XVIII
Introducción	XIX

Capítulo 1	Generalidades	Página	1
1.1	Antecedentes bibliográficos		1
1.1.1	Antecedentes a nivel internacional		1
1.1.2	Antecedentes a nivel nacional		4
1.1.3	Antecedentes a nivel local		5
1.2	Descripción de la realidad problemática		5
1.2.1	Materiales predominantes y sistemas constructivos		5
1.2.2	Estado de conservación		5
1.2.3	Alturas de edificación		6
1.2.4	Cobertura		6
1.2.5	Sistemas constructivos tradicionales		7
1.3	Formulación del problema		7
1.3.1	Problema principal		7
1.3.1.1	X:Variables del problema		7
1.3.2	Problemas secundarios		8
1.4	Justificación de investigación		8
1.4.1	Justificación científica		8
1.4.2	Justificación técnica		8
1.4.3	Justificación institucional		8
1.4.4	Justificación personal		8
1.4.5	Justificación racional		8
1.5	Importancia de investigación		9
1.6	Objetivos		9
1.6.1	Objetivo general		9
1.6.2	Objetivos específicos		9
1.7	Hipótesis		10
1.7.1	Hipótesis general		10
1.7.2	Hipótesis específicos		10
1.8	Limitaciones		10
1.9	Operacionalización de variables		10



1.9.1	Variables	10
1.9.2	Variables independientes factor X	10
1.9.3	Variables dependientes factor Y	11
1.9.4	Indicadores	11
1.9.5	Operacionalización de la variable independiente concreto de alto desempeño(CAD)	11
1.9.6	Operacionalización de la variable dependiente del costo de proyecto ó costo de construcción(CC)	13
1.9.7	Operacionalización de la variable dependiente tiempo de construcción(TC)	13
1.9.8	Operacionalización de la variable dependiente del mejora de la calidad(MC)	14
1.10	Unidad de análisis	14
1.11	Metodología de investigación	14
1.11.1	Tipo y nivel de investigación	14
1.12	Periodo de análisis	14
1.13	Fuente de información	15
1.14	Instrumentos utilizados	15
1.15	Recolección de datos	16
1.16	Procesamiento de datos	16

Capítulo 2	Marco teórico	Página	17
2.1	Historia de concreto		17
2.2	Concreto		18
2.2.1	Tipos de concreto		18
2.3	Concreto convencional o normal		19
2.3.1	Usos		19
2.3.2	Diseño de mezclas de concreto convencional		20
2.3.2.1	Información requerida para diseño de mezclas		20
2.3.2.2	Pasos para el procedimiento		20
2.4	Concreto de alto desempeño		20
2.4.1	Definiciones del concreto de alto desempeño		20
2.4.1.1	Definición del Instituto Americano del Concreto...		21
2.4.1.2	Definición del departamento federal de admin...		21
2.4.1.3	Definición del Programa Estratégico...		22
2.4.1.4	Definición de la Universidad de Tokyo (1990)		22
2.4.1.5	Definición del Instituto de Concreto Pretensado		23
2.4.1.6	Definición de la Fundación de investigación...		23
2.4.1.7	Definiciones propuestas por diferentes investigadores		23
2.4.2	Definiciones de varias		25
2.4.2.1	Concreto de alta resistencia		25
2.4.2.2	Concreto de ultra alto desempeño		25
2.4.2.3	Relación agua/materiales cementicios		26
2.4.2.4	Esqueleto granular		26
2.4.3	Materiales para la producción de concreto de alto desempeño		26
2.4.3.1	Cemento		26
2.4.3.2	Agregado		27
2.4.3.3	Agua		28



2.4.3.4	Adiciones	28
2.4.3.5	Aditivos	28
2.4.4	Diseño de mezclas de concreto de alto desempeño	28
2.4.5	Método de diseño ACI 211.4	29
2.4.5.1	Paso 1 Seleccionar el slump y la resistencia	29
2.4.5.2	Paso 2: Seleccionar el tamaño máximo del agregado	29
2.4.5.3	Paso 3: Seleccionar el contenido óptimo de agregado grueso	29
2.4.5.4	Paso 4: Estimar el agua de mezcla y el contenido del aire	30
2.4.5.5	Paso 5: Seleccionar la relación agua/materiales cementicios	30
2.4.5.6	Paso 6: Cálculo del contenido del material cementicio	30
2.4.5.7	Paso 7: Proporcionamiento de mezcla de prueba base	30
2.4.5.8	Paso 8: Proporcionamiento de mezcla usando fly ash	31
2.4.5.9	Paso 9: Mezclas de prueba	31
2.4.5.10	Paso 10: Ajuste de las proporciones de mezcla	31
2.4.5.11	Paso 11: Selección de mezcla óptima	31
2.4.5.12	Tablas de diseño de concreto de alto desempeño	32
2.5	Fundamento de diseño en concreto armado	33
2.5.1	Diseño estructural	33
2.5.2	Método de diseño por servicio y resistencia	34
2.5.2.1	Recomendaciones sobre resistencia	34
2.5.2.2	Recomendaciones sobre servicio	35
2.5.2.3	Recomendaciones sobre ductilidad	35
2.5.3	Resistencia de concreto estructural	35
2.5.3.1	Resistencia mínima del concreto estructural	35
2.5.3.2	Resistencia máxima del concreto estructural	36
2.5.4	Resistencia de diseño para el acero	37
2.5.5	Propiedades mecánicas del concreto	37
2.5.5.1	Comportamiento bajo esfuerzo axial	37
2.5.5.2	Comportamiento del esfuerzo de compresión	37
2.5.5.3	Comportamiento de esfuerzo de compresión de CAD y CC	38
2.5.5.4	Elasticidad del concreto convencional	38
2.5.5.5	Elasticidad del concreto de alto desempeño	40
2.5.6	Predimensionamiento de elementos estructurales	41
2.5.6.1	Vigas	41
2.5.6.2	Losas macizas	42
2.5.6.3	Columnas	42
2.5.6.4	Muros de corte	43
2.6	Diseño de concreto armado	44
2.6.1	Diseño del edificio empleando concreto convencional	44
2.6.1.1	Diseño de viga	44
2.6.1.2	Diseño de columnas	47
2.6.1.3	Diseño de losa	48
2.6.1.4	Diseño de placas	49
2.6.2	Diseño del edificio empleando concreto de alto desempeño	50
2.6.2.1	Diseño de viga	50
2.6.2.2	Diseño de columna	52
2.6.2.3	Diseño de muro	53
2.6.2.4	Diseño de losa	54



2.7	Interpretación de los resultados del programa robot	55
-----	---	----

Capítulo 3	Materiales y métodos	Página	57
3.1	Recolección de muestra de cantera llamocctachi		57
3.2	Recolección de muestra de cantera chillico		57
3.3	Diseño de mezclas del concreto convencional		58
3.3.1	Costo en la producción de 1m3 de concreto convencional		61
3.4	Diseño de mezclas del concreto de alto desempeño		61
3.4.1	Especificaciones		61
3.4.2	Materiales		61
3.4.3	Cemento		61
3.4.4	Agua		61
3.4.5	Agregado fino		62
3.4.6	Agregado grueso		62
3.4.7	Microsílice y superplastificante		62
3.4.8	Selección de slump y resistencia requerida		62
3.4.9	Verificación y selección del tamaño máximo del agregado		62
3.4.10	Selección del contenido óptimo del agregado grueso		63
3.4.11	Estimación del agua de mezclado y contenido del aire		63
3.4.12	Selección de la relación agua y materiales cementicios(a/cm)		64
3.4.13	Cálculo del contenido de materiales cementicios		64
3.4.14	Proporciones de mezcla chema,super		64
3.4.15	Ensayos en concreto de alto desempeño		67
3.4.15.1	Concreto de alto desempeño en estado fresco		67
3.4.15.2	Concreto de alto desempeño en estado endurecido		67
3.4.16	Costo de producción de 1m3 del concreto de alto desempeño		67
3.5	Predimensionamiento		69
3.5.1	Predimensionamiento utilizando concreto convencional		69
3.5.1.1	Losas		69
3.5.1.2	Columnas		69
3.5.1.3	Vigas		69
3.5.2	Predimensionamiento utilizando concreto de alto desempeño		71
3.5.2.1	Losas		71
3.5.2.2	Columnas		71
3.5.2.3	Vigas		71
3.6	Modelo computacional		72
3.6.1	Entorno urbano		72
3.6.2	Arquitectura		72
3.6.3	Consideraciones generales para el diseño		75
3.6.4	Análisis computacional utilizando concreto convencional		76
3.6.4.1	Cálculo de propiedades del concreto convencional		76
3.6.4.2	Espectro de pseudo aceleraciones		76
3.6.4.3	Definición de los elementos línea		78
3.6.4.4	Dibujo de los elementos área		78
3.6.4.5	Definición de sistema de cargas estáticas		80
3.6.4.6	Definición de combinaciones de cargas		82
3.6.4.7	Definición de secciones de área		82
3.6.4.8	Verificación de deformaciones		83



3.6.4.9	Periodo fundamental de la estructura	83
3.6.4.10	Coeficiente basal para análisis estático	84
3.6.4.11	Fuerzas en elementos de barra y muros	85
3.6.4.12	Verificación de la configuración estructural	85
3.6.4.13	Verificación de la relación entre cortante estática y dinámica	85
3.6.4.14	Separación sísmica entre edificios	86
3.6.5	Análisis computacional utilizando concreto de alto desempeño	87
3.6.5.1	Definición de las propiedades del concreto de alto desempeño	87
3.6.5.2	Espectro de pseudo aceleraciones	88
3.6.5.3	Definición de los elementos de línea	89
3.6.5.4	Dibujo de los elementos de área	89
3.6.5.5	Definición de sistema de cargas estáticas	91
3.6.5.6	Definición de combinaciones de carga	93
3.6.5.7	Definición de secciones de área	93
3.6.5.8	Verificación de deformaciones	94
3.6.5.9	Periodo fundamental de la estructura	94
3.6.5.10	Coeficiente basal para el análisis estático	95
3.6.5.11	Fuerzas en elementos de barra y muros	96
3.6.5.12	Verificación de la configuración estructural	96
3.6.5.13	Verificación de la relación entre cortante estática y dinámica	96
3.6.5.14	Separación sísmica entre edificios	97
3.7	Diseño de concreto armado	98
3.7.1	Diseño de concreto armado utilizando concreto convencional	98
3.7.1.1	Viga	98
3.7.2	Diseño de concreto armado utilizando concreto de alto desempeño .	102
3.7.2.1	Viga	102

Capítulo	4	Resultado y discusión	Página	106
4.1	Agregados			106
4.1.1	Con respecto al agregado grueso			106
4.1.2	Con respecto a la granulometría del agregado			106
4.1.3	Respecto a su peso específico y porcentaje de absorción			107
4.2	Consideraciones económicas del diseño de mezclas			107
4.2.1	Concreto convencional			107
4.2.2	Concreto de alto desempeño			107
4.3	Resultado del diseño estructural computacional			110
4.3.1	Resultado de pesos de edificio empleando CC y CAD			110
4.3.2	Resultado de viga crítica empleando CC y CAD			110
4.3.2.1	Resultado de la sección de viga			113
4.3.2.2	Resultado de la sección de columna			113
4.3.2.3	Resultado de la sección de losa			113
4.3.2.4	Resultado de la sección de placa			113
4.3.2.5	Resultado del espacio en la dirección X			113
4.4	Resultado de presupuesto total de estructuras			115
4.4.1	Presupuesto de estructuras empleando concreto convencional			115
4.4.2	Presupuesto de estructuras empleando concreto de alto desempeño .			117
4.5	Comparación y discusión de costos de edificio			118
4.6	Resultado de tiempo de programación de estructuras			118



4.6.1	Tiempo de programación empleando concreto convencional	119
4.6.2	Tiempo de programación empleando concreto de alto desempeño . . .	122
4.7	Comparación y discusión de tiempo de ejecución del proyecto	125
4.8	Resumen de costo y tiempo de CAD Y CC	125
4.9	Verificación de hipótesis global	125
4.10	Conclusiones	126
4.11	Recomendaciones	126
	Glosario	128
	Acrónimos	131
	Símbolos	133
	Bibliografía	134
	Anexo A	138
	Anexo A.1:- Características físico-químicas del cemento(por tipos)	140
	Anexo A.2:- Características del aditivo chema	142
	Anexo A.3:- Resultados de análisis granulométrico	146
	Anexo A.4:- Ensayo de abrasión los ángeles	153
	Anexo A.5:- Programa para diseño de mezclas del concreto de alto desempeño. .	155
	Anexo A.6:- Ensayo de resistencia a la compresión simple	171
	Anexo A.8:- Análisis del agua utilizada en el concreto	173
	Anexo A.9:- Análisis del agregado utilizado en el concreto	175
	Anexo B	176
	VISTA N°. – 01 Tamizado de muestras grava chancada	177
	VISTA N°. – 02 Tamizado de muestras arena	178
	VISTA N°. – 02 Prueba de los ángeles del agregado grueso	179
	VISTA N°. – 05 Aditivos empleados	180
	VISTA N°. – 06 Slump del diseño prueba	181
	VISTA N°. – 07 Llenado de probetas con la muestra	182
	VISTA N°. – 09 Colocado y rotura de las probeta	183
	Anexo C	184
	Anexo C.1:- Análisis costos unitarios del presupuesto de edificio empleando con- creto convencional	186
	Anexo C.2:- Análisis costos unitarios del presupuesto de edificio empleando con- creto de alto desempeño	200
	Anexo D	212
	Anexo D.1:- Plano matriz de arquitectura del lote 23	214
	Anexo D.2:- Plano matriz de estructura del lote 23	217

Índice de figuras

Figura :1.1	Puente Happy Hollow, Tennessee, USA	1
Figura :1.2	Grados y tamaños de las columnas de las Torres Petronas	2
Figura :1.3	Hotel Marriot, Lima-Perú	4
Figura :2.1	Panteón con su bóveda de 43.20 m. Roma	17
Figura :2.2	Faro de Edssytone en el Reino Unido	17
Figura :2.3	Relación entre dosificaciones	24
Figura :2.4	Componentes de Concreto de Ultra Alto Desempeño	25
Figura :2.5	Curva esfuerzo-deformación del concreto	38
Figura :2.6	Comportamiento a compresión	38
Figura :2.7	Viga de sección rectangular	41
Figura :2.8	Losa de espesor h	42
Figura :2.9	Columna de sección rectangular	43
Figura :2.10	Muro de corte	43
Figura :2.11	Bloque equivalente a compresiones	45
Figura :2.12	Detallado de viga	46
Figura :2.13	Detalle elemento a flexo compresión	49
Figura :2.14	Comportamiento esquemático de columnas de CAD	52
Figura :2.15	Signos de desplazamiento y rotaciones	54
Figura :2.16	Signos de fuerzas	54
Figura :2.17	Conversión de signos para fuerzas en las placas	55
Figura :2.18	Diagrama de esfuerzos en un muro de flexión	56
Figura :3.1	Cantera llamocctachi	57
Figura :3.2	Cantera chillico	57
Figura :3.3	Plano de ubicación	72
Figura :3.4	Se puede apreciar distribución en la primera planta	73
Figura :3.5	Se puede apreciar distribución de las plantas 2,3,4 y 5	73
Figura :3.6	Corte A-A del edificio	74
Figura :3.7	Definición del concreto convencional en programa Robot 2018	76
Figura :3.8	Espectro de pseudo aceleraciones dirección X,Y	77
Figura :3.9	Definición de columna	78
Figura :3.10	Definición de viga	78
Figura :3.11	Placas en dirección Y	79
Figura :3.12	Losa aligerada isotrópico cargado y armado en la dirección Y	79
Figura :3.13	Peso propio, carga muerta y carga viva	80
Figura :3.14	Carga muerta (CM), carga viva(CV) en cada nivel	80
Figura :3.15	Fuerza estática Fx y Fy en centro de masa	81
Figura :3.16	Fuerza estática en dirección X y dirección Y en cada piso	82



Figura :3.17	Combinaciones de cargas	82
Figura :3.18	Definición de losa aligerada y placa	83
Figura :3.19	Fuerza cortante en columnas y muros debido al sismo en dirección X	85
Figura :3.20	Fuerza cortante en columnas y muros debido al sismo en dirección Y	85
Figura :3.21	Definición del concreto de alto desempeño en Robot 2018	88
Figura :3.22	Espectro de pseudo aceleraciones dirección X,Y	88
Figura :3.23	Definición de columna y viga	89
Figura :3.24	Placas en dirección Y	90
Figura :3.25	Losa aligerada isotrópico cargado y armado en la dirección Y	90
Figura :3.26	Peso propio, carga muerta y carga viva	91
Figura :3.27	Carga muerta (CM), Carga viva(CV) en cada nivel	91
Figura :3.28	Fuerza estática Fx y Fy en centro de masa	92
Figura :3.29	Fuerza estática en dirección X y dirección Y en cada piso	93
Figura :3.30	Combinaciones de cargas	93
Figura :3.31	Definición de losa aligerada y placa	94
Figura :3.32	Fuerza cortante en columnas y muros debido al sismo en dirección X	96
Figura :3.33	Fuerza cortante en columnas y muros debido al sismo en dirección Y	96
Figura :3.34	Viga principal	98
Figura :3.35	Diagrama de momento flector para (COMB=1.4CM+1.7CV)	98
Figura :3.36	Diagrama de fuerza cortante para (COMB=1.4CM+1.7CV)	98
Figura :3.37	Diseño de viga principal	101
Figura :3.38	Viga principal	102
Figura :3.39	Diagrama de momento flector para (COMB=1.4CM+1.7CV)	102
Figura :3.40	Diagrama de fuerza cortante para (COMB=1.4CM+1.7CV)	102
Figura :3.41	Diseño de viga principal	105
Figura :4.1	Comparación de peso del edificio	110
Figura :4.2	Comparación de espacio en dirección X luego de diseñar la viga	111
Figura :4.3	Comparación de diseño concreto armado de la viga principal	112
Figura :4.4	Comparación de momento	113
Figura :4.5	Comparación de cortante en viga	114
Figura :4.6	Comparación de acero en viga	114
Figura :4.7	Características físico químicas del cemento	140
Figura :4.8	Chema fume	142
Figura :4.9	Chema súper plast	143
Figura :4.10	Chema súper plast	144
Figura :4.11	Ensayo de resistencia a la compresión simple	171
Figura :4.12	Análisis químico del agua	173
Figura :4.13	Análisis de agregado	175

Índice de cuadros

Tabla :1.1	Edificios construidos con concreto de alto desempeño	3
Tabla :1.2	Los 20 países con mayor cantidad de edificaciones de gran altura . .	3
Tabla :1.3	Materiales predominantes en las viviendas de Huanta	5
Tabla :1.4	Estado de construcción en las viviendas de Huanta	6
Tabla :1.5	Altura de construcción en las viviendas de Huanta	6
Tabla :1.6	Cobertura en las viviendas de Huanta	7
Tabla :1.7	Operacionalización de la variable independiente CAD	12
Tabla :1.8	Operacionalización de la variable independiente del costo del proyecto	13
Tabla :1.9	Operacionalización de la variable dependiente tiempo de construcción	14
Tabla :1.10	Operacionalización de la variable dependiente del mejora de la calidad	14
Tabla :2.1	El concreto como un sistema de 5 componentes	26
Tabla :2.2	Slump recomendado para concreto de alta resistencia	32
Tabla :2.3	Tamaño máximo del agregado grueso	32
Tabla :2.4	Volumen de agregado grueso por unidad de volumen	32
Tabla :2.5	Requerimiento aproximado de agua de mezclado	32
Tabla :2.6	Porcentajes de reemplazo de fly-ash	32
Tabla :2.7	Relación a/mc para concreto sin SP	33
Tabla :2.8	Relación a/mc para concreto sin SP	33
Tabla :2.9	Límites para f'_c	36
Tabla :3.1	Resumen del diseño patrón del concreto convencional	60
Tabla :3.2	Resumen del diseño patrón del concreto convencional	60
Tabla :3.3	Análisis de costos unitarios de 1m3 del concreto convencional	61
Tabla :3.4	Resumen del diseño de concreto de alto desempeño.. . . .	66
Tabla :3.5	Análisis de CU de producción del CAD sin aditivo	67
Tabla :3.6	Análisis de CU de producción del CAD con chemachen 440	68
Tabla :3.7	Análisis de CU de producción del CAD	68
Tabla :3.8	Parámetros sísmicos-E030-2018	75
Tabla :3.9	Propiedades del concreto convencional	76
Tabla :3.10	Datos de espectro pseudo aceleraciones dirección X,Y	77
Tabla :3.11	Peso y altura acumulada por cada piso	81
Tabla :3.12	Fuerzas estáticas en dirección X y dirección Y	81
Tabla :3.13	Deformaciones estáticas en dirección X (dxi) y dirección Y (dyi) . .	83
Tabla :3.14	Deformaciones dinámicas en dirección X (dxi) y dirección Y (dyi) . .	83
Tabla :3.15	Periodo y formas de modo de la estructura dirección X	84
Tabla :3.16	Periodo y formas de modo de la estructura dirección Y	84
Tabla :3.17	Propiedades del concreto de alto desempeño	87
Tabla :3.18	Datos de espectro dirección X,Y	89



Tabla :3.19	Peso y altura acumulada por cada piso	92
Tabla :3.20	Fuerzas estáticas en dirección X y dirección Y	92
Tabla :3.21	Deformaciones estáticas en dirección X (dxi) y dirección Y (dyi) . .	94
Tabla :3.22	Deformaciones dinámicas en dirección X (dxi) y dirección Y (dyi) . .	94
Tabla :3.23	Periodo y formas de modo de la estructura dirección X	95
Tabla :3.24	Periodo y formas de modo de la estructura dirección Y	95
Tabla :3.25	Resumen de diseño por flexión	99
Tabla :3.26	Resumen de diseño por corte	100
Tabla :3.27	Resumen de diseño por flexión	103
Tabla :3.28	Resumen de diseño por corte	104
Tabla :4.1	Análisis de costos unitarios de $1m^3$ del concreto convencional	107
Tabla :4.2	Costo de producción de $1m^3$ del concreto del alto desempeño	108
Tabla :4.3	Análisis de CU de producción del CAD con Chemachent 440	108
Tabla :4.4	Análisis de CU de producción del CAD con Chemachent 440 y Chema fume	109
Tabla :4.5	Comparación de peso del edificio	110
Tabla :4.6	Resumen de costo de estructuras de CC y CAD	118
Tabla :4.7	Resumen de tiempo de programación empleando CAD y CC	125
Tabla :4.8	Resumen de costo y tiempo de CAD y CC	125



Resumen

En el presente trabajo se investigó el estudio comparativo del diseño estructural computacional de una edificación de concreto normal ($f'_c = 21MPa$) y concreto de alto desempeño ($f'_c = 50MPa$). Para hacer la comparación se elaboró diseños de mezclas de concreto, en las cuales la resistencia fue monitoreada y se caracterizó los materiales que forman el concreto (propiedades físicas y mecánicas).

Utilizando el software Robot, se realizó una simulación para extraer los cortantes y momentos máximos del modelo de una edificación.

Se plantea ventajas del uso de los concretos de alto desempeño para la construcción de edificaciones con base en ahorros obtenidos por diseño estructural, en la reducción de secciones de elementos estructurales, una mayor rapidez en la construcción debido a altas resistencias a edades muy tempranas, el mayor tiempo de durabilidad en años y la divulgación de dichos concretos para su uso en construcciones vanguardistas.

Además, es importante abordar en el tema de la tecnología del concreto a nivel industrial, conocer las materias primas, su comportamiento, las pruebas normalizadas a realizar para garantizar la ejecución de obras de mayor calidad con estos dos materiales de construcción (concreto convencional y el concreto de alto desempeño), en los aspectos estructurales de costos y procesos de construcción. La comparación se realiza tomando como ejemplo un edificio para oficinas y vivienda de cinco niveles a construirse en la ciudad de Huanta, Ayacucho.

Los costos considerados aquí son para la ciudad de Huanta, como resultado de este estudio se observa que se puede obtener ahorros significativos en el costo de los elementos estructurales verticales, tiempo de ejecución del proyecto y reducción de secciones robustas al usar concreto de alto desempeño y que el comportamiento estructural es igualmente satisfactorio para ambos materiales.

Palabras clave: Concreto convencional, concreto de alto desempeño, costo de construcción y tiempo de construcción.



Abstract

In this work we investigated the comparative study of the computational structural design of a building of normal concrete ($f'_c = 21MPa$) and high performance concrete ($f'_c = 50MPa$). To make the comparison, concrete mix designs elaborated, in which the resistance monitored and the materials that formed the concrete (physical and mechanical properties) characterized.

Using the Robot software, a simulation was carried out to extract the shear and maximum moments of the building model.

There are advantages of the use of high performance concrete for the construction of buildings based on savings obtained by structural design, in the reduction of sections of structural elements, faster construction due to high resistance at very early ages, the longer durability in years and the dissemination of these concrete for use in avant-garde constructions.

In addition, it is important to address on the subject of concrete technology at the industrial level, to know the raw materials, their behavior, the standardized tests to be performed to guarantee the execution of higher quality works with these two construction materials (conventional concrete and high performance concrete), in the structural aspects of costs and construction processes. The comparison made taking as an example a building for offices and housing of five levels to be built in the city of Huanta, Ayacucho.

The costs considered here are for the city of Huanta, as a result of this study it is observed that significant savings can be obtained in the cost of vertical structural elements, project execution time and reduction of robust sections by using high performance concrete and that the structural behavior is equally satisfactory for both materials.

Key words: Conventional concrete, high performance concrete, construction cost and construction time.



Introducción

El concreto de alto desempeño, siendo un material ampliamente usado en otros países, no ha podido ser empleado en Ayacucho para fines estructurales por diversas razones. Una de ellas es el recelo de inversionistas, arquitectos e ingenieros para utilizarlos, basados en la duda de las garantías suficientes durante los procesos de control, calidad, fabricación y colocación. Otra es la falta de información técnica y la respectiva reglamentación; ya que, se desconoce los costos asociados a este material.

En esta tesis se presenta los resultados de diseño estructural de cinco niveles de dos edificios: el primero es de concreto convencional de resistencia a los 28 días ($f'_c = 21MPa$), que se puede considerar como material concreto "convencional o normal" para la construcción de edificios altos en la ciudad de Huanta, Ayacucho; el segundo es de concreto de alto desempeño de la resistencia a los 28 días ($f'_c = 50MPa$), que se consideró el material de "alto desempeño" para la construcción de altos edificios en la ciudad de Huanta, Ayacucho, el cual es de resistencia máxima y económica.

Los objetivos de esta investigación son encontrar la diferencia de costos, comparar las ventajas y desventajas que implica el uso de ambos materiales; asimismo, referente a dimensiones arquitectónicas de los elementos estructurales: el comportamiento de las estructuras ante cargas accidentales, complejidad de análisis y proceso constructivo. El principal propósito del trabajo es aplicar el diseño de elementos estructurales empleando concreto de alto desempeño (CAD) diseñado con materiales del lugar (cemento, agregado, agua, aditivo), comparar la respuesta estructural entre elementos diseñados con concreto convencional (CC) de las mismas características geométricas y de carga.

El diseño de elementos estructurales se preparó utilizando concreto convencional. Se diseñó un edificio en la ciudad de Huanta, Ayacucho, ubicado en jr. Oswaldo S/N, manzana P y lote 23, edificio de concreto normal de cinco pisos simétricos con tres vanos en dirección principal y dos vanos en dirección secundaria, en el cual el suelo tiene una capacidad portante $q_u = 0,20MPa$, el primer piso del edificio será utilizado para el comercio; los demás, como habitaciones de hotel y para el diseño estructural se utilizará el "Reglamento nacional de edificaciones vigente", La resistencia a compresión del concreto para todos los elementos estructurales ($f'_c = 21MPa$) y del acero ($f'_y = 420MPa$).

El sistema estructural utilizado es de pórticos y duales. Se diseñó vigas y columnas del primer piso (que estén sometidos a mayores fuerzas internas). El sistema de piso consiste en una losa aligerada en una dirección (con cajones), apoyado en una viga secundaria, se asumirá que el centro de masa (CM) del edificio coincide con su centro de gravedad; además, se asume que cada piso es infinitamente rígido; es decir, todos los nudos de un piso se desplazarán en la misma cantidad, de igual manera las columnas y placas a colocarse en los pisos es de sección rectangular. Para el diseño de elementos estructurales se propuso un material de concreto convencional y de alto desempeño al edificio alto de cinco pisos, con las mismas características geométricas y carga. En el diseño se utilizó la norma peruana para concreto convencional y la norma neozelandesa para el diseño de concreto de alto desempeño ($f'_c = 50MPa$) y el acero ($f'_c = 420MPa$).

Capítulo: 1

Generalidades

1.1 Antecedentes bibliográficos

El estudio de los edificios altos empleando concreto de alto desempeño es ampliamente estudiado por muchos autores que realizaron trabajos de investigación. Se considera

1.1.1. Antecedentes a nivel internacional

En la actualidad se cuenta con normas de diseño y producción de este tipo de concreto, que inicialmente han sido desarrollados en Francia en el año 2002; sin embargo, existen una serie de proyectos de desarrollo, calibración e implementación en países como Alemania, Suiza, Holanda, Korea, Canadá y recientemente en Estados Unidos. [Portugal Barriga, 2007]

Puente Happy Hollow

El objetivo fue construir un puente económico y atractivo como parte de la ruta estatal 50, el cual debía cumplir con la política de Tennessee de la construcción de la menor cantidad de apoyos. Los ingenieros del departamento de transportes de Tennessee escogieron un puente de concreto de alto desempeño como la solución, con una longitud total de 358 m el puente Happy Hollow tiene el récord del más largo completamente vaciado en un solo tramo de los Estados Unidos. [Portugal Barriga, 2007]

Figura 1.1. Puente Happy Hollow, Tennessee, USA



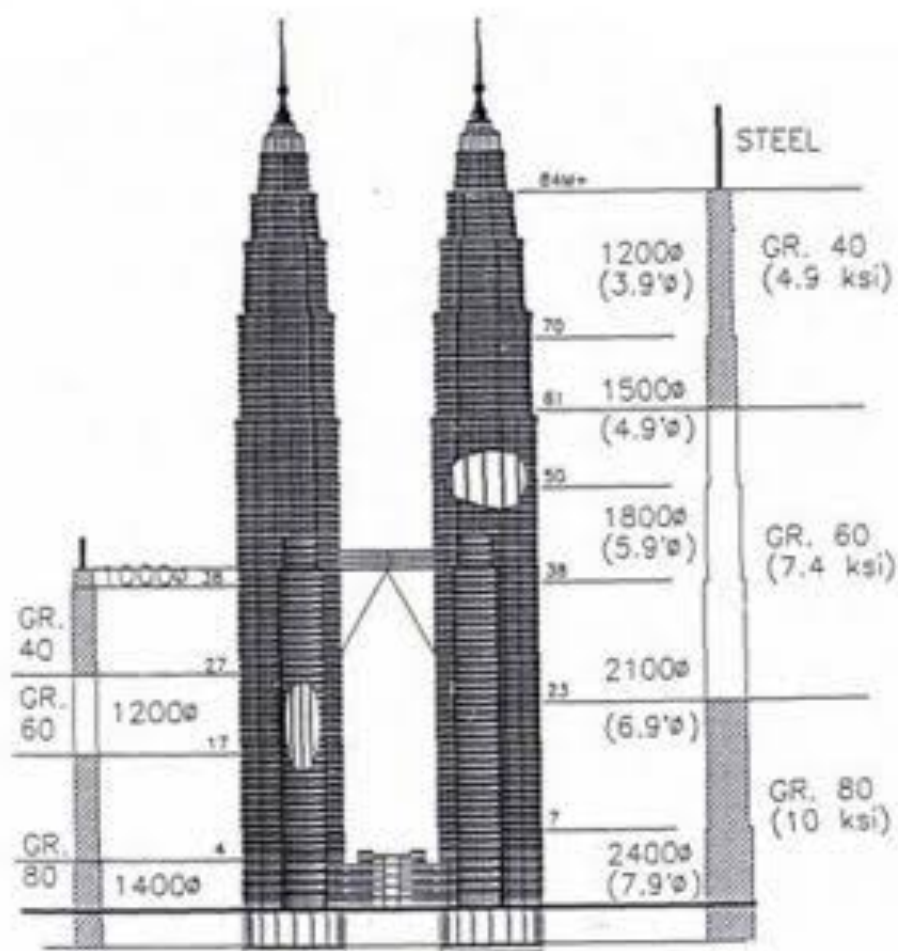
Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007]

Las Torres Petronas

Localizadas en Kuala Lumpur, (Malasia). Las Torres fueron completadas en 1998, con un costo de 1.6 billones de dólares. La torre tiene una altura de 452 m, distribuidos en 88 pisos. Los constructores fueron Thornton-Tomasetti y RANHILL BERSEKUTU, usaron concreto de alto desempeño en el núcleo central de las torres, así como en las 16 columnas perimetrales. El concreto de alto desempeño fue esencial para este proyecto, los beneficios que aportaba incluían alta rigidez lateral, alto amortiguamiento, conexiones simples, simplicidad en la construcción, reducción de las deflexiones y reducción del tamaño de

los miembros. Como vemos, casi todos los beneficios del uso de un concreto de alto desempeño son de carácter estructural. [Portugal Barriga, 2007]

Figura 1.2. Grados y tamaños de las columnas de las Torres Petronas



Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007]

Edificios y uso de concretos de alto desempeño en estructuras de edificaciones altas, la construcción de edificaciones de gran altura se ha difundido a nivel mundial, por lo cual los requerimientos de resistencia han aumentado, actualmente existen mas de 15000 edificios altos en todo el mundo; sin embargo, como se ve en la Tabla 1.2 es en Norteamérica donde se encuentra la mayor cantidad de estos. Es importante destacar que solo 25 % de estos edificios son construidos con concreto; no obstante en los últimos años la tendencia hacia el uso del concreto ha aumentado siendo en el año 2002, la construcción de edificios de concreto un 50 % del total de edificaciones de gran altura. [Portugal Barriga, 2007]

Edificios construidos empleando concreto de alto desempeño en el mundo, teniendo en cuenta su resistencia. A continuación se presentará en Tabla 1.1 además de ciertas características de cada proyecto.

**Tabla 1.1.** Edificios construidos con concreto de alto desempeño

EDIFICIO	LOCALIZACIÓN	AÑO	Nro DE PLANTAS(m)	RESISTENCIA MÁXIMA DE DISEÑO (MPa)
Water Tower Place	Chicago-USA	1975	79	65
Scotia Plaza	Toronto - Canadá	1987-1988	68	90
Mezquita de Hassan II	Marruecos			92.5
311 South Wacker	Chicago-USA	1989-1992	70	91.7
CN Tower	Toronto - Canadá	1973-1974	551	54.4
Melbourne Central Tower	Melbourne - Australia		55	80
Central Plaza	Hong Kong		78	60
Grand Hyatt Hotel	Waschingt D.C	1986		69
Pacific First Center	Seattle - USA			96.5
225 W. Wacker Drive	Chicago-USA	1988	30	96.5
Two Union Square	Seattle - USA	1991		120
One Peachtree Center	Atlanta -USA	1991	257	83
Torre de la Feria de Frankfurt	Frankfur - Alemania	1990	70	

Fuente: Adaptado [Wikipedia, 2018]

Cantidades totales de edificios altos construidos en el mundo empleando concreto de alto desempeño. Tabla 1.2

Tabla 1.2. Los 20 países con mayor cantidad de edificaciones de gran altura

País	Población	Edificios.	País	Población	Edificios.
1 United States	292,197,695	6,783	1 Japan	127,291,000	269
2 Canada	31,714,637	2,070	12 Malaysia	20,932,901	250
3 China	1,295,330,000	1,861	13 Mexico	97,483,412	236
4 United Kingdom	58,789,194	1,134	14 South Africa	40,583,611	225
5 Germany	82,558,000	711	15 Spain	40,847,371	217
6 Netherlands	16,234,219	430	16 South Korea	46,416,796	197
7 Australia	19,485,300	425	17 Austria	8,032,926	192
8 Brazil	169,799,170	390	18 New Zealand	4,038,671	185
9 Russia	145,181,900	381	19 United Arab Emirates	2,411,000	181
10 Turkey	65,293,000	288	20 Italy	56,995,744	163

Fuente: Adaptado de [Portugal Barriga, 2007]

Concreto de Alto Desempeño (Tesis:[Portugal Barriga, 2007])

En esta investigación se detallan las técnicas de adición de minerales como humo de sílice, ceniza volante, escorias y aditivos químicos que aportan manejabilidad. Se promueve la utilización del concreto de alto desempeño por sus condiciones de durabilidad, sostenibilidad y el uso eficiente del agua. Se realiza una introducción a la industrialización de este tipo de concretos con la estandarización de controles de calidad desde la obtención de materias primas, fabricación, transporte y colocación en sitio.

Análisis Costo Beneficio del Uso de Concretos de Alta resistencia (>80MPa) para la Región de Veracruz (Tesis: [Alfaro Sobrino, 2016])



En el presente trabajo de investigación se realiza una comparación de los costos de un concreto convencional y uno de alta resistencia (superior a los 80MPa). Para hacer la comparación se llevó a cabo diseños de mezclas de concreto, que fueron monitoreadas (su resistencia). Se caracterizó los materiales que forman el concreto desde sus propiedades físicas y mecánicas.

1.1.2. Antecedentes a nivel nacional

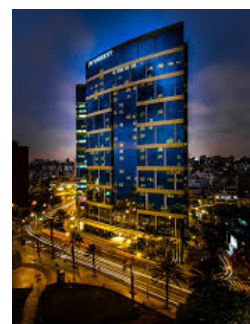
En nuestro país se ha venido estudiando los concretos de alto desempeño desde 1985, cuyo estudio inicial estuvo dirigido a los concretos de alta resistencia y actualmente se ha desarrollado alrededor de 12 tesis a nivel nacional sobre el tema. Las primeras aplicaciones de este tipo de concreto en el Perú no son muy conocidas, siendo estas los concretos utilizados por la compañía minera Yanacocha en 1989, donde en sus obras primarias se consideró un concreto con una resistencia a la compresión de 55MPa y a partir de esa fecha se han venido desarrollando diferentes obras donde han sido requeridos concretos de alto desempeño. [Portugal Barriga, 2007]

Influencia de los Métodos Comunes de Curado en los Especímenes de Concreto de Alto Desempeño. (Tesis: [Ruíz Enero, 2006])

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de ampliar los conocimientos acerca de los efectos que producen varias condiciones de curado en el desarrollo de las propiedades del concreto de alto desempeño. Para esto se realizó el estudio de mezcla de concreto "convencional" cuya relación $a/c=0.45$ y con asentamiento de 3"-4", mientras que las mezclas de concreto de alto desempeño fueron generadas a partir del concreto "convencional" con reducción de agua mediante la adición del aditivo superplastificante "Chema" y establecer su influencia en los concretos de alto desempeño.[Ruíz Enero, 2006]

Hotel Marriot

Figura 1.3. Hotel Marriot, Lima-Perú



Fuente: Adaptado de [Portugal Barriga, 2007]

El diseño del hotel Marriot en la ciudad de Lima, construido por la compañía Graña y Montero Contratistas Generales en el 2000, fue una de las primeras obras donde se usó con alguna demanda concretos de alto desempeño. Allí las compañías UNICON y FIRTH, produjeron concretos con resistencias a la compresión entre (75MPa a 98MPa) a 90 días. Este concreto incluyó microsílíce en su composición además de usar un aditivo superplastificante. [Portugal Barriga, 2007]



1.1.3. Antecedentes a nivel local

Diseño de Mezcla de Concreto de Alta Resistencia, en la Ciudad de Ayacucho.
(Tesis:[Choquehuanca Bendizú, 2004])

La presente tesis consiste en obtener mezclas de concreto que en estado endurecido tenga una resistencia a la compresión mayor que ($f'_c = 21MPa$); lograr que el concreto en este estado (endurecido) tenga alto módulo de elasticidad, proponer la difusión de la tecnología de la elaboración de concreto de alta resistencia en la zona y evaluar propiedades de aditivo superplastificante en la mezcla con agregados de las canteras las piedras (Chacco y Huayhuacondo).

En la región no tenemos muchas investigaciones relacionados al tema pero existen empresas como Concreto los Andes y Concreto Mixersur en ciudad de Ayacucho que incentivan concreto industrial puesto en obra.

1.2 Descripción de la realidad problemática

1.2.1. Materiales predominantes y sistemas constructivos en los sectores urbanos, según material de edificación

Respecto al material utilizado para la construcción de las viviendas del centro urbano de Huanta, predomina el de material rústico siendo el 50.03 % de los cuales el 53.97 % son de adobe, el 5.33 % de tapial y el 0.77 % de piedra. Por otra parte, las viviendas de material noble representan el 17.53 % con respecto a toda el área construida. Se nota la mayor presencia de edificaciones con nuevos materiales, sobre los jirones Gervasio Santillana y Mariscal Castilla, que corresponden a ser calles comerciales; y también junto al mercado o las calles aledañas, que se incrementaron en las primeras décadas del siglo XX. [INDECI, 2017]

Tabla 1.3. Materiales predominantes en las viviendas de Huanta

Materiales	Superficie ha	%
Adobe	124.01	53.97
Tapial	12.84	5.33
Piedra	2.13	0.77
Ladrillo	45.97	17.53
Vacío	30.55	11
Vías y área libre	62.36	22.4
Total ciudad	277.9	100

Fuente: Adaptado de [INDECI, 2017]

1.2.2. Estado de conservación

Predominan las edificaciones regulares y en mal estado de conservación. Las edificaciones con buen estado, en su mayoría son de materiales contemporáneos; están incluidas instituciones educativas, de salud, y otras instituciones públicas.[INDECI, 2017]



Existen edificaciones recientes deterioradas, ubicadas principalmente hacia el oeste, cercanas a las quebradas y en la parte baja de la pendiente, construidas con adobe o tapial. Las edificaciones contemporáneas se encuentran en buen estado de conservación. Generalmente, al construirse las nuevas edificaciones, se originan deterioros importantes en las edificaciones tradicionales vecinas: recorte de tejados, debilitamiento de estructuras; así como la obstrucción de ejes de evacuación de aguas pluviales y la apertura de servidumbres anteriormente inexistentes.[INDECI, 2017]

Tabla 1.4. Estado de construcción en las viviendas de Huanta

Estado	Superficie	
	ha	%
Bueno	22.84	8.22
Malo	71.85	25.86
Regular	90.29	32.49
Vacío	30.55	10.99
Vías y área libre	62.36	22.44
Total ciudad	277.89	100.00

Fuente: Adaptado de [INDECI, 2017]

1.2.3. Alturas de edificación

En general, la ciudad tiene una ocupación horizontal que sigue las ondulaciones del terreno. Las edificaciones predominantes son de 1 y 2 niveles; sin embargo, en la zona central y comercial, existen numerosas edificaciones de tres y cuatro pisos. También existen edificaciones de 5 pisos ubicadas en el sector norte de la ciudad, destinadas al uso residencial. Existe la tendencia de sustituir edificaciones antiguas por nuevas de material contemporáneo y mayor altura en la zona central.[INDECI, 2017]

Tabla 1.5. Altura de construcción en las viviendas de Huanta

Altura	Superficie	
	ha	%
Lote vacío	30.55	10.99
Un piso	119.45	42.98
Dos pisos	53.97	19.42
Tres pisos	9.33	3.36
Cuatro pisos	2.1	0.76
Cinco pisos	0.13	0.05
Vías y áreas libres	62.36	22.44
Total ciudad	277.89	100.00

Fuente: Adaptado de [INDECI, 2017]

1.2.4. Cobertura

Respecto al material utilizado para la cobertura de las construcciones de la ciudad de Huanta, predomina el uso de las tejas en un 58.11% seguido de las calaminas con un 23.39% y finalmente el uso de las losas con un 18.50%. La cobertura de calaminas predomina mayormente en la parte nor oeste de la ciudad de Huanta y de forma dispersa en



el resto de esta ciudad, sienten este tipo de coberturas vulnerables a los vientos fuertes, (si estos no se encuentran adecuadamente sujetos). [INDECI, 2017]

Tabla 1.6. Cobertura en las viviendas de Huanta

Tipo	Superficie	
	ha	%
Calamina	43.55	15.67
Losa concreto	39.81	14.33
Sin cobertura	34.01	12.24
teja artesanal	98.15	35.32
Vías y áreas libres	62.36	22.44
Total ciudad	277.88	100.00

Fuente: Adaptada de [INDECI, 2017]

1.2.5. Sistemas constructivos tradicionales

Las edificaciones contemporáneas de tapial y de adobe tienen en general problemas constructivos desde la cimentación, no cuentan con sobre cimientos, humedeciéndose fácilmente, no existen arriostres adecuados entre los muros, no cuentan con vigas perimetrales y, en su gran mayoría, las coberturas son de calamina (sobre estructuras de madera con anclajes deficientes). El templo matriz es de piedra caliza y adobe. El sistema de cubierta es de bóveda de medio cañón con arcos fajones. La cubierta es de 2 aguas de tejas contemporáneas de ladrillo y concreto armado, generalmente en base a pórticos, con edificaciones esbeltas, llegando hasta cinco pisos de altura. Los sistemas constructivos tradicionales tienen en general como cimientos de piedra; muros de piedra con mortero de cal-arena y adobe; entrepisos de viguería de madera y, principalmente, de bóvedas de piedra o ladrillo con mortero de cal arena; las coberturas son de estructura de madera del sistema denominado de par y nudillo, con sobre pares, carrizo y tejas de arcilla, en el caso de los templos, la mayoría cuenta con cobertura de bóvedas de piedra o ladrillo.[INDECI, 2017]

La investigación se centra en nuestra región, al hecho de construir edificios altos con concreto convencional, lo que ocasiona excesivo de costo, tiempo y secciones estructurales robustas que, posteriormente produce menor resistencia y durabilidad, mayor contaminación, mayor inversión y traen consigo uso inadecuado de concreto.

1.3 Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿De qué manera el uso de concreto de alto desempeño será un factor determinante para optimizar el costo, tiempo y secciones estructurales en construcción de un edificio alto en la ciudad de Huanta, Ayacucho?

1.3.1.1. X: Variables del problema

x1.- Costo de construcción

x2.- Tiempo de construcción



x3.- Sección robusta de elementos estructurales

x4.- Resistencia y módulo de elasticidad

1.3.2. Problemas secundarios

1. ¿De qué manera el uso de concreto de alto desempeño será un factor determinante para disminuir el costo de construcción de un edificio en la ciudad de Huanta, Ayacucho?
2. ¿De qué manera el uso de concreto de alto desempeño será un factor determinante para disminuir el tiempo de construcción de un edificio en la ciudad de Huanta, Ayacucho?
3. ¿De qué manera el uso de concreto de alto desempeño será un factor determinante para disminuir secciones estructurales de un edificio en construcción en la ciudad de Huanta, Ayacucho?
4. ¿De qué manera el uso de concreto de alto desempeño será un factor determinante para construir edificios de alta resistencia y durabilidad en la ciudad de Huanta, Ayacucho?

1.4 Justificación de investigación

1.4.1. Justificación científica

Esta investigación es necesaria para las personas directamente responsables en ejecuciones de esta índole, porque sus aportes pueden contribuir a mejorarlas.

1.4.2. Justificación técnica

Es de suma importancia para la población de la ciudad de Huanta(Ayacucho), porque sus aportes contribuirán el beneficio de una construcción rápida y económica de edificios altos y relevantes, así incentivar la producción industrial y uso de concreto de alto desempeño.

1.4.3. Justificación institucional

Asímismo es conveniente para la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, que dentro de su plan institucional es fomentar la investigación científica.

1.4.4. Justificación personal

Es conveniente para toda la región de Ayacucho, porque contribuirá en la aplicación de los avances tecnológicos y la tecnificación de la construcción de infraestructuras altamente sismo resistentes, rompiendo los paradigmas en el empleo de concretos convencionales.

1.4.5. Justificación racional

Para abaratar los costos, tiempo de ejecución, disminuir la contaminación en la construcción de edificaciones en la ciudad de Huanta, Ayacucho.



1.5 Importancia de investigación

Actualmente en la mayoría de las construcciones de edificios altos en nuestra región se emplea concreto convencional, esta investigación plantea el empleo de nuevo concreto industrial de alto desempeño.

La investigación también contribuirá a generar un diseño de mezcla de concreto de alto desempeño con materiales del lugar para entender esta importante tecnología en construcción de edificios altos.

Asimismo, los resultados de este estudio ayudarán a fomentar una mayor conciencia entre la población y las empresas constructoras para optimizar recursos beneficiando a la población o al empresario.

Por otro lado, se desarrollará un método para medir las variables del estudio en el contexto diseño computacional, pero con aplicaciones a otras poblaciones de la región.

1.6 Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar si el uso de concreto de alto desempeño es una mejor alternativa práctica, rápida y económica en la construcción de edificios altos en la ciudad de Huanta, Ayacucho; considerando la calidad, seguridad y el impacto del medio ambiente, comparando los resultados obtenidos de un análisis cuantitativo y cualitativo en la construcción de edificios con el propósito de identificar las causas de las partes principales del problema, de tal manera que exista bases y fundamentos para proponer recomendaciones que contribuyan a decidir el tipo de concreto a emplear.

Nota: Este objetivo general tiene cinco elementos necesarios:

A= realidad

B= marco referencial

C= tipo de análisis

D= lo que se pretende identificar

E= recomendaciones

1.6.2. Objetivos específicos

1. Describir el proceso constructivo con empleo de concreto de alto desempeño en la construcción de las altas edificaciones, para optimizar costos teniendo en cuenta las normas vigentes en la ciudad de Huanta, Ayacucho.
2. Diseñar y seleccionar de qué manera el uso de concreto de alto desempeño será un factor determinante para optimizar el tiempo de construcción de un edificio alto en la ciudad de Huanta, Ayacucho.
3. Proponer la mejor alternativa entre el uso de concreto de alto desempeño y concreto convencional para optimizar secciones estructurales en la construcción de edificios altos en la ciudad de Huanta, Ayacucho.



4. Evaluar de qué manera el uso de concreto de alto desempeño será un factor determinante para construir edificios de alta resistencia y durabilidad, desde un punto de vista de costo, tiempo de ejecución y comparar los resultados obtenidos entre concreto convencional y alto desempeño en la ciudad de Huanta, Ayacucho.

1.7 Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

Al utilizar el concreto de alto desempeño en la construcción de edificios altos en la ciudad de Huanta(Ayacucho) se logra reducir los plazos de ejecución y el costo, se mejora la calidad requerida; asimismo, el compromiso con la seguridad y medio ambiente.

1.7.2. Hipótesis específicos

1. Uso de concreto de alto desempeño como material óptimo en la construcción que mejore la calidad del proyecto en cortos plazos, menores índices de riesgos y con menor impacto ambiental; de este modo facilitando a los responsables en el control del proyecto de edificación.
2. El uso de concreto de alto desempeño es la mejor alternativa para la construcción de edificaciones con menor tiempo de ejecución, mayor productividad y con calidad; teniendo los recursos necesarios a disposición en la ejecución de la edificación.
3. El uso de concreto de alto desempeño es la mejor alternativa para la construcción de edificios de manera rápida y reduciendo las secciones estructurales de los edificios altos teniendo en cuenta las normas vigentes y procedimientos establecidos.
4. La rapidez en la construcción con concreto de alto desempeño, edificios de alta resistencia y durabilidad minimizando el impacto social y riesgos de seguridad en la ciudad, permite lograr la satisfacción del cliente, entregando el proyecto terminado antes de la fecha contractual sin infringir las disposiciones presupuestales.

1.8 Limitaciones

Se realizará la investigación en infraestructura de edificación en ciudad de Huanta, región Ayacucho del Perú

1.9 Operacionalización de variables

1.9.1. Variables

1.9.2. Variables independientes factor X

Aquellas que se consideran las causas. Se identifica siempre una variable cuya magnitud o característica se relaciona con otra a la cual afecta. Las variables independientes objeto de estudio en la tesis en su primera etapa es concreto de alto desempeño X



1.9.3. Variables dependientes factor Y

Son aquellas que dependen de la acción (intensidad o característica) de la variable independiente. Las variables dependientes para la presente investigación son reducción de tiempo de construcción, reducción de costos de construcción y mejora de la calidad; Asimismo seguridad y medio ambiente.

1.9.4. Indicadores

Indicador asociada a las variables independientes.

En la primera etapa de la investigación son:

Peso (agregado fino, agregado grueso, cemento y aditivo) en (kg, g, g/cm³, kg/L), Cantidad de agua(L), módulo de finura, peso específico de agregado fino (T/m³), peso unitario compactado de agregado fino (kg/m³), contenido de humedad agregado fino (%), absorción de agregado fino (%), tamaño máximo de agregado(plg), tamaño máximo nominal(plg), peso específico de agregado grueso (T/m³), peso unitario compactado de agregado grueso(kg/m³), contenido de humedad de agregado grueso (%), absorción de agregado grueso (%), tiempo de vibrado en minutos, tiempo de revoluciones en minutos de carro hormiguero ó mezcladora.

En segunda etapa son: dimensión(mm), peso(kg), volumen (m³), asentamiento, trabajabilidad del concreto de alto desempeño en estado fresco.

Indicador asociada a la variable dependiente

En la primera etapa:

- ➊ Resistencia a la compresión a los 28 días en (kg/cm²)
- ➋ Volumen del concreto de alto desempeño (m³)
- ➌ Peso del concreto de alto desempeño (kg)

En la segunda etapa del proceso:

- ➊ Tiempo de construcción (días)
- ➋ Costo de construcción(S/.)
- ➌ Reducción de secciones estructurales(m y m³)

1.9.5. Operacionalización de la variable independiente concreto de alto desempeño(CAD)



Tabla 1.7. Operacionalización de la variable independiente CAD

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escalas	Tipo	Instrumentos
V. I.- CAD	composición	cemento andino Tipo I	kg	cuantitativo continua	balanza Gram RS
		agregado grueso	kg	cuantitativo continua	balanza Gram RS
		agregado fino	kg	cuantitativo continua	balanza Gram RS
		Agua potable	l	cuantitativo continua	balanza Gram RS
	aditivo	selección chemament 440	cm3	cuantitativo continua	probeta
		selección chema fume	g	cuantitativo continua	balanza Gram RS
		según su función acelerante	cm3	cuantitativo continua	probeta
	efectividad del aditivo	% de adición de aditivo (dosificación del aditivo), (diseño de mezcla)	l	cuantitativo continua	diseño computacional programa
		rendimiento (diseño de mezcla)	kg/m3	cuantitativo continua	recolección de datos
		tiempo de fraguado (concreto fresco)	hora	cuantitativo continua	cronómetro
	acelerante	temperatura (concreto fresco)	°C	cuantitativo continua	termómetro
		asentamiento (concreto fresco)	slump	cuantitativo continua	cono de Abrams
	estados	concreto fresco trabajable	slump	cuantitativo continua	cono de Abrams
		concreto fresco temperatura	°C	cuantitativo continua	termómetro
		concreto fresco tiempo de fragua	hora	cuantitativo continua	cronómetro
		concreto endurecido resistencia	kg/cm2	cuantitativo continua	máquina eléctrica PINZUAR
		concreto endurecido durabilidad	—	cualitativo nominal	observación



1.9.6. Operacionalización de la variable dependiente del costo de proyecto ó costo de construcción(CC)

Tabla 1.8. Operacionalización de la variable independiente del costo del proyecto

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escalas	Tipo	Instrumentos
V.D.- CC	propiedades	módulo de young (E)	Mpa	cuantitativa continua	Norma canadienses
		coeficiente de Kirchoff(G)	Mpa	cuantitativa continua	fórmula
	mecánicas	coeficiente de poisson(v)	—	cuantitativa continua	Norma canadienses
		peso específico	kg/cm3	cuantitativa continua	fórmula
	del concreto	dilatación térmica	°C	cuantitativa continua	Norma canadienses
	modelo computacional	verificación	E030	cuantitativa continua	comparación
	diseño concreto armado	verificación	ACI y Norma canadienses	cuantitativa continua	comparación
	planos de estructuras	láminas	S.I	cuantitativa discreta	observación
	metrados	hoja de calculo	S.I	cuantitativa continua	observación
	cotización de costos	materiales de construcción	S/.	cuantitativa continua	plantilla de costos
	presupuesto de proyecto	edificio alto	S/.	cuantitativa continua	programa S10

1.9.7. Operacionalización de la variable dependiente tiempo de construcción(TC)

**Tabla 1.9.** Operacionalización de la variable dependiente tiempo de construcción

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escalas	Tipo	Instrumentos
V.D.- TC	cotización de costos	materiales de construcción	S/	cuantitativa continua	plantilla de costos
	análisis unitario de costos	por partida	S/	cuantitativa continua	programa S10
	costos y presupuesto	edificio	S/	cuantitativa continua	programa S10
	Programación de obra	tiempo	días	cuantitativa continua	microsoft project

1.9.8. Operacionalización de la variable dependiente del mejora de la calidad(MC)

Tabla 1.10. Operacionalización de la variable dependiente del mejora de la calidad

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escalas	Tipo	Instrumentos
V.D.- MC	resistencia a compresión	probetas	kg/cm2	cuantitativo continua	máquina eléctrica PINZUAR
V.D.- MC	módulo de elasticidad	resistencia y densidad	kg/cm2 y kg/m3	cuantitativo continua	fórmula de ACI

1.10 Unidad de análisis

Para esta investigación la unidad de análisis es una edificación de concreto convencional en la ciudad de Huanta, región Ayacucho del Perú. Donde la población total de ciudad de Huanta es de 63,547.00 habitantes.

1.11 Metodología de investigación

1.11.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo correlacional y un nivel exploratorio, porque busca contribuir a la ampliación del conocimiento científico en la comparación del concreto de alto desempeño y concreto convencional en edificios altos.

1.12 Periodo de análisis

La investigación se realizó este presente año, en los meses de mayo, junio, julio y agosto.



1.13 Fuente de información

La información solicitada al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI 2017) sobre resultados del último censo nacional de población y vivienda, de crecimiento demográfico de Huanta(Ayacucho). [INDECI, 2017], porcentaje de incremento de la demanda en áreas de expansión urbana; es decir, mapa del déficit habitacional, empleo de tipo materiales en construcción, tipo y altura de edificación, toda esta información recabada en digital y en formato excel.

1.14 Instrumentos utilizados

Las aplicaciones y equipos utilizados para alcanzar las metas de los objetivos de la investigación están presentados en dos rubros:

1.- Aplicaciones

- ① Robot Structural Analysis Professional 2018
- ② Microsoft Excel 2018
- ③ Matlab 2018b
- ④ S10 Costos y Presupuestos
- ⑤ Microsoft Project 2018
- ⑥ LaTeX MiKTeX 2.9.7200 64-bit con Editor TexMaker
- ⑦ Autocad 2018.

2.-Equipos de ensayo

- ① Horno
- ② Tamizadoras
- ③ Máquina de los ángeles
- ④ Calibrador micrométrico
- ⑤ Pie de Rey o Vernier
- ⑥ Vibrador para concreto eléctrico
- ⑦ Balanza de laboratorio Gram RS
- ⑧ Mezcladora de concreto
- ⑨ Máquina eléctrica digital para ensayo de concreto- PINZUAR



1.15 Recolección de datos

La investigación se ha ceñido en la base a la recolección de datos de muestra de las canteras de lugar para elaboración de concreto de alto desempeño y concreto convencional óptimo, del mismo modo, realizar prueba de ensayo para cada muestra obteniendo probetas de concreto en laboratorio (diseño de mezcla de concreto).

Finalmente, realizar las roturas de probetas para determinar resistencia a compresión de concreto de alto desempeño a los 28 días. de igual manera, estudiar las propiedades mecánicas del concreto de alto desempeño, análisis computacional empleando concreto convencional y concreto de alto desempeño a edificio alto de la región en proceso de construcción.

1.16 Procesamiento de datos

Diseño de concreto de alto desempeño que serán monitoreadas (su resistencia y su módulo de elasticidad).

Se caracterizó los materiales que forman el concreto de alto desempeño desde sus propiedades, aditivos y adiciones que se encuentren disponibles en el mercado.

Luego utilizando el programa *Robot Structura 2018*, se realizará una simulación de la edificación empleando lo siguiente: **a.-** concreto de alto desempeño y **b.-** concreto convencional para extraer los cortantes y momentos máximos del modelo de una edificación para cada tipo de material empleado en diseño computacional.

En seguida se elige el diseño mas óptimo que luego emplearemos para su contrastación de su hipótesis en el programa *S10* para analizar costo de ejecución y análisis de costos unitarios, finalmente para compararlos procesos constructivos y tiempo de ejecución utilizaremos *Microsoft Project Professional 2018*, para determinar; diagrama de Gantt, mano de obra requerida, adquisición de materiales, curvas S, valorizaciones.

Asimismo, se planteó las ventajas del uso de los concretos de alto desempeño para la construcción de edificaciones en la ciudad de la Huanta(Ayacucho). Luego sugerir tecnología del concreto a nivel industrial y las pruebas normalizadas a realizar que garanticen la ejecución de obras de mayor calidad.

La resistencia de concreto fue ampliamente estudiada en muchos trabajos de investigación internacional y nacional con temas sobre resistencia de concreto: compresión, tracción y tensión siendo la más importante la de compresión.

Capítulo: 2

Marco teórico

2.1 Historia de concreto

La historia señala que en el antiguo Egipto se desarrolló el primer aglutinante conocido, el cual se usó con el fin de darle una textura lisa a las pirámides, este fue el yeso. Después, en la antigua Grecia y Roma se comenzó a usar la piedra caliza para construir los grandes monumentos de la historia de la humanidad, tales como el Partenón, el coliseo romano y sus acueductos. Estos monumentos altamente durables se conservan hasta hoy en día. Entre los siglos I y III antes de Cristo los romanos descubrieron como crear morteros puzolánicos, para estos se utilizaron arenas volantes volcánicas pulvis puteolanu, procedentes del monte Vesubio y consistentes en una mezcla de cal y tierra volcánica que generaba mejores resultados cementantes que la cal normal. [López Yépez et al., 2011]

En 1756 se comenzó a hablar de un concreto muy parecido al de los tiempos modernos. Durante la construcción del faro de Edssytone en el Reino Unido el ingeniero John Smeaton observó que el mortero con cal ordinaria no funcionaba bien bajo el agua de mar y que su resistencia no era la suficiente. Al realizar un minucioso estudio se dio cuenta que al producir morteros con calizas de mayor porcentaje de arcilla, se generaba un mortero mejor, capaz de resistir los problemas que se presentaban en la construcción del faro. Con este descubrimiento se dio un gran avance en el camino hacia los concretos de los tiempos modernos, tomado de revista ICPC el cual lo referencia [López Yépez et al., 2011].

Después de Smeaton, el ingeniero francés J.L. Vicat descubrió que no podía existir

Figura 2.1. Panteón con su bóveda de 43.20 m. Roma



Fuente: Adaptada de [Wikipedia, 2018]

Figura 2.2. Faro de Edssytone en el Reino Unido



Fuente: Adaptada de [Wikipedia, 2018]



mortero hidráulico, sin sílice y que toda cal contiene algo de arcilla compuesta por sílice y alúmina. En 1824, Joseph Aspin registró una patente de un nuevo cemento, al cual llamo Cemento Pórtland [López Yépez et al., 2011]. A partir de ese momento se comenzó a producir concreto como lo conocemos en nuestros días; sin embargo, grandes avances desde el tiempo de J. Aspin se han dado en la tecnología del cemento y el concreto. La aparición de aditivos químicos y adiciones minerales como nuevos materiales permiten fabricar concretos especiales muy durables y muy resistentes. [López Yépez et al., 2011]

Entre estos concretos especiales se puede nombrar el "concreto de alto desempeño", los concretos de polvos reactivos, los concretos compactados con rodillos, los concretos auto-compactantes y los concretos con fibras.[López Yépez et al., 2011]

2.2 Concreto

El concreto es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener cierta propiedad de prefijadas, especialmente la resistencia.

Concreto=cemento portland+agregados+aire+agua

El cemento y agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se señalan ciertas sustancias, llamados aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.[Abanto Castillo, 2009]

Definición 2.1 *El Concreto.*

Es una mezcla de arena, grava, roca triturada u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua. En ocasiones, se agrega uno o más aditivos para cambiar ciertas características del concreto, tales como la ductilidad, durabilidad y tiempo de fraguado.[UNICON, 2018]

2.2.1. Tipos de concreto

Adaptando de .[UNICON, 2018, Concrete, 2013]

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ① Concreto relleno fluido | ⑩ Concreto de fraguado acelerado |
| ② Concreto súper plastificado | ⑪ Concreto de baja permeabilidad |
| ③ Concreto plastificado | ⑫ Concreto de alto desempeño |
| ④ Concreto permeable | ⑬ Concreto de alta resistencia |
| ⑤ Concreto para pavimentos | ⑭ Concreto de con fibra |
| ⑥ Concreto para la minería | ⑮ Concreto de coloreado |
| ⑦ Concreto liviano | ⑯ Concreto autocompactado |
| ⑧ Concreto de resistencia acelerada | ⑰ Concreto convencional o normal |
| ⑨ Concreto de fraguado retardado | ⑱ Concreto lanzado vía húmeda (shotcrete) |



2.3 Concreto convencional o normal

Definición 2.2 *El concreto convencional o normal*

Es un material premezclado de resistencia controlada, esta mezcla está compuesta por cemento, grava, arena, agua y aditivos. Se diseña como un material de resistencia a la compresión a 28 días y de peso volumétrico normal. Por sus propiedades, este concreto es ideal para cualquier tipo de elemento y construcción en general en donde la mezcla de concreto no requiera alguna propiedad especial y/o el elemento a colar no es sujeto bajo condiciones de trabajo a ambientes químicos agresivos.[UNICON, 2018]

Definición 2.3 *Concreto convencional o normal.*

- 1 *El concreto convencional tiene una amplia utilización en las estructuras de concreto más comunes. Disponible en diferentes resistencias (desde 17,5MPa hasta 35MPa).*[UNICON, 2018]
- 2 *Dependiendo de las dimensiones y cuantía del refuerzo del elemento que se va a vaciar se especifica el tipo de agregado requerido y sus proporciones:*[UNICON, 2018]
 - 1 *Agregado estándar (tamaño máximo de 1”),*
 - 2 *Agregado medio (tamaño máximo $\frac{3}{4}$ ”) y*
 - 3 *Agregado fino (tamaño máximo de $\frac{1}{2}$ ”).*
- 3 *Los materiales y el producto final son controlados y ensayados de acuerdo con el Reglamento Nacional de Construcciones y la norma ACI cumpliendo con las expectativas de falla y criterios de aceptación establecidos por dichos documentos.*[UNICON, 2018]
- 4 *Concreto producido bajo los parámetros de una producción sustentable.*[UNICON, 2018]

2.3.1. Usos

Ideal para cualquier tipo de construcción que no requiera de aditivos especiales. Todo tipo de estructuras de concreto:[UNICON, 2018, Concrete, 2013]

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1 Losas y cubiertas | 7 Pisos industriales |
| 2 Cimentaciones y zapatas | 8 Placas macizas y aligeradas |
| 3 Columnas | 9 Muros de contención |
| 4 Losas de Cimentación | 10 Cimientos |
| 5 Muros estructurales | 11 Prefabricados, entre otras |
| 6 Elementos prefabricados | |



2.3.2. Diseño de mezclas de concreto convencional

2.3.2.1. Información requerida para diseño de mezclas

1. Análisis granulométrico de los agregados
2. Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
3. Peso específico de los agregados (fino y grueso)
4. Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
5. Perfil y textura de los agregados
6. Tipo y marca del cemento
7. Peso específico del cemento
8. Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados [Abanto Castillo, 2009]

2.3.2.2. Pasos para el procedimiento

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

1. Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra
2. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})
3. Elección del Asentamiento (Slump)
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire
6. Selección de la relación agua/cemento (a/c)
7. Cálculo del contenido de cemento
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino
9. Ajustes por humedad y absorción
10. Cálculo de proporciones en peso
11. Cálculo de proporciones en volumen
12. Cálculo de cantidades por tanda [Abanto Castillo, 2009]

2.4 Concreto de alto desempeño

La tecnología del concreto hoy en día ya no es una ciencia joven, ha sufrido una revolución en su desarrollo a partir de la década de los años 80, hoy en día es muy sencillo lograr concretos especiales con ayuda de los numerosos productos de adición al concreto que se encuentra en el mercado, sin embargo, el camino a la optimización del proceso de obtención de estos concretos es aún desconocido en muchos criterios básicos de composición, dosificación y elaboración.[Portugal Barriga, 2007]

Los concretos de alto desempeño (CAD) o de alto performance (High Performance Concrete) son hoy en día, los que han alcanzado un mayor grado de optimización dado sus usos especiales; sus características mejoradas de resistencia y durabilidad son conocidas, siendo su uso una alternativa real en la construcción de diversas estructuras con requerimientos especiales, que pueden ser tanto del tipo estructural como medioambiental.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.1. Definiciones del concreto de alto desempeño

Existen muchas diferentes definiciones de concreto de alto desempeño. Por lo cual no existe una definición universalmente aceptada; muchas instituciones reconocidas inter-



nacionalmente han definido a los concretos de alto desempeño cada cual, con diferentes criterios de evaluación, algunas de estas definiciones son resumidas a continuación. [Portugal Barriga, 2007]

2.4.1.1. Definición del Instituto Americano del Concreto (Russell 1999).

Definición 2.4 *American Concrete Institute (ACI)*

Un concreto de alto desempeño es el que reúne una combinación especial de requerimientos de desempeño y uniformidad que no siempre puede ser logrado usando materiales tradicionales, mezclado normal, criterios de colocación normales y prácticas de curado ordinarias. [Portugal Barriga, 2007]

Un concreto de alto desempeño es un concreto en el cual ciertas características son desarrolladas para una aplicación y medioambiente particular. [Portugal Barriga, 2007]
Ejemplos de estas características que pueden ser consideradas críticas para una aplicación son: [Portugal Barriga, 2007]

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1 Facilidad de colocación | 6 Densidad |
| 2 Compactación sin segregación | 7 Calor de hidratación |
| 3 Propiedades mecánicas a largo plazo | 8 Dureza |
| 4 Resistencia iniciales | 9 Estabilidad volumétrica |
| 5 Permeabilidad | 10 Gran periodo de vida de servicio en un medio ambiente severo |

Dado que muchas de las características de un concreto de alto desempeño son interrelacionadas, un cambio en una sola usualmente resulta en cambios en una o más de otras características. Consecuentemente, si muchas características tienen que ser tomadas en cuenta en la producción de concreto para una aplicación, cada una de estas características debe ser claramente especificada en los documentos contractuales. [Portugal Barriga, 2007]

Comentario de la definición

La definición propuesta en 1998 por el Subcomité THPC del ACI formado en 1991 es una definición general que intenta incluir una variedad de concretos que tienen propiedades especiales que no son comunes en un concreto convencional y no establece ningún parámetro máximo o mínimo que un determinado concreto deba cumplir a diferencia de otras definiciones. [Portugal Barriga, 2007]

2.4.1.2. Definición del departamento federal de administración de carreteras de los Estados Unidos

Definición 2.5 *U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration (FHWA 1998)*

Un concreto de alto desempeño es diseñado para ser más durable y si es necesario más resistente que un concreto convencional. Los concretos de alto desempeño están compuestos de esencialmente los mismos materiales que un concreto convencional. Pero las proporciones son diseñadas para proveer la resistencia y durabilidad necesaria para los requerimientos estructurales y medio ambientales del proyecto. [Portugal Barriga, 2007]



Comentario de la definición

Esta definición conjuntamente con la del Instituto Americano del Concreto son las más aceptadas internacionalmente, sin embargo, es importante destacar que el Departamento federal de administración de carreteras también ha publicado otras definiciones anteriores, las cuales estaban orientadas para estructuras específicas como es el caso de los puentes.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.1.3. Definición del Programa Estratégico de Investigación de Carreteras (Zia, 1991)

Definición 2.6 *Strategic Highway Research Program (SHRP)*

- a. *Un concreto de alto desempeño debe cumplir con una de las siguientes características:[Portugal Barriga, 2007]*
- ① *Resistencia a la compresión a los 28 días mayor o igual a 70MPa (10000psi)*
 - ② *Resistencia a la compresión a las 4 horas mayor o igual a 20MPa (3000psi)*
 - ③ *Resistencia a la compresión a las 24 horas mayor o igual a 35MPa (5000psi)*
- b. *Un concreto de alto desempeño debe tener un factor de durabilidad mayor que 80 % después de 300 ciclos de congelamiento y deshielo.[Portugal Barriga, 2007]*
- c. *Un concreto de alto desempeño debe tener una relación agua/materiales cementicios menor o igual que 0.35.[Portugal Barriga, 2007]*

Comentario de la definición

La definición del SHRP abarca una resistencia específica, durabilidad y características del diseño de mezclas. Se debe tener en cuenta que esta definición fue desarrollada primordialmente para los requerimientos en la construcción de carreteras y no para obras en general.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.1.4. Definición de la Universidad de Tokyo (1990)

Definición 2.7 *Un concreto de alto desempeño debe cumplir con las siguientes características:[Portugal Barriga, 2007]*

- ① *Habilidad para llenar los encofrados con poco o sin esfuerzo externo de compactación*
- ② *Una mezcla cohesiva con baja segregación*
- ③ *Fisuración mínima a edades tempranas causadas por la contracción o las deformaciones térmicas*
- ④ *Suficiente resistencia a largo plazo y baja permeabilidad*

Comentario de la definición

En esta definición, el concreto de alto desempeño es caracterizado como un "concreto nivelador" que compensa las prácticas de construcción y detallado estructural deficientes y es una reflexión que hacen japoneses al énfasis en la construtibilidad tanto como a la resistencia y durabilidad del concreto.[Portugal Barriga, 2007]



2.4.1.5. Definición del Instituto de Concreto Pretensado

Definición 2.8 *Prestressed Concrete Institute (PCI Committee on Durability 1994)*

Un concreto de alto desempeño es un concreto con o sin microsilice que tiene una relación agua/cemento de 0,38 o menos, resistencia a la compresión igual o mayor a 55,2MPa (8000psi) y permeabilidad (medida por AASHTO, $T - 259$ o $T - 277$) 50 % más baja que la de un concreto convencional.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.1.6. Definición de la Fundación de investigación en Ingeniería Civil

Definición 2.9 *Civil Engineering Research Foundation (CERF Technical Report 1994)*

Al contrario de un concreto convencional, un concreto de alto desempeño debe tener uno o más de estos requisitos.[Portugal Barriga, 2007]

- 1 Fácil colocación y compactación
- 2 Alta resistencia inicial
- 3 Exhibir propiedades mecánicas a largo plazo superiores, resistencia a la abrasión o cargas de impacto, y baja permeabilidad
- 4 Exhibir estabilidad volumétrica y así menos deformaciones y menos fisuras
- 5 Mayor periodo de resistencia a ataques químicos, ciclos de congelamiento y deshielo o altas temperaturas
- 6 Demostrar durabilidad mejorada

2.4.1.7. Definiciones propuestas por diferentes investigadores

Investigadores destacados en el área de la tecnología del concreto también han definido a este tipo especial de concreto, a continuación se desarrollan algunas de estas definiciones:[Portugal Barriga, 2007]

Definición 2.10 *Definición del Dr. Adam Neville (Reino Unido). En discusión al concreto de alta performance, "sus características especiales son tales que sus componentes y proporciones son específicamente escogidas para tener las propiedades particularmente apropiadas para el uso esperado de la estructura; estas propiedades son usualmente una alta resistencia o baja permeabilidad".[Portugal Barriga, 2007]*

Definición 2.11 *Definición del Ing. C. H. Goodspeed (Estados Unidos). Puede llamarse concreto de alto desempeño (HPC) a cualquier concreto que satisface ciertos criterios propuestos que superan las limitaciones de concretos convencionales, estos pueden incluir concretos con mejorada resistencia a la acción del medio ambiente (durables) o un incremento de la capacidad estructural mientras mantienen una adecuada durabilidad. Pueden también incluirse concretos que reducen significativamente el tiempo de construcción sin compromiso de un largo periodo de servicio. Por consiguiente no es posible dar una única definición de HPC sin considerar los requerimientos de desempeño dados por las condiciones de uso del concreto.[Portugal Barriga, 2007]*

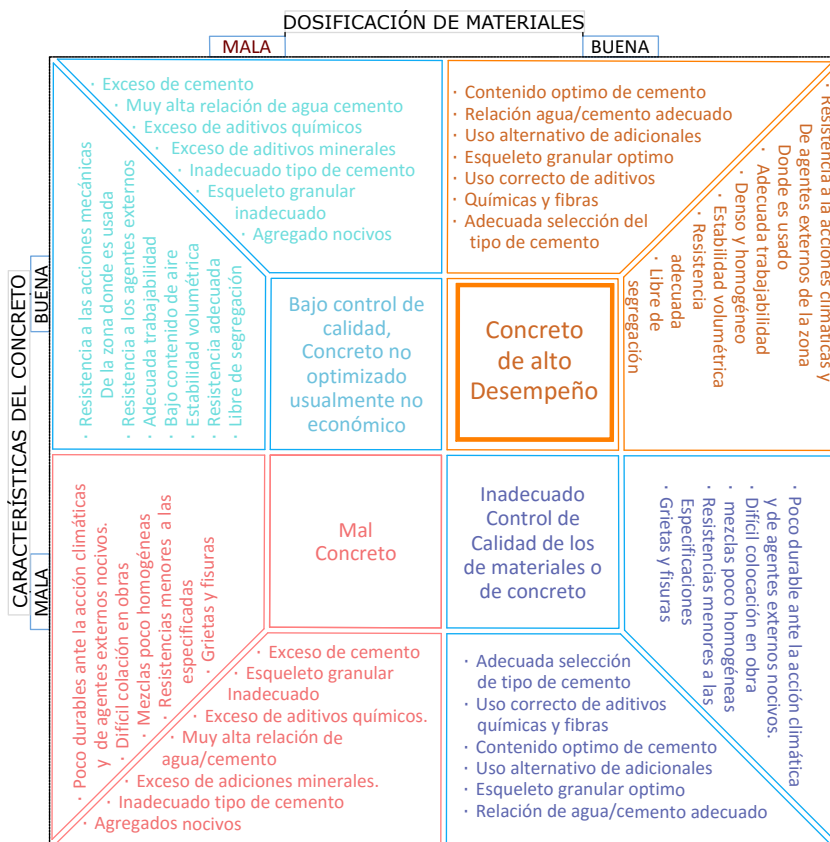
Definición 2.12 *Definición de los ingenieros Ryan y Potter (Australia). Un concreto de alto desempeño es el que reúne múltiples criterios de desempeño los cuales son significativamente mas estrictos que los requeridos para concretos convencionales.[Portugal Barriga, 2007]*

Definición 2.13 *Definición del Ing. Swamy (Reino Unido). Un concreto de alto desempeño tal como es diseñado para dar características optimizadas de desempeño para condiciones dadas de cargas, uso y condiciones de exposición, consistentes con los requerimientos de costo, ciclo de vida y durabilidad. Un concreto de alto desempeño no necesariamente implica el uso de materiales costosos o procesos tecnológicos complejos sino que estos están condicionados por los requerimientos estructurales, de uso y de medioambiente.*[Portugal Barriga, 2007]

Definición 2.14 *Definición del Ing. Portugal Barriga (Perú). "Un Concreto de Alto Desempeño es aquel que alcanza la mayor efectividad y eficiencia ante solicitaciones particulares; estos concretos son eficientes por que poseen una dosificación optimizada según las consideraciones de trabajabilidad y economía; y son efectivos por que cumplen las características solicitadas, pudiendo ser estas de tipo estructural o medioambiental."*[Portugal Barriga, 2007]

Si bien esta definición no es específica ante los requisitos que debe cumplir los concretos de alto desempeño, desarrolla de manera general los criterios para su elaboración; en la Figura 2.1 se observan algunas de las características de la dosificación y del concreto para alcanzar un concreto de alto desempeño.[Portugal Barriga, 2007]

Figura 2.3. Relación entre la dosificación y las características del concreto para lograr CAD



Fuente: Adaptado de [Portugal Barriga, 2007].

Dada la gran generalidad de todas las definiciones, concluimos que no existe un solo tipo de concreto de alto desempeño, siendo algunos de los concretos que se consideran como concretos de alto desempeño los siguientes:[Portugal Barriga, 2007]



- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 Facilidad de colocación | 6 Concreto ligero |
| 2 Concreto de alta trabajabilidad | 7 Concreto bombeable |
| 3 Concreto autonivelante | 8 Concreto rolado compactado |
| 4 Concreto autocompactado | 9 Concreto de alta durabilidad |
| 5 Concreto de alta y muy alta resistencia | 10 Concreto de polvo reactivo |

Estos son solo algunos de los concretos considerados como de alto desempeño, existiendo una gran variedad; como ya se mencionó un concreto de alto desempeño será el concreto más eficaz e eficiente que se puede elaborar según los requerimientos exigidos.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.2. Definiciones de varias

Se hace necesario definir otros términos que se usan en el presente trabajo y que son de reciente uso o de uso poco común en la terminología de la tecnología del concreto:[Portugal Barriga, 2007]

2.4.2.1. Concreto de alta resistencia

El ACI define a un concreto de alta resistencia como aquel que alcanza una resistencia igual o superior a los 50,0MPa a los 28 días, usualmente estos concretos son considerados como del alto desempeño, sin embargo, para cumplir esta condición deben poseer además otras características como son una adecuada trabajabilidad y durabilidad.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.2.2. Concreto de ultra alto desempeño

En este sentido, el Concreto de Ultra Alto Desempeño (CUAD) es un nuevo material que ya ha sido introducido en la industria de la construcción en un gran número de países. A diferencia de los concretos convencionales, en los CUAD no se utiliza agregado de gran tamaño (agregado grueso). El tamaño máximo de agregado grueso utilizado en este caso es típicamente del orden de los 600 um. La resistencia a la compresión f_c en este tipo de concretos ha sido reportada en rango de los 150 MPa hasta 600 MPa, con una resistencia a la flexión en el orden de los 20 MPa a 50 MPa.[Fernández, 2005]

Figura 2.4. Componentes de Concreto de Ultra Alto Desempeño



Fuente: Adaptado de [Fernández, 2005]



2.4.2.3. Relación agua/materiales cementicios

Esta relación se obtiene de dividir el total de agua de mezcla entre la suma del peso del cemento más el peso de las adiciones utilizadas, estas pueden ser microsilíce, ceniza volante, puzolanas naturales, filler calizo [Portugal Barriga, 2007]

2.4.2.4. Esqueleto granular

Se define al esqueleto granular como el conjunto de materiales inertes del concreto, estos son los agregados tanto finos y gruesos, se dice que esta optimizado cuando las proporciones entre los agregados finos y gruesos son las mejores para producir una mezcla específica; recientemente se ha considerado a las fibras rígidas o flexibles como parte de este esqueleto, por las modificaciones que producen en este.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.3. Materiales para la producción de concreto de alto desempeño

Los materiales que se emplearán en la elaboración del diseño de mezclas de producción del concreto de alto desempeño son Tabla 2.1. Dónde se muestran a los 5 componentes del concreto con algunas de sus variables, el análisis de estas para la selección de los materiales conjuntamente con una dosificación adecuada lograrán los requerimientos deseados.

Tabla 2.1. El concreto como un sistema de 5 componentes

Materiales	Ejemplo de variables
Cemento	Tipo de cemento Propiedades especiales
Agregado	Normales, ligeros, pesados. Naturales, chancados. Gradación, forma, textura.
Agua	Limites de componentes dañinos al concreto
Adiciones	Microsilíce, ceniza volante, etc. Pigmentos. Fibras
Aditivos	Plastificantes Acelerantes

Fuente: Adaptado de [Portugal Barriga, 2007]..

2.4.3.1. Cemento

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. NORMA ITINTEC 334.001.[E060, 2006]

Cemento Portland

Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1 % en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser



pulverizados conjuntamente con el clinker. NORMA ITINTEC 334.001.[E060, 2006]

Cemento Portland Puzolánico Tipo 1P

Es el cemento portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana entre 15 % y 45 %. NORMA ITINTEC 334.044.[E060, 2006]

Cemento Pórtland Puzolánico Tipo 1PM

Es el cemento portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana menor de 15 %. NORMA ITINTEC 334.044.[E060, 2006]

2.4.3.2. Agregado

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma ITINTEC 400.037.[E060, 2006]

Agregado Fino

Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz ITINTEC 9,5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037.[E060, 2006]

Agregado Grueso

Agregado retenido en el tamiz ITINTEC 4,75 mm (N° 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037.[E060, 2006]

Arena

Agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas. NORMA ITINTEC 400.037.[E060, 2006]

Grava

Agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de los materiales pétreos, encontrándosele corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural. NORMA ITINTEC 400.037.[E060, 2006]

Piedra Triturada o Chancada

Agregado grueso, obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. NORMA ITINTEC 400.037.[E060, 2006]

Agregado denominado Hormigón

Material compuesto de grava y arena empleado en su forma natural de extracción. NORMA ITINTEC. 400.011.[E060, 2006]

Tamaño Máximo

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. NORMA ITINTEC. 400.037. [E060, 2006]

Tamaño Máximo Nominal

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.



NORMA ITINTEC. 400.037.[E060, 2006]

Módulo de Fineza del Agregado Fino

Centésima parte del valor que se obtiene al sumar los porcentajes acumulados retenidos en el conjunto de los tamices 4,75 mm ((N° 4)), 2,36 mm ((N° 8)), 1,18 mm ((N° 16)), 600 μ m ((N° 30)), 300 μ m ((N° 50)) y 150 μ m ((N° 100)). [E060, 2006]

2.4.3.3. Agua

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable.[E060, 2006]

2.4.3.4. Adiciones

Actualmente, el uso de adiciones minerales al concreto y al cemento, se ha difundido mundialmente, estando en boga el uso de materiales como la ceniza volante y el filler calizo, este incremento en el uso de estos materiales se debe principalmente a las mejoradas propiedades del concreto tanto en estado endurecido como en estado fresco; este incremento de trabajabilidad, durabilidad y según sea el caso de resistencia, hacen que el uso de adiciones ya sean naturales o artificiales sea muy recomendado para el concreto.[E060, 2006]

2.4.3.5. Aditivos

Sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto, con el propósito de modificar algunas de sus propiedades. NORMA ITINTEC 339.086.[E060, 2006]

Acelerante

Sustancia que al ser añadida al concreto, mortero o lechada, acorta el tiempo de fraguado y/o incrementa la velocidad de desarrollo inicial de resistencia. Retardador: Aditivo que prolonga el tiempo de fraguado. NORMA ITINTEC 339.086.[E060, 2006]

Incorporador de aire

Es el aditivo cuyo propósito exclusivo es incorporar aire en forma de burbujas esferoidales no coalescentes y uniformemente distribuidas en la mezcla, con la finalidad de hacerlo principalmente resistente a las heladas.[E060, 2006]

2.4.4. Diseño de mezclas de concreto de alto desempeño

En una primera parte se realiza la presentación detallada del método de diseño de mezclas de concreto de alta resistencia del comité ACI 211.4, este método semiempírico sirvió de base para realizar las primeras mezclas de la investigación, seguidamente se cumple uno de los objetivos del presente trabajo que fue el de proponer un método alternativo de diseño de mezclas de concreto de alto desempeño, este objetivo representó uno de los más difíciles de cumplir, dado que la predicción del comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido es aún uno de los temas principales de investigación alrededor del mundo. Primeramente, se debió solucionar el problema de las proporciones ideales de agregados, para esto se realizó comparaciones con varias granulometrías ideales y se utilizó el modelo de acomodo compresible para predecir estas proporciones, este modelo se presenta detalladamente, luego se debió solucionar el problema de la cantidad de cemento de cada mezcla, aquí se presenta varias teorías utilizadas para el cálculo aproximado de este valor, relacionándolo a la vez con la trabajabilidad de las mezclas, en el siguiente paso



se debió prever la dosis de aditivo a utilizar. Para esto se utilizó el concepto de compacidad de los cementos con el cual se consiguió encontrar el punto óptimo de uso. Cada punto mencionado anteriormente, ha sido desarrollado detalladamente y se incluyen ejemplos de los cálculos, la predicción de la resistencia a la compresión y otras propiedades del concreto endurecido se presentan en el capítulo [Portugal Barriga, 2007].

2.4.5. Método de diseño de mezclas de concreto de alta resistencia del comité ACI 211.4

El método propuesto por el comité 211.4 del ACI abarca el rango de resistencia entre 45MPa y 84MPa , este método es aplicable a concretos de peso normal. Las consideraciones básicas de este método al igual que en el método para concretos convencionales es la determinación de la cantidad de los materiales requeridos para producir un concreto con las propiedades en estado fresco y endurecido deseadas y a un bajo costo. El procedimiento consiste en una serie de pasos, con los cuales se debe cumplir los requerimientos de resistencia y trabajabilidad deseados, el método recomienda elaborar varias pruebas en laboratorio y en el campo hasta encontrar la mezcla deseada.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.1. Paso 1: Seleccionar el slump y la resistencia del concreto requerido

Valores recomendados para el slump se muestran en la Tabla 2.2. A pesar que un concreto de alta resistencia es producido exitosamente con la adición de un superplastificante(SP) sin una medida inicial del slump, es recomendado un slump de 1" a 2" antes de adicionar el superplastificante. Esto asegurará una adecuada cantidad de agua para la mezcla y permitirá que el superplastificante sea efectivo. Para un concreto elaborado sin superplastificante es recomendado un slump entre 2" a 4", este puede ser escogido de acuerdo al trabajo a realizarse. Concretos con menos de 2" de slump son difíciles de consolidar dado el alto contenido de agregado grueso y materiales cementicios.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.2. Paso 2: Seleccionar el tamaño máximo del agregado

Basados en los requerimientos de resistencia, el tamaño máximo del agregado grueso es dado en la Tabla 2.3. El ACI 318 establece que el tamaño máximo de un agregado no debe exceder una quinta parte de la dimensión menor entre los lados del elemento, una tercera parte de la profundidad de la losa, o tres cuartas partes del mínimo espaciamiento entre las barras de refuerzo.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.3. Paso 3: Seleccionar el contenido óptimo de agregado grueso

El óptimo contenido de agregado grueso depende su resistencia característica y tamaño máximo. El contenido óptimo recomendado de agregado grueso, expresado como una fracción del peso unitario compactado, es dado en la Tabla 2.4 como una función del tamaño máximo nominal. El peso seco del agregado grueso por m^3 de concreto puede ser calculado usando la siguiente ecuación:[Portugal Barriga, 2007]

$$\text{Peso seco del agregado grueso} = \%P_{\text{sag}} * P.U.C. \quad (2.1)$$

En un proporcionamiento de una mezcla de concreto normal, el contenido óptimo de agregado grueso es dado como una función del tamaño máximo y del módulo de fineza del agregado fino. Las mezclas de concretos de alta resistencia, sin embargo, tienen un alto contenido de materiales cementicios, y por lo tanto, no son dependientes del agregado fino para lograr la lubricación y compactibilidad de la mezcla. Por supuesto los valores dados en la Tabla 2.4. son recomendados para arenas que tienen un módulo de finura entre 2.5 a 3.2 .[Portugal Barriga, 2007]



2.4.5.4. Paso 4: Estimar el agua de mezcla y el contenido del aire

La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un slump dado es dependiente del tamaño máximo, forma de las partículas, gradación del agregado, cantidad de cemento y tipo de plastificante o superplastificante usados. Si se usa un superplastificante, el contenido de agua en este aditivo es tomado en cuenta para el cálculo de la relación agua/cemento. La Tabla 2.5 da una primera estimación del agua de mezclado requerida para concretos elaborados con agregados de tamaño máximo entre 1" y 3/8", esta cantidad de agua es estimada sin la adición del aditivo, en la misma tabla también se da los valores estimados de aire atrapado. Estas cantidades de agua de mezclado son máximas para un agregado bien gradado, angular y limpio que cumple con los límites de la norma ASTM C 33. Dado que la forma de las partículas y la textura superficial del agregado fino puede influenciar significativamente su contenido de vacíos, el requerimiento de agua de mezclado puede ser diferente de los valores dados.[Portugal Barriga, 2007]

Los valores dados en la Tabla 2.5 son aplicables cuando el agregado fino usado tiene un contenido de vacíos igual a 35 %, el contenido de vacíos del agregado fino puede ser calculado usando la siguiente ecuación:[Portugal Barriga, 2007]

$$\text{Contenido de vacos, } V \% = \left(1 - \frac{P.U.C}{\text{Peso específico}} \right) 100 \quad (2.2)$$

Cuando el contenido de vacíos del agregado fino no es 35 %, es necesario un ajuste a la cantidad de agua de mezclado, este ajuste puede ser calculado usando la siguiente ecuación:[Portugal Barriga, 2007]

$$\text{Ajuste del agua de mezclado, } A \frac{kg}{cm^3} = 4,72(V - 35) \quad (2.3)$$

Usando la ecuación.2.3 obtenemos un ajuste de 4.72 kg/m³ por cada punto porcentual del contenido de vacíos de la arena.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.5. Paso 5: Seleccionar la relación agua/materiales cementicios

En las Tablas 2.7 y 2.8, valores máximos recomendados para la relación agua/materiales cementicios son mostrados como una función del tamaño máximo del agregado para alcanzar diferentes resistencias a compresión en 28 o 56 días. Los valores dados en la Tabla 2.7 son para concretos elaborados sin superplastificantes y los dados en la Tabla 2.8 para concretos con superplastificante. La relación agua/materiales cementicios puede limitarse por requerimientos de durabilidad. Cuando el contenido de material cementicio excede los 450 kg, se debe considerar el uso de un material cementicio alternativo.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.6. Paso 6: Cálculo del contenido del material cementicio

El peso del material cementicio requerido por m³ de concreto puede ser determinado por la división de la cantidad de agua de mezclado entre la relación a/m.c. seleccionada. Sin embargo si las especificaciones incluyen un límite mínimo en la cantidad de material cementicio por m³, este debe ser cumplido.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.7. Paso 7: Proporcionamiento de mezcla de prueba base

Para determinar las proporciones óptimas primero se debe realizar una mezcla base, los siguientes pasos deben ser seguidos para completar la mezcla.[Portugal Barriga, 2007]

1.- *Contenido de cemento.* Para esta mezcla, el peso del cemento será igual al calculado en el 2.4.5.6



2.- *Contenido de arena.* Después de determinar los pesos por m^3 de agregado grueso, cemento, agua, y contenido de aire atrapado, el contenido de arena puede ser calculado usando el método de volúmenes absolutos.

2.4.5.8. Paso 8: Proporcionamiento de mezcla usando fly ash

Este método incluye el uso de fly ash como adición al concreto, la adición de este reducirá la demanda de agua, temperatura y costo. Este paso se describe la manera de adicionar al concreto este material y los pasos para su proporcionamiento, recomendando al menos dos pruebas con diferentes contenidos de este material, lo que en el presente documento no se realiza un detalle más preciso del tema.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.9. Paso 9: Mezclas de prueba

Para cada mezcla el proporcionamiento se hará siguiendo los pasos del 2.4.5.1 al 2.4.5.8, una mezcla de prueba debe ser producida determinando su trabajabilidad y características de resistencia.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.10. Paso 10: Ajuste de las proporciones de mezcla

Si las propiedades deseadas del concreto no han sido obtenidas en las mezclas de prueba, las proporciones de la mezcla base deben ser modificadas siguiendo el procedimiento siguiente:[Portugal Barriga, 2007]

1.- *Slump inicial.* Si el slump inicial no se encuentra en los rangos deseados, el agua de mezclado debe ser ajustada, el contenido de cemento debe ser corregido para mantener constante la relación a/mc y el contenido de arena debe ser ajustado para asegurar el flujo del concreto.[Portugal Barriga, 2007]

2.- *Dosis de superplastificante.* Si un superplastificante es usado, debe ser determinado su efecto en la trabajabilidad y resistencia. Se debe seguir las indicaciones dadas por el fabricante en cuanto a su tasa máxima de uso. El uso en laboratorio de superplastificantes debe ser ajustado para su uso en campo.[Portugal Barriga, 2007]

3.- *Contenido de agregado grueso.* Una vez que las mezcla de prueba de concreto han sido ajustadas para el slump deseado, se debe determinar si la mezcla es demasiado áspera. Si es necesario el contenido de agregado grueso puede ser reducido y el contenido de arena ajustado. Sin embargo, este incremento del contenido de arena incrementará la demanda de agua, y por lo tanto el contenido de cemento.[Portugal Barriga, 2007]

4.- *Contenido de aire.* Si el contenido de aire difiere significativamente de las proporciones deseadas, el contenido de arena puede ser ajustado.[Portugal Barriga, 2007]

5.- *Relación a/mc .* Si la resistencia requerida no es alcanzada, las mezclas adicionales con una menor relación a/mc deben ser elaboradas.[Portugal Barriga, 2007]

2.4.5.11. Paso 11: Selección de mezcla óptima

Una vez que las proporciones de mezcla han sido ajustadas para producir la trabajabilidad y resistencias deseadas, es necesario realizar pruebas en las condiciones de campo de acuerdo a los procedimientos recomendados por el ACI 211.1 [Portugal Barriga, 2007]



2.4.5.12. Tablas de diseño de concreto de alto desempeño

Tabla 2.2. Slump recomendado para concretos de alta resistencia con y sin SP

Slump con SP	Slump sin SP
1"-2"	2"-4"
antes de la adición de SP	

Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007].

Tabla 2.3. Tamaño máximo del agregado grueso

Resistencia requerido del concreto (kg/cm ²)	Tamaño máximo del agregado
<630	3/4"-1"
>630	3/8"-1/2"

Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007].

Tabla 2.4. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (Para Ag. Fino con módulo de finura ente 2.5-3.2)

Tamaño nominal máximo	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Fracción volumétrica Psag	0.65	0.68	0.72	0.75

Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007].

Tabla 2.5. Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire del concreto basado en el uso de una arena con 35 % de vacíos

Slump	Agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos del agregado grueso indicados			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
1"-2"	183	174	168	165
2"-3"	189	183	174	171
3"-4"	195	189	180	177
Aire atrapado				
Sin superplastificante	3.0	2.5	2.0	1.5
Con superplastificante	2.5	2.0	1.5	1.0

Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007].

Tabla 2.6. Porcentajes de reemplazo de fly-ash

Tipo	Porcentaje por peso
ASTM Clase F	15-25
ASTM Clase C	20-35

Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007].

**Tabla 2.7.** Relación Agua/Materiales cementicios para concretos sin superplastificante

Resistencia Promedio f'_{cr} *	Edad	Relación de a/cm para los tamaños máximos agregados gruesos indicados			
kg/cm2	(días)	3/8"	1/2"	3/4"	1"
500	28	0.41	0.40	0.39	0.38
	56	0.44	0.43	0.42	0.42
550	28	0.36	0.35	0.34	0.34
	56	0.39	0.38	0.37	0.36
600	28	0.32	0.31	0.31	0.30
	56	0.35	0.34	0.33	0.32
650	28	0.29	0.28	0.28	0.27
	56	0.32	0.31	0.30	0.29
700	28	0.26	0.26	0.25	0.25
	56	0.29	0.28	0.27	0.26

* La resistencia promedio deberá ser reajustado para usar esta tabla con un valor de 0.90

Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007].

Tabla 2.8. Relación Agua/Materiales cementicios para concretos con superplastificante

Resistencia Promedio f'_{cr} *	Edad	Relación de a/cm para los tamaños máximos agregados gruesos indicados			
kg/cm2	(días)	3/8"	1/2"	3/4"	1"
500	28	0.49	0.47	0.45	0.42
	56	0.54	0.51	0.47	0.45
550	28	0.44	0.42	0.40	0.39
	56	0.49	0.46	0.43	0.41
600	28	0.40	0.38	0.36	0.35
	56	0.44	0.41	0.39	0.37
650	28	0.36	0.35	0.33	0.32
	56	0.40	0.38	0.36	0.34
700	28	0.33	0.32	0.31	0.30
	56	0.37	0.35	0.33	0.32
750	28	0.31	0.30	0.28	0.28
	56	0.34	0.32	0.30	0.30
800	28	0.29	0.28	0.26	0.26
	56	0.32	0.30	0.28	0.28
850	28	0.27	0.26	0.25	0.25
	56	0.30	0.28	0.27	0.26

* La resistencia promedio deberá ser reajustado para usar esta tabla con un valor de 0.90

Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007].

2.5 Fundamento de diseño en concreto armado

2.5.1. Diseño estructural

La estructura debe concebirse como un sistema o conjunto de partes y componentes que se combinan ordenadamente para cumplir una función dada. El proceso de diseño de un sistema comienza con la formulación de los objetivos que se pretende alcanzar y de las restricciones que deben tenerse en cuenta [Oviedo Sarmiento, 2016]. El proceso



es cíclico, se parte de consideraciones generales que se afinan en aproximaciones sucesivas y a medida que se acumula información sobre el problema.[Oviedo Sarmiento, 2016]

Idealmente el objeto del diseño de un sistema es la optimización del sistema, es decir la obtención de todas las mejores soluciones posibles [Oviedo Sarmiento, 2016]. El lograr una solución óptima absoluta es prácticamente imposible, sin embargo, puede ser útil optimizar de acuerdo con un determinado criterio, tal como del peso o costo mínimo; teniendo en cuenta siempre que no existen soluciones únicas sino razonables.[Oviedo Sarmiento, 2016]

2.5.2. Método de diseño por servicio y resistencia

2.5.2.1. Recomendaciones sobre resistencia

El código [ACI 318S, 2014] y [Norma E060, 2009] separan las recomendaciones de resistencia para la seguridad estructural en dos partes:

Factores de carga

El propósito de dar seguridad adecuada contra un aumento en las cargas de servicio más allá de las especificaciones de diseño, para que sea improbable la falla. Los factores de carga también ayudan asegurar que las deformaciones bajo cargas de servicio no sean excesivas. El [E060, 2006] y [Norma E060, 2009] recomienda que la resistencia requerida U para resistir la carga sean:

La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1,4CM + 1,7CV \quad (2.4)$$

Si el diseño tuviera que considerar cargas de viento (CV_i) la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25(CM + CV \pm CV_i) \quad (2.5)$$

$$U = 0,90CM + 1,25CV_i \quad (2.6)$$

Si los diseños se tuvieran que considerar cargas de sismo(CS), la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25(CM + CV) \pm CS \quad (2.7)$$

$$U = 0,90CM \pm CS \quad (2.8)$$

Factores de reducción de capacidad

Los factores de reducción capacidad ϕ , según la norma [Norma E060, 2009], se tiene los siguientes:

$$\text{Por flexión} \quad : \quad \phi = 0.90$$

$$\text{Por cortante y torsión} \quad : \quad \phi = 0.75$$

$$\text{Por flexo compresión} \quad : \quad \phi = 0.75 \quad (\text{Columnas con espirales})$$

$$\phi = 0.70 \quad (\text{Columnas con estribadas})$$



2.5.2.2. Recomendaciones sobre servicio

La evaluación del comportamiento de la estructura bajo la carga de servicio es una consideración muy importante cuando los miembros se proporcionan en base a la resistencia requerida. Los miembros con pequeñas secciones y secciones con poco de acero de compresión pueden satisfacer los requerimientos de resistencia, pero conducen a esfuerzos y deformaciones elevados bajo la carga de servicio. En consecuencia, se debe verificar que las deflexiones bajo carga de servicio estén dentro de los límites aceptables. El control de agrietamiento también es muy importante para fines de apariencia y durabilidad.[Oviedo Sarmiento, 2016]

En consecuencia, los anchos de las grietas bajo carga de servicio no deben exceder los límites especificados.

2.5.2.3. Recomendaciones sobre ductilidad

Una consideración importante adicional a la resistencia y de servicio es la ductilidad. Es importante asegurar que en caso extremo de que la estructura se cargue hasta la falla, esta se comporte en forma dúctil. Esto significa que la estructura no falle en forma frágil sin advertencia, sino que sea capaz de sufrir grandes deformaciones bajo cargas cercanas a la máxima. Estas grandes deflexiones dan amplia advertencia de falla, y manteniendo la capacidad de transmisión de carga se puede impedir el desplome total y salvar vidas. Además, el comportamiento dúctil de los miembros permite utilizar el diseño redistribuciones de momentos flexionantes que toman en cuenta la redistribución posible del patrón de momentos elásticos a flexión.[Oviedo Sarmiento, 2016]

Para asegurar el comportamiento dúctil, los diseñadores deben dar especial atención a los detalles, tales como cuantía de refuerzo longitudinal, anclaje de refuerzo y confinamiento de concreto comprimido, evitando así tipos frágiles de falla. El código [ACI 318S, 2014] y [Norma E060, 2009] hacen recomendaciones a cerca de cuantía de acero longitudinal que produce secciones dúctiles, a la vez que permite cierta distribución de los momentos flexionantes del diagrama de momentos elásticos.[Oviedo Sarmiento, 2016]

2.5.3. Resistencia de concreto estructural

2.5.3.1. Resistencia mínima del concreto estructural

Tal como indica el [E060, 2006] y [Norma E060, 2009] sobre la resistencia mínima de concreto estructural: para el concreto estructural f'_c no debe ser inferior a $17MP_a$, salvo para concreto estructural simple.[Norma E060, 2009]. No se establece un valor máximo para f'_c a menos que se encuentre restringido por alguna disposición específica de esta norma.[Norma E060, 2009]

Resistencia mínima

La resistencia especificada del concreto simple para ser usado con fines estructurales medida a los 28 días no debe ser menor de $14MP_a$. Todos los materiales que se empleen para la fabricación del concreto simple (cemento, agregados, agua, aditivos, etc.) deberán cumplir los mismos requisitos que para concreto armado. Esta exigencia también será aplicable a la dosificación, ensayo de probetas cilíndricas, encofrados, colocación, curado, evaluación y aceptación del concreto.[Norma E060, 2009]



Concreto en elementos resistentes a fuerzas inducidas a sismo

La resistencia especificada a la compresión del concreto, f'_c , no debe ser menor que $21MP_a$. [Norma E060, 2009]

La resistencia especificada a la compresión del concreto, f'_c , no debe ser mayor que $55MP_a$. [Norma E060, 2009]

La resistencia especificada a la compresión del concreto liviano, f'_c , no debe ser mayor que $35MP_a$ a menos que se demuestre, por medio de evidencia experimental, que los elementos estructurales hechos con dicho concreto liviano proporcionan resistencia y tenacidad iguales o mayores que las de elementos comparables hechos por concreto de peso normal de la misma resistencia. [Norma E060, 2009]

Concreto en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales. [ACI 318S, 2014] La resistencia especificada a la compresión del concreto en los pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales debe concordar con los requisitos de los sistemas sísmicos especiales de la Tabla 2.9. [ACI 318S, 2014]

Tabla 2.9. Límites para f'_c

Aplicación	Concreto	f'_c Mínimo kg/cm ²	f'_c Máximo kg/cm ²
General	Peso normal y liviano	175	Ninguno
Pórticos especiales Resistentes a momentos y muros estructurales especiales.	Peso normal	210	Ninguno
	Liviano	210	350

Este límite puede ser excedido cuando la evidencia experimental demuestre que los elementos estructurales hechos con concreto liviano proporcionan una resistencia y tenacidad iguales o mayores que las de elementos comparables hechos con concreto de peso normal de la misma resistencia.

Fuente: Adaptado de [ACI 318S, 2014]

Se debe usar la resistencia especificada a la compresión para la dosificación de mezclas y para el ensayo y aceptación del concreto. [ACI 318S, 2014]

A menos que se especifique lo contrario, f'_c debe basarse en ensayos a los 28 días. Si el ensayo no es a los 28 días, se debe especificar la edad del ensayo para f'_c en los documentos de construcción. [ACI 318S, 2014]

2.5.3.2. Resistencia máxima del concreto estructural

No establece un valor máximo para f'_c salvo que esté restringido por alguna disposición específica de esta norma. [Norma E060, 2009]

Concreto en elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo:

La resistencia especificada a la compresión del concreto, f'_c no debe ser menor que $21MP_a$. [Norma E060, 2009]

La resistencia especificada a la compresión del concreto, f'_c no debe ser mayor que $55MP_a$. [Norma E060, 2009]

La resistencia especificada a la compresión del concreto liviano, f'_c no debe ser mayor que



$35MP_a$ a menos que se demuestre por medio de evidencia experimental, que los elementos estructurales hechos con dicho concreto liviano proporcionan resistencia y tenacidad iguales o mayores que las de elementos comparables hechos por concreto de peso normal de la misma resistencia.[Norma E060, 2009]

2.5.4. Resistencia de diseño para el acero

Se tiene en [Norma E060, 2009]. Los valores de f_y y f_{yt} usados en los cálculos de diseño no deben exceder de 550 MPa, excepto para los aceros de preesforzado, para los refuerzos transversales en espiral en [ACI 318S, 2014], el refuerzo por cortante y torsión [Norma E060, 2009] y [Norma E060, 2009]]. Para los elementos con responsabilidad sísmica, véase.[Norma E060, 2009].

Los valores de f_y y f_{yt} usados en el diseño del refuerzo de cortante no deben exceder 420 MPa.[Norma E060, 2009]

Los valores de f_y y f_{yt} usados en el diseño del refuerzo para torsión no deben exceder 420 MPa.[Norma E060, 2009]

El refuerzo de acero longitudinal y transversal en todos los elementos con responsabilidad sísmica será corrugado y deberá cumplir con las disposiciones de ASTM A 706M. Se permite el empleo de acero de refuerzo ASTM A 615M, grados 280 y 420, en estos elementos siempre y cuando:[Norma E060, 2009]

- (a) La resistencia real a la fluencia (obtenida en ensayos de laboratorio) no sea mayor que el esfuerzo de fluencia especificado f_y , en más de 125 MPa;
- (b) La relación entre la resistencia de tracción (f_u) y el esfuerzo de fluencia (f_y), medida en el laboratorio, no sea menor de 1,25.

2.5.5. Propiedades mecánicas del concreto

2.5.5.1. Comportamiento bajo esfuerzo axial

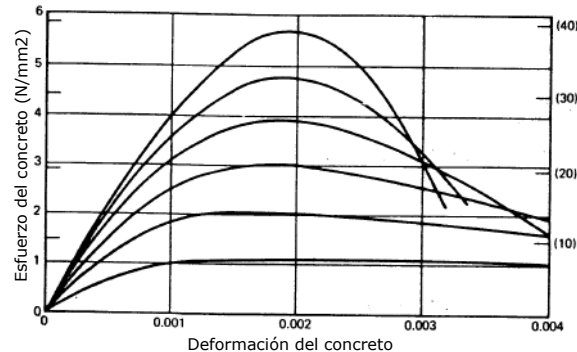
Bajo condiciones prácticas, en raras ocasiones se refuerza al concreto en solo una dirección (esfuerzo uniaxial). En la mayoría de los casos estructurales se esfuerza simultáneamente al concreto de varias direcciones. Sin embargo, hay casos en que se puede justificar el suponer una condición de esfuerzo uniaxial.[Park and Paulay, 1997]

2.5.5.2. Comportamiento del esfuerzo de compresión

Por lo general la resistencia a compresión del concreto se obtiene de cilindros con una relación de altura de diámetro igual a 2.[Park and Paulay, 1997]. El cilindro estándar normal tiene $12plg(305mm)$ de altura por $6plg(152mm)$ de diámetro y la resistencia a compresión que se logra a los 28 días generalmente varía entre $14MPa$ y $56MPa$. [Park and Paulay, 1997]



Figura 2.5. Curvas esfuerzo deformación para cilindros del concreto cargado en compresión uniaxial



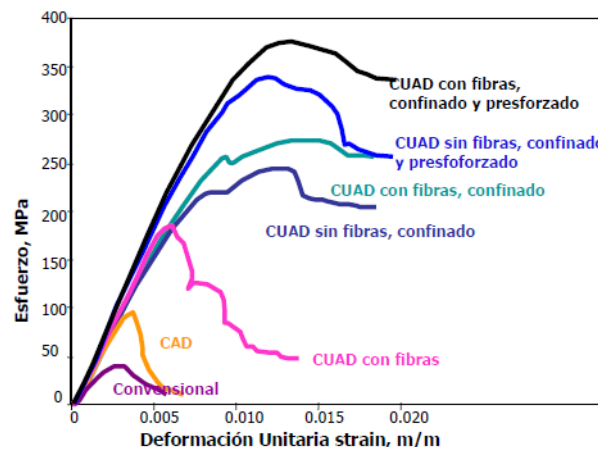
Fuente: Adaptado de. [Park and Paulay, 1997]

La Figura 2.5, presenta curvas típicas de deformación obtenidos de cilindros de concreto cargada en compresión uniaxial en una prueba desarrollada durante varios minutos. Las curvas casi son lineales hasta aproximadamente la mitad de la resistencia a compresión.[Park and Paulay, 1997]

La Figura 2.5, para concreto de baja resistencia el concreto tiene la curva un copete plano. La deformación en el esfuerzo máximo es aproximadamente.[Concrete, 2013]

2.5.5.3. Comportamiento de esfuerzo de compresión de CAD y CC

Figura 2.6. Comportamiento a compresión



Fuente: Adaptado de [Fernández, 2005]

2.5.5.4. Elasticidad del concreto convencional

Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material.[ACI 318S, 2014]



Módulo de Young (E)

Se permite calcular el módulo de elasticidad, E_c , para el concreto por medio de (a) o (b):

(a) Para valores de w_c entre $1440 \frac{kg}{m^3}$ y $2560 \frac{kg}{m^3}$. [ACI 318S, 2014]

$$E_c = w_c^{1,5} 0,043 \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \quad (2.9)$$

(b) Para concretos de peso normal. [ACI 318S, 2014]

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \quad (2.10)$$

Para concretos de peso unitario w_c comprendido entre $1450 \frac{kg}{m^3}$ y $2500 \frac{kg}{m^3}$, el módulo de elasticidad, E_c , para el concreto puede tomarse como: [Norma E060, 2009]

$$E_c = w_c^{1,5} 0,043 \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \quad (2.11)$$

Para concretos de peso unitario normal ($w_c \approx 2300 \frac{kg}{m^3}$), E_c , puede tomarse como: [Norma E060, 2009]

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)} \quad (2.12)$$

Pueden usarse otros valores de E_c que estén suficientemente respaldados por resultados de laboratorio. [Norma E060, 2009]

Para concretos de peso normal, el módulo de elasticidad podrá tomarse como: [E060, 2006]

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \frac{kg}{cm^2} \quad (2.13)$$

Coefficiente de Poisson (ν)

Por debajo del esfuerzo crítico (75 % a 80 % de f'_c) el Módulo de Poisson $-\nu-$ varía entre 0.11 y 0.21. Normalmente está en el rango de 0.15 a 0.20 y permanece aproximadamente constante bajo cargas sostenidas. En la práctica se suele adoptar $\nu = 0,15$. [Ottazzi Pasino, 2004]

Coefficiente de Kirchoff (G)

En ausencia de resultados experimentales confiables, el módulo de rigidez al esfuerzo cortante del concreto se podrá suponer igual a: [Norma E060, 2009]

$$G = \frac{E_c}{2,3} \quad (2.14)$$

También podemos calcular módulo de rigidez al esfuerzo cortante con ecuación 2.15 adaptado de [Ottazzi Pasino, 2004]

$$G_c = \frac{E_c}{2(1 + \nu)} \quad (2.15)$$

Peso específico (densidad)

Es la relación entre el peso del concreto convencional y su volumen. [Wikipedia, 2018]

$$\lambda = \frac{W(\text{peso})}{V(\text{volumen})} \quad (2.16)$$



Dilatación térmica

El coeficiente de dilatación térmica, " α " del hormigón varía con el tipo de cemento y áridos, con la dosificación y con el rango de temperaturas; oscilando entre $9 \cdot 10^{-6}$ y $11 \cdot 10^{-6}$ para temperaturas comprendidas entre $-15^{\circ}C$ y $50^{\circ}C$. [Wikipedia, 2018]

2.5.5.5. Elasticidad del concreto de alto desempeño

La Figura (2.5), el pico de la curva para concreto de alta resistencia es relativamente agudo. [Park and Paulay, 1997]

Módulo de Young (E)

Muchas expresiones han sido dadas para el cálculo del módulo de elasticidad de concretos de alta resistencia. La expresión mostrada a continuación muestra una buena correlación con los datos, esta expresión se encuentra incorporada en los códigos de diseño canadiense y neozelandesa. [Portugal Barriga, 2007]

$$E_c = \left(3320\sqrt{f'_c} + 6900 \right) \left(\frac{\rho}{2300} \right) \quad (2.17)$$

Donde:

f'_c : Resistencia a la compresión en MPa

ρ : Densidad del concreto en kg/m³

$$E_c = \left(10578,4\sqrt{f'_c} + 70050 \right) \left(\frac{\rho}{2300} \right) \quad (2.18)$$

Donde:

f'_c : Resistencia a la compresión en kg/cm²

ρ : Densidad del concreto en kg/m³

Las ecuaciones presentadas son muy recomendadas por diferentes investigadores. [Portugal Barriga, 2007]

Los concretos con una fuerza superior a $6000psi$ se denominan concreto de alta resistencia. Pruebas han indicado que las ecuaciones de ACI usuales para E_c cuando se aplican a concretos de alta resistencia da como resultado valores demasiado grandes. Con base en estudios en la Universidad de Cornell, la expresión de seguir ha sido recomendado para concreto de peso normal con f'_c valores superiores a $6000psi$ y hasta $12000psi$ y para hormigones livianos con f'_c mayor que $6000psi$ y hasta $9000psi$. [McCormac and Brown, 2015]

$$E_c(MPa) = \left[3320\sqrt{f'_c} + 6895 \right] \left(\frac{w_c}{2320} \right)^{1,5} \quad (2.19)$$

f'_c : Resistencia a la compresión en MPa

w_c : Densidad del concreto en kg/m³

Coefficiente de Poisson (ν)

La relación de Poisson Perenchino y Klieger reportan valores de 0.2 a 0.28 para resistencias entre 55 a 80 MPa, ellos concluyen que el valor de la relación de Poisson tiende a decrecer con un incremento de la relación agua-cemento, por lo cual para concretos de alta resistencia, se indica que es adecuado asumir un valor de 0.2. [Portugal Barriga, 2007]



Con las propiedades de concreto, aunque generalmente es común considerar que la relación de Poisson es más baja para el concreto de alta resistencia.[Oviedo Sarmiento, 2016]

Su valor varía de aproximadamente 0.11 para concretos de alta resistencia hasta 0.21 para concretos de bajo grado, con un valor promedio de aproximadamente 0.16. No parece haber ninguna relación directa entre el valor de esta proporción y la relación agua-cemento, cantidad de curado, tamaño del agregado, etcétera.[McCormac and Brown, 2015]

Coefficiente de Kirchoff (G)

También podemos calcular módulo de rigidez al esfuerzo cortante con ecuación 2.20 adaptado de [Ottazzi Pasino, 2004]

$$G_c = \frac{E_c}{2(1 + \nu)} \quad (2.20)$$

Peso específico (densidad)

Es la relación entre el peso del concreto de alto desempeño y su volumen.[Wikipedia, 2018]

$$\lambda = \frac{W(peso)}{V(volumen)} \quad (2.21)$$

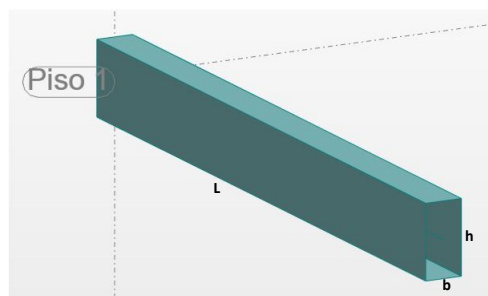
Dilatación térmica:

El coeficiente de dilatación térmica, " α " del hormigón varía con el tipo de cemento y áridos, con la dosificación y con el rango de temperaturas; oscilando entre 9×10^{-6} y 11×10^{-6} para temperaturas comprendidas entre $-15^\circ C$ y $50^\circ C$. [Wikipedia, 2018]

2.5.6. Predimensionamiento de elementos estructurales

2.5.6.1. Vigas

Figura 2.7. Viga de sección rectangular



Fuente: Adaptado de programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018.

Ancho b

Según manual de:[ETABS, 2002]

$$b = \frac{a_t}{20} \quad (2.22)$$

Donde:

a_t = Ancho tributario.



Peralte efectivo d

Utilizando un peralte comprimido de $0,30d$ (la más económica) derivamos la siguiente para el peralte efectivo:

$$d = 2\sqrt{\frac{M}{\phi 0,85 f'_c b}} \quad (2.23)$$

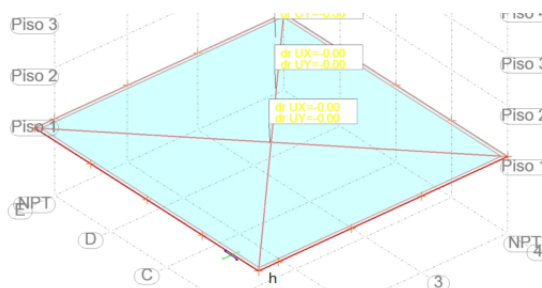
Donde:[ETABS, 2002]

- M = $(0,60... 0,70)M_o$
- M_o = Momento flector como viga simplemente apoyada
- ϕ = Coeficiente de la flexión igual a 0,90
- f'_c = Resistencia a compresión del concreto

2.5.6.2. Losas macizas

También se ha observado que las secciones más económicas son las que llevan una cuantía de armadura entre $(0,30a0,60)\%$, lo cual equivale a un peralte comprimido de $0,15d$, y entonces deriva la siguiente fórmula del peralte efectivo adecuado.

Figura 2.8. Losa de espesor h



Fuente: Adaptado de programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018.

$$d = 2,7\sqrt{\frac{M}{\phi 0,85 f'_c b}} \quad (2.24)$$

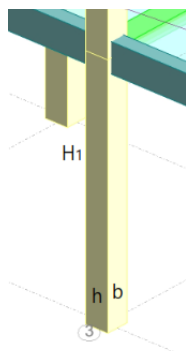
2.5.6.3. Columnas

De la práctica se ha observado que las columnas deben dimensionarse por deformación para solicitaciones sísmicas, utilizamos la siguiente expresión para secciones cuadradas: estas secciones cuadradas se pueden reemplazar por una sección reemplazarán por una sección rectangular de igual momento de inercia, pero hay que definir uno de los lados(p.e. el ancho b).[ETABS, 2002]

$$h = \left[\frac{V_s H_1^2}{n_c \eta E_c} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (2.25)$$

Si se define b entonces el peralte se encontrará con [ETABS, 2002]

$$h = \left[\frac{V_s H_1^2}{n_c \eta E_c} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2.26)$$

**Figura 2.9.** Columna de sección rectangular

Fuente: Adaptado de programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018.

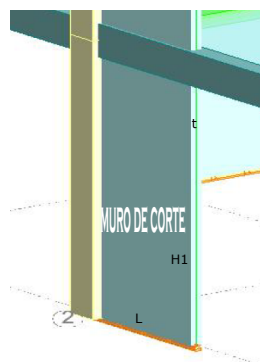
donde:

Nótese que para el cortante por sismo V_s no se emplea el valor de reducción por ductilidad

- V_s = $ZUCSP_e$ Cortante por sismo
- Z = Factor de zona
- U = Coeficiente de uso
- C = Coeficiente de amplificación sísmica
- S = Factor de suelo
- P_e = Peso de edificación
- H_1 = Altura de primer nivel
- n_c = Número de columnas
- η = Factor para el desplazamiento permisible (distorsión permisible)[ETABS, 2002]
- E_c = $15,000,00\sqrt{f'_c}$ Módulo de elasticidad del concreto.

R , ya que las columnas y muros de corte se deben predimensionar por deformación y no por resistencia como hacen algunos textos en forma errónea, también deberán puntualizarse que las unidades empleadas en las fórmulas deben ser consistentes.[ETABS, 2002]

2.5.6.4. Muros de corte

Figura 2.10. Muro de corte

Fuente: Adaptado de programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018.

Los muros de corte (wall shear) se predimensionarán como si fueran columnas anchas, como se recomiendan en muchos textos especializados. De hecho, que los muros de corte



deben comportarse como columnas ya que la teoría de placas no es más que una extensión de la teoría de vigas. En este caso el espesor t debe definirse siendo la incógnita la altura h . [ETABS, 2002]

Entonces el ancho L se encuentra de: [ETABS, 2002]

$$L = \left[\frac{V_s H_1^2}{n_m \eta E_c t} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2.27)$$

Donde: [ETABS, 2002]

V_s	=	$ZUCSP_e$ Cortante por sismo
Z	=	Factor de zona
U	=	Coefficiente de uso
C	=	Coefficiente de amplificación sísmica
S	=	Factor de suelo
P_e	=	Peso de edificación
H_1	=	Altura de primer nivel
n_m	=	Número de muros
η	=	Factor para el desplazamiento permisible (distorsión permisible)
E_c	=	$15,000,00\sqrt{f'_c}$ Módulo de elasticidad del concreto

2.6 Diseño de concreto armado

El diseño en concreto armado de concretos convencionales (resistencia $<50MPa$), se encuentra normado, detallado en múltiples códigos y estándares nacionales e internacionales [Portugal Barriga, 2007].

El uso de concretos de alto desempeño con características de elevadas resistencias ha dado lugar a múltiples propuestas sobre el diseño en concreto armado con este tipo de concretos. Actualmente, los reglamentos en concreto armado como la norma [ACI 318S, 2014] no abarcan este tipo de materiales, por otra parte, reglamentos como los australianos y neozelandesa sí incluyen en sus códigos de diseño a estos materiales. [McCormac and Brown, 2015]

El objetivo de la presente sección es revisar la información existente, mostrando las recomendaciones establecidas para el diseño en concreto armado de vigas, columnas y muros con características de resistencia entre 50MPa a 100MPa.

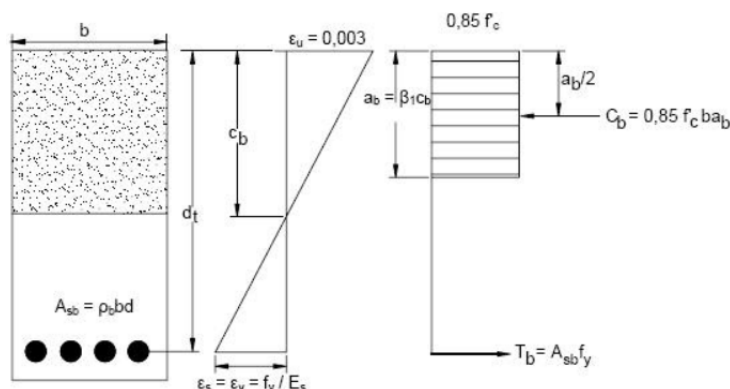
2.6.1. Diseño del edificio empleando concreto convencional

2.6.1.1. Diseño de viga

Flexión

Los elementos estructurales sujetos a flexión como vigas o losas que trabajan en una sola dirección. A la simplificación adoptada por ACI se le conoce con el nombre de bloque equivalente de compresión o rectángulo de Whitney. [Oviedo Sarmiento, 2016]

Figura 2.11. Bloque equivalente a compresiones



Fuente: Elaboración propia

$$B_1 = 0,85 - \left(\frac{f'_c - 280}{70} \right) (0,005) \geq 0,65 \quad (2.28)$$

El valor de momento puede escribirse de la siguiente manera.[Oviedo Sarmiento, 2016]

$$M_n = T \left(d - \frac{a}{2} \right) = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = A_s f_y d \left(1 - \frac{\rho f_y}{1,7 f'_c} \right) \quad (2.29)$$

Donde:

$\rho = \frac{A_s}{b d}$, porcentaje de acero en tensión(cuantía).

Cuantía balanceada.[Oviedo Sarmiento, 2016]

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 B_1 f'_c}{f_y} \right) \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad (2.30)$$

Con el valor de momento nominal, hallaremos el valor de la cuantía con un proceso iterativo [Oviedo Sarmiento, 2016].

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)} \wedge a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c} \quad (2.31)$$

Determinación de la cuantía de refuerzo

a) Cuantía máxima de refuerzo.

Este valor de la cuantía garantiza, que en caso de colapso, la estructura genere una falla dúctil, o sea falle por fluencia del acero de refuerzo y no por aplazamiento del concreto que sería una falla frágil. Esto tiene como objetivo la seguridad, pues así daría más tiempo para evacuar la zona que colapsará.[Oviedo Sarmiento, 2016]

$\rho_{\text{máx}} = 0,75 \rho_b$, para elementos que no resisten elementos sísmicos.

$\rho_{\text{máx}} = 0,50 \rho_b$, para elementos que resisten movimiento sísmico.

b) Cuantía mínima de refuerzo.

$$A_s = \frac{0,7 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d (E0,60 - 2009) \quad (2.32)$$

siempre que no sea menor que:

$$A_{s \text{ mín}} = \frac{1,14}{f_y} b_w d (ACI - 318 - 2014) \quad (2.33)$$

Diseño por corte

El diseño de secciones transversales sometidas a fuerza cortante estará basado en la siguiente ecuación (Diseño por resistencia):[Oviedo Sarmiento, 2016]

$$\phi V_n \geq V_u \quad (2.34)$$

Donde:

V_u : La fuerza cortante amplificada en la sección amplificada.

V_n : La resistencia nominal al cortante.

$$V_n = V_c + V_s \quad (2.35)$$

Donde:

V_c : La resistencia nominal al cortante proporcional por el concreto.

V_s : La resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

Fuerza cortante del concreto.

$$V_c = 0,53\sqrt{f'_c}b_w d \quad (2.36)$$

Cálculo de concreto de refuerzo.

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} + V_c \rightarrow s = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

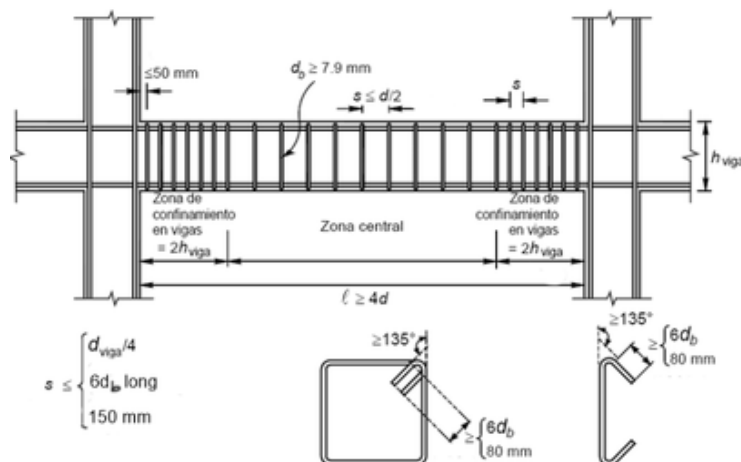
Requisitos mínimos para el diseño por fuerzas cortantes en vigas.

Caso – I : $V_n \leq \frac{V_c}{2}$, no necesita refuerzo por cortante.

Caso – II : $\frac{V_c}{2} < V_n \leq V_c \rightarrow A_v \text{ mín} = 3,5b_w \frac{s}{f_y} \rightarrow s \leq \frac{d}{2}, s \leq 60,0\text{cm}$

$$\text{Caso – III} : \rightarrow (V_n \geq V_c), \text{tenemos : } \begin{cases} \text{Caso – A : } V_s \leq 2V_c \rightarrow s \leq \frac{d}{2}, s \leq 60,0\text{cm} \\ \text{Caso – B : } 2V_c < V_s < V_c \rightarrow s \leq \frac{d}{4}, s \leq 30,0\text{cm} \\ \text{Caso – C : } V_s > 4V_c \rightarrow \text{no – se – permite} \end{cases}$$

Figura 2.12. Detallado de viga



Fuente: Adaptado de [Oviedo Sarmiento, 2016]



2.6.1.2. Diseño de columnas

Diseño por flexocompresión

Las columnas están sometidas a momentos flectores y cargas axiales (flexocompresión). Para diferenciar el comportamiento de una columna al de una viga es necesario calcular la carga axial que actúa, entonces, si $P_u < 0.1f'_c A_g$, el elemento se diseñará como viga, caso contrario como columna. [Oviedo Sarmiento, 2016]

El diseño se realiza para cada una de las combinaciones de carga y consiste en armar tentativamente una sección para graficar su diagrama de interacción, de tal forma que las combinaciones (M_u ; P_u) queden dentro del diagrama [Oviedo Sarmiento, 2016]

La capacidad de carga axial de las columnas no debe ser mayor que los siguientes valores: [Oviedo Sarmiento, 2016]

$$\begin{aligned} P_u = \phi P_{n, \text{máx}} \rightarrow \text{Estrivos} &\rightarrow 0,80\phi \left[0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \right] \\ P_u = \phi P_{n, \text{máx}} \rightarrow \text{Zunchos} &\rightarrow 0,85\phi \left[0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \right] \end{aligned} \quad (2.37)$$

Factor de reducción de resistencia por compresión, flexo-compresión:

Columnas con estribos o zunchos $\phi = 0,70$

Columnas con estribos o zunchos $\phi = 0,75$

Factor de reducción de resistencia por flexión, flexo tracción o pura:

Columnas con estribos o zunchos $\phi = 0,90$

Cuantía máxima y mínima en columnas

Según el ACI y la norma peruana [Oviedo Sarmiento, 2016]

$$\begin{aligned} 0,01A_b < A_s < 0,06A_g \\ 0,01A_b < A_s < 0,08A_g \end{aligned} \quad \text{Donde:}$$

A_s : Área de acero.

A_b : Área bruta de la selección (bh).

En columnas con estribo, se suele deducir la máxima cuantía a 4 % por el mismo motivo del congestionamiento de acero. [Oviedo Sarmiento, 2016]

Diseño por corte

El diseño de secciones transversales sometidas a fuerza cortante estará basado en la siguiente ecuación (diseño por resistencia): [Oviedo Sarmiento, 2016]

$$\phi V_n \geq V_u \quad (2.38)$$

Donde:

V_u : La fuerza cortante amplificada en la sección amplificada.

V_n : La resistencia nominal al cortante.

$$V_n = V_c + V_s \quad (2.39)$$

Donde:

V_c : La resistencia nominal al cortante proporcional por el concreto.



V_s : La resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

Cortante del concreto para elementos a compresión.

$$V_c = 0,53(1 + \frac{N_u}{140A_g})\sqrt{f'_c}b_wd \quad (2.40)$$

Donde:

V_u : Carga axial amplificada normal a la sección transversal, que ocurre simultáneamente con V_u o M_u .

A_g : Área bruta de la sección.

Cálculo del cortante de refuerzo.

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (2.41)$$

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s} \quad (2.42)$$

Recomendación de espaciamiento de estribos en elementos en flexocompresión (columnas)

En ambos extremos de confinamiento del elemento debe proporcionarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento S_o por una longitud L_o medida desde la cara de nudo.[Oviedo Sarmiento, 2016]

Zona de confinamiento

El espaciamiento S_o no debe exceder al menor que (a),(b) y (c):

- (a) Seis veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro:
- (b) La tercera parte de la menor dimensión de la sección transversal del elemento.
- (c) 10.0 cm

La longitud L_o no debe ser menor que el mayor (d), (e) y (f):

- (d) Una sexta parte de la luz libre del elemento.
- (e) La mayor dimensión de la sección transversal del elemento.
- (f) 50.0cm

Zona central

Fuerza de la longitud L_o , el espaciamiento del refuerzo transversal no deberá exceder al menor de que (g) y (h):

- (g) Diez veces el diámetro de la barra longitudinal de la columna.
- (h) 25.0cm

Zona de nudo

El espaciamiento no debe exceder de 15.0cm

2.6.1.3. Diseño de losa

Se sabe que la cuantía balanceada se encuentra para el estado en que empieza la fluencia de acero en tracción y es igual a la compresión del concreto.[Oviedo Sarmiento, 2016]

$$\bar{\rho}_b = \left(\frac{0,85B_1f'_c}{f_y} \right) \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad (2.43)$$

Cuantía mínima de sección T.

$$A_{s\text{ mín}} = 0,8b_w d \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \geq \frac{1,4bd}{f_y} \quad (2.44)$$

$$A_{s\text{ mín}} = 0,7bd \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \quad (2.45)$$

2.6.1.4. Diseño de placas

Figura 2.13. Detalle elemento a flexo compresión

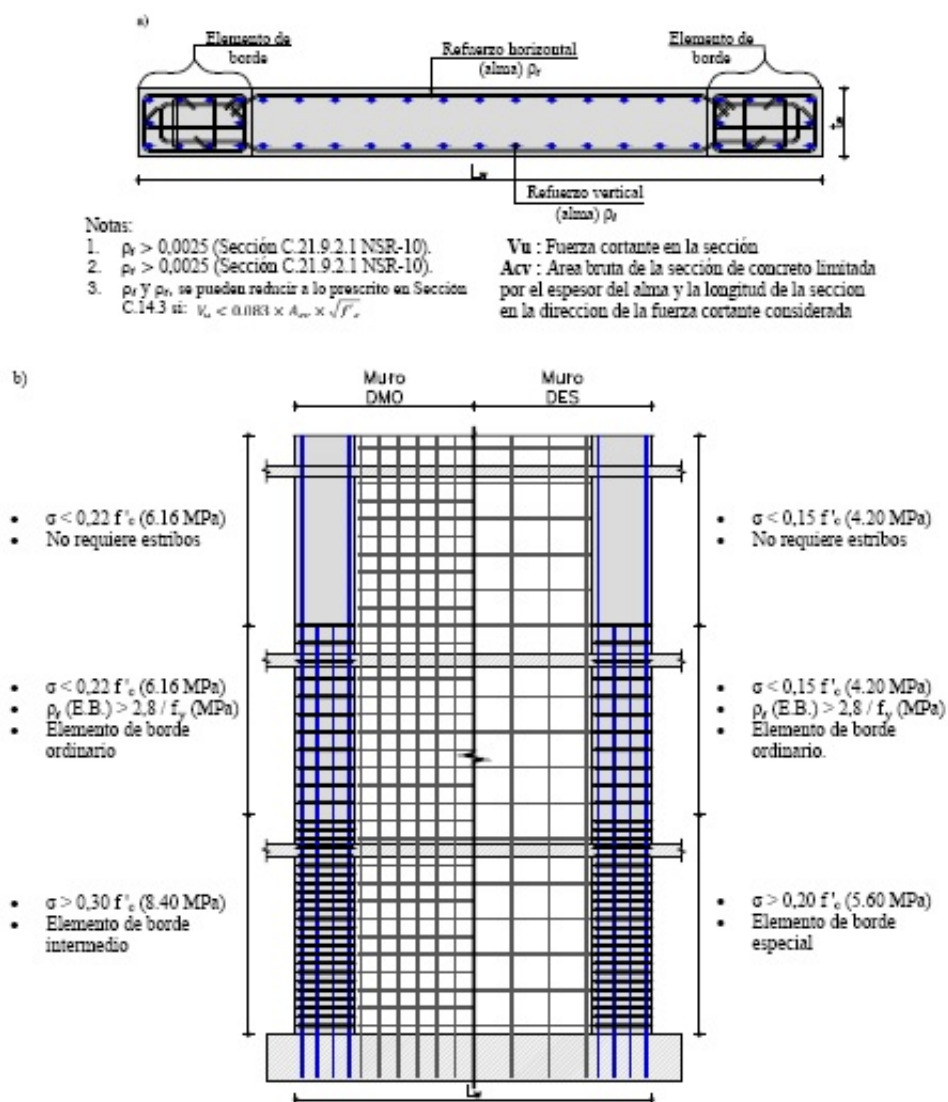


Figura 5. Requerimiento de refuerzo longitudinal y transversal para muros DMO y DES: (a) planta, (b) alzado

Fuente: elaboración propia.

Fuente: Adaptada de [López Olvera, 2010]



2.6.2. Diseño del edificio empleando concreto de alto desempeño

2.6.2.1. Diseño de viga

Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión de una viga es habitualmente calculada asumiendo una distribución lineal de deformaciones sobre la altura de la sección y considerando el equilibrio de fuerzas y momentos. Al aplicar este procedimiento, dos factores requieren atención. Primero, la deformación ε_{cu} e en la cual la cara extrema a compresión alcanza la falla debe ser conocida. Segundo, La distribución de los esfuerzos en el concreto debe ser conocida. La deformación última del concreto varía con su resistencia, un valor igual a 0.003 es reportado como satisfactorio. Este valor es especificado en muchos códigos. En la norma Canadiense ε_{cu} e toma el valor de 0.0035.[Portugal Barriga, 2007]

En las normas y códigos, la distribución de esfuerzos a la compresión en el concreto es reemplazada por un rectángulo de esfuerzos equivalentes. Este rectángulo tiene una distribución uniforme de esfuerzos de $0,85f'_c$ y una longitud menor que la distancia del borde al eje neutro. Para concretos de alta resistencia muchos investigadores concuerdan con que el valor del esfuerzo uniforme debe ser menor que $0,85 f'_c$. En la norma Neo Zelandeses y canadiense, la longitud del rectángulo equivalente es tomada como γ veces la longitud al eje neutro y el valor del esfuerzo uniforme tomado como $\alpha f'_c$ donde:[Portugal Barriga, 2007]

$$\gamma = 0,85 - 0,008(f'_c - 30) \quad (2.46)$$

con los límites de $0,65 \leq \gamma \leq 0,85$

$$\alpha = 0,85 - 0,004(f'_c - 55) \quad (2.47)$$

con los límites de $0,75 \leq \alpha \leq 0,85$, f'_c en Mpa. Notamos que $\alpha = 0,85$ cuando $f'_c \leq 55MPa$ y $\alpha = 0,75$ cuando $f'_c \geq 80MPa$

En la norma canadiense γ y α : son encontrados mediante las siguientes ecuaciones:[Portugal Barriga, 2007]

$$\gamma = (0,97 - 0,0025f'_c) \geq 0,67 \quad (2.48)$$

$$\alpha = (0,85 - 0,0015f'_c) \geq 0,67 \quad (2.49)$$

El valor mínimo de 0.67 para ambos coeficientes no se alcanza hasta $f'_c > 125MPa$

El diseño de vigas en la práctica se encuentra sobre reforzada y su resistencia a la flexión es controlada por el esfuerzo de fluencia en tensión del acero. Los valores del bloque rectangular de esfuerzos por lo tanto tendrán un efecto insignificante en los cálculos de diseño.

La ecuación 2.46. es similar a la expresión dada en norma 318 del ACI, la ecuación 2.47. se ajusta a la tendencia observada en las pruebas. Diferentes autores recomiendan el uso de estas dos ecuaciones con $\varepsilon_{cu} = 0,003$.[Portugal Barriga, 2007]

Cuantía máxima de acero

Para secciones de concreto reforzado, la cuantía máxima de acero $\rho_{\max}$ está dada por:

$$\rho_{\max} = 0,4\alpha\gamma \frac{f'_c}{f_y} \quad (2.50)$$



Los valores de α y γ determinaremos de las ecuaciones 2.46 y 2.47. Para concretos de alta resistencia valores altos de $\rho_{\text{máx}}$ son posibles, en la norma Neo Zelandeses, $\rho_{\text{máx}}$ es tomada como 0.025 cuando se diseña por efectos sísmicos.[Portugal Barriga, 2007]

Cuantía mínima de acero

En la norma Neozelandesa A_{stmin} está dada por la ecuación 2.51. [Portugal Barriga, 2007]

$$\frac{A_{stmin}}{b_w d} = \rho_{max} = \frac{0,25 f'_c}{f_y} \quad (2.51)$$

Resistencia por corte

Las recomendaciones para el diseño por corte contenidas en la norma australiana pueden ser usadas en vigas de concreto de alta resistencia. De acuerdo con el cortante último, V_n de una viga de concreto reforzado con estribos verticales y sin carga axial tendremos:[Portugal Barriga, 2007]

$$V_n = (V_c + V_s) \leq V_{\text{máx}} \quad (2.52)$$

Donde:

$$V_c = \beta_1 b_v d_0 \left(\frac{A_{st} f'_c}{b_v d_0} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.53)$$

$$\beta_1 = 1,1 \left(1,6 - \frac{d_0}{1000} \right) \geq 1,1 \quad (2.54)$$

b_v : es el ancho efectivo de la viga.

d_0 : es la distancia de la fibra extrema en compresión al centroide de la capa externa del refuerzo a tensión.

A_{st} : es el área del refuerzo longitudinal en la zona a tensión.

La resistencia al corte es limitada a un máximo valor de:

$$V_{\text{máx}} = 0,2 f'_c b_v d_0 \quad (2.55)$$

También, la fuerza cortante V_s resistida por los estribos es dada por:[Portugal Barriga, 2007]

$$V_s = A_{st} f_y \left(\frac{d_0}{s} \right) \cot \theta \quad (2.56)$$

Donde:

A_{sv} es el área vertical de los estribos

s es el espaciamiento de estribos

θ es el ángulo entre el eje del concreto en compresión y el eje longitudinal de la viga

El área mínima de refuerzo al corte puede ser tomada como:

$$A_{sv, \text{mín}} = 0,06 \sqrt{f'_c} s \frac{b_v}{f_y} \quad (2.57)$$

Entonces, el esfuerzo al corte de la viga que contiene este mínimo refuerzo, designado como $V_{\text{mín}}$, es dada por:

$$V_{\text{mín}} = V_c + 0,10 \sqrt{f'_c} b_v d_0 \quad (2.58)$$



Donde:

f'_c es expresada en MPa. Los requerimientos de diseño serán:

$$V_u \leq \phi V_n \quad (2.59)$$

Donde:

V_u es el cortante ultimo de diseño y ϕ es el factor de reducción.

2.6.2.2. Diseño de columna

Columnas cargadas uniaxialmente

La Figura 2.14, muestra un diagrama esfuerzo-deformación esquemático de columnas sujetas a carga axial con diferentes cantidades de refuerzo transversal. El punto A en la figura indica que la carga ha descascarado la cobertura de la columna. Su comportamiento dependerá entonces de su área relativa y de la cantidad de refuerzo transversal. Siguiendo con el descascaramiento del concreto hasta alcanzar el punto B.[Portugal Barriga, 2007]

Figura 2.14. Comportamiento esquemático de columnas de concreto de alta resistencia sujetas a carga axial concéntrica, incorporando bajas, media y altas cantidades de refuerzo transversal.



Fuente: Adaptada de [Portugal Barriga, 2007]

La capacidad de carga axial concéntrica a compresión P_o es usualmente dada por:

Detalles de refuerza

Los resultados de pruebas disponibles en la literatura, muestran que el espaciamiento nominal de los estribos especificados en los códigos no es adecuado para las columnas de concretos de alta resistencia. En la norma canadiense, el espaciamiento de los estribos en las columnas es reducido en 25 % cuando $f'_c > 50\text{MPa}$. $s \leq 0,75$, veces la menor dimensión lateral de la columna.[Portugal Barriga, 2007]

$s \leq \phi_p$ (ϕ_p = diámetro de la varilla longitudinal)

Columnas sometidas a carga de compresión y flexión

La resistencia de columnas de concreto de alta resistencia sometidas a la acción combinada de carga axial de compresión y momento de flexión, cuando existe una sección de la columna sometida a tracción esta es calculada asumiendo una distribución lineal de deformaciones sobre la sección y considerando el equilibrio de fuerzas y momentos.[Portugal Barriga, 2007]



La falla del concreto a una deformación ε_{cu} es tomada como 0.003 y la zona a compresión del concreto es representada por el bloque de esfuerzo equivalente definido por los parámetros γ y α dados en las ecuaciones 2.46 y 2.47. respectivamente. El diagrama de interacción de la columna es luego obtenido de la manera usual.[Portugal Barriga, 2007]

El concepto del rectángulo equivalente de esfuerzos puede ser validado en el diagrama de interacción cuando la profundidad del eje neutro d_n es igual a la profundidad de la capa extrema del acero a tensión d_o medida desde la cara a compresión. Para $d_n > d_o$, el concepto del rectángulo equivalente de esfuerzos no es aplicable. Esta parte del diagrama de interacción es usualmente aproximado por una línea recta entre la carga axial pura $(0, P_o)$ y el punto correspondiente a $d_n = d_o$. [Portugal Barriga, 2007]

2.6.2.3. Diseño de muro

La resistencia a la flexión de muros de concreto de alta resistencia puede ser calculada por la teoría usual de secciones de concreto reforzado sujetas a la acción combinada de carga axial y momento.[Portugal Barriga, 2007]

En la investigación llevada a cabo por el ingeniero Viaja Rangan, se probó muros con resistencias que varían desde 21MPa hasta 125MPa, la predicción de las ecuaciones correlacionaron muy bien con los resultados de las pruebas, el promedio de la relación entre los valores medidos y los calculados fue de 1.09 con un coeficiente de variación de solo 12 %.[Portugal Barriga, 2007]

De acuerdo con esta investigación, la resistencia al cortante V_n de los muros está dada por:[Portugal Barriga, 2007]

$$V_n = t_w d_w \left(\rho_l f_{ly} + \frac{N_u}{A_g} \right) \tan \theta \leq V_{\max} \quad (2.60)$$

Donde:

t_w : espesor de muro

d_w : longitud del muro entre los centros

L_w : longitud de muro

$\rho_l = A_l / t_w L_w$ área vertical de acero en el muro en ambas caras

f_{ly} : esfuerzo de fluencia del refuerzo de acero

N_u : carga última de diseño a compresión en el muro

A_g : área bruta de la sección del muro

En la ecuación 2.60 θ es la inclinación del plano de falla al eje longitudinal y está dada por:

$$\tan \theta = \frac{d_w}{H_w}, (30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ) \quad (2.61)$$

Donde:

H_w : altura del muro

Para asegurar la fluencia vertical del acero, el esfuerzo cortante es limitado a un máximo de $V_{\max}$ dado por:

$$V_{\max} = k_3 f'_c t_w d_w \frac{\sin \theta \cos \theta}{1,14 + 0,68 \cot \theta^2} \quad (2.62)$$

Donde:

k_3 es el factor de reducción relacionado con la resistencia de un cilindro de concreto in

situ, es definido por:

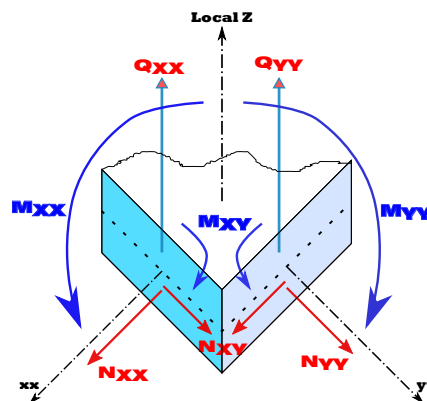
$$k_3 = 0,6 + \frac{10}{f'_c} \leq 0,85 \quad (2.63)$$

Por supuesto que en adición al acero vertical, el muro debe contener acero horizontal, para un adecuado control del agrietamiento (dados los efectos de contracción y temperatura). El valor mínimo de cuantía de refuerzo horizontal es tomado como $1.4/f_{sy}$, donde f_{sy} es el esfuerzo de fluencia del acero horizontal. Este valor es recomendado por la norma australiana para losas cuando un moderado grado de control sobre el agrietamiento es requerido. Es también necesario asegurar que la cuantía vertical de acero p no sea menor que 0.0025 por propósitos de control de grietas. Además, el espacio entre barras no debe exceder el menor valor entre $2.5t_w$ o 5 cm.[Portugal Barriga, 2007]

2.6.2.4. Diseño de losa

Convención de signos para desplazamiento y rotaciones:

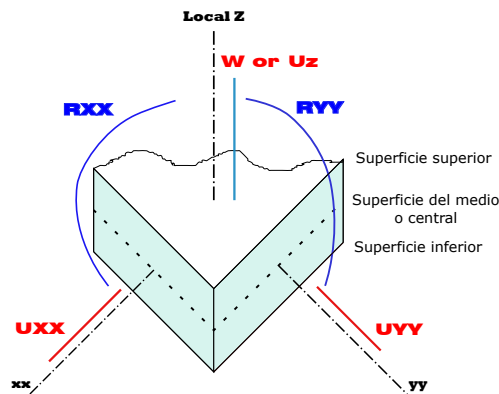
Figura 2.15. Signos de desplazamiento y rotaciones



Fuente: Adaptada de [López Olvera, 2010]

Convención de signos para fuerzas:

Figura 2.16. Signos de fuerzas



Fuente: Adaptada de [López Olvera, 2010]

2.7 Interpretación de los resultados del programa robot

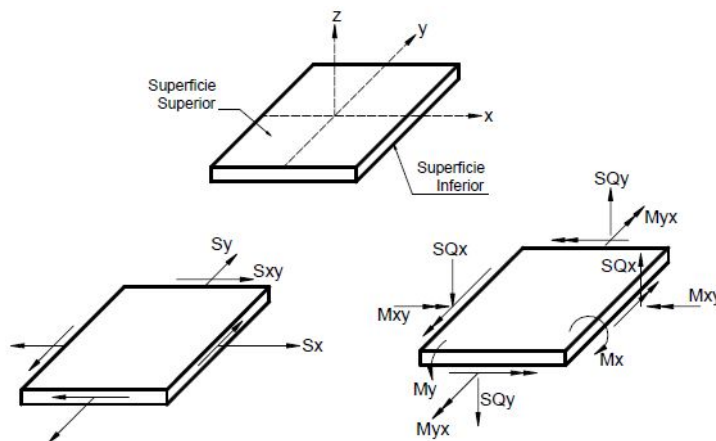
En el análisis de placa, es donde se obtiene los resultados del comportamiento de losas y muros. Estos se dan de la siguiente manera [Quinchiguango Córdova and Taco Loachamín, 2016]

Esfuerzos y momentos flexionantes en el contorno de la placa

- Esfuerzo normal $SQ_X(kg/cm^2)$
- Esfuerzo normal $SQ_Y(kg/cm^2)$
- Esfuerzo normal de membrana $S_x(kg/cm^2)(\sigma_x)$
- Esfuerzo normal de membrana $S_y(kg/cm^2)(\sigma_y)$
- Esfuerzo normal de membrana $S_{xy}(kg/cm^2)(\tau_{xy})$
- Momento flexionante $M_x(kg - m/m)$
- Momento flexionante $M_y(kg - m/m)$
- Momento torsionante $M_{xy}(kg - m/m)$

Para simplificar la interpretación de los momentos y cortantes que actúan en el contorno de las placas observemos la Figura 2.17, donde se muestra la distribución y forma de actuar de dichas fuerzas.

Figura 2.17. Conversión de signos para fuerzas en las placas



Fuente: Adaptada de [Quinchiguango Córdova and Taco Loachamín, 2016]

Como σ_y (esfuerzo normal) y τ_{xy} (esfuerzo cortante) representan esfuerzos actuantes en la superficie laterales de las placas ver Figura 2.17, y lo que interesa deducir son el cortante V_u y momento flector M_u que producen dichos esfuerzos en el plano del muro(placa), entonces para deducir esto se puede apoyar uno en las siguientes ecuaciones [Quinchiguango Córdova and Taco Loachamín, 2016]:

$$\sigma_y = \frac{M_u Y}{I} \quad (2.64)$$



$$\tau_{xy} = \frac{V_u Q}{Ib} \quad (2.65)$$

Si decimos que $S_y = \sigma_y$ y $S_{xy} = \tau_{xy}$ entonces se puede sustituir y despejar las ecuaciones 2.65 y 2.65 de la siguiente manera [Quinchiguango Córdova and Taco Loachamín, 2016]:

$$M_u = \frac{\sigma_y I}{Y} \quad (2.66)$$

$$V_u = \frac{\tau_{xy} I b}{Q} \quad (2.67)$$

Donde:

M_u = Momento último del segmento de muro a flexión en su plano

M_u = Cortante del segmento de muro

I = Momento de inercia del segmento de muro $I = \frac{bL^3}{12}$

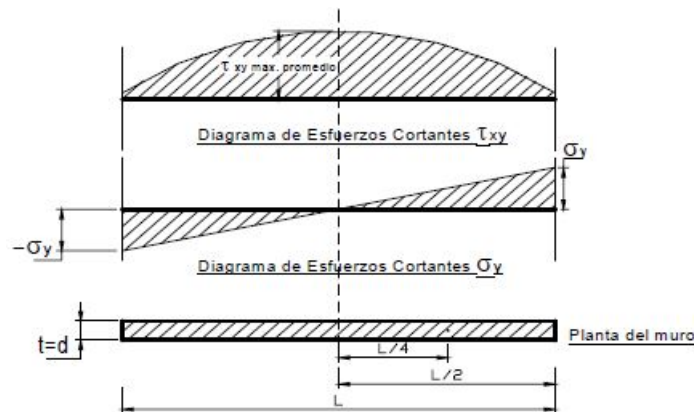
$Y = c$ Que es la distancia del eje neutro de la sección a la fibra extrema a compresión

b = Espesor de muro

Q = Momento de primer orden $Q = (tx \frac{L}{2})(\frac{L}{4})$

La Figura 2.18, muestra los diagramas de esfuerzo σ_y y τ_{xy} en una sección de muro a flexión.

Figura 2.18. Diagrama de esfuerzos en un muro de flexión



Fuente: Adaptada de [Quinchiguango Córdova and Taco Loachamín, 2016]

Capítulo: 3

Materiales y métodos

3.1 Recolección de muestra de cantera llamocctachi

Figura 3.1. Cantera llamocctachi



se recogió la muestra de cantera Llamocctachi piedra chancada y agregado fino

3.2 Recolección de muestra de cantera chillico

Figura 3.2. Cantera chillico



Se recogió la muestra de cantera Chillico piedra chancada y agregado fino



Para el diseño patrón del "concreto convencional" se utilizará el método de selección de las proporciones del concreto por el método del comité 211 del ACI.

3.3 Diseño de mezclas del concreto convencional

Al realizar el diseño patrón del concreto convencional utilizando materiales de la cantera Llamocctachi, de acuerdo al procedimiento del diseño de 2.3.2, [ACI 318S, 2014] y [Norma E060, 2009] se tiene como resultado para un concreto de resistencia a compresión de $f'_c = 21MPa$, a los 28 días.

```
1 disp('01.--ESPECIFICACIONES:')
2 f'c = 210.0    % kg/cm2 % Resistencia a compresión a los 28 días
3 S    = 23.0    % kg/cm2 % Desviación estándar
4
5 disp('02.--CEMENTO:')
6 Pec=3.15    % Peso específico de cemento
7
8 disp('03.--AGUA:')
9 Se utiliza agua potable del servicio público de la ciudad de Huanta
10
11 disp('04.--AGREGADO FINO:')
12 Pemf = 2.72 ; % Peso específico de masa de agregado fino
13 Abf   = 1.2  ; % Absorción de agregado fino
14 Chf   = 5.0  ; % Contenido de humedad de agregado fino
15 Mff   = 2.70 ; % Módulo de fineza de agregado grueso
16
17 disp('05.--AGREGADO GRUESO:')
18 Tmng = 1''   % Tamaño máximo nominal de agregado grueso
19 Pscg = 1520  % Peso específico de masa de agregado grueso
20 Pemg = 2.65  % Peso seco compactado de agregado grueso
21 Abg   = 0.70 % Absorción de agregado grueso
22 Chg   = 0.32 % Contenido de humedad de agregado grueso
23
24 disp(' DISEÑO DE MEZCLA')
25 06.--DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA PROMEDIO:
26 fcr      = 240.82 kg/cm2
27 07.--SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO:
28 Tmn      = 1''
29 08.--SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO:
30 Consistencia Fluida
31 Asentamiento    = 6''-7''
32
33 09.--VOLUMEN UNITARIO DE AGUA:
34 Tabla 10.2.1
35 Concretos sin aire incorporado
36 Agua            = 202.00
37
38 10.--CONTENIDO DEL AIRE ATRAPADO:
39 Con aire atrapado
40 Tabla 11.2.1- Contenido de aire atrapado
41 Aire            = 1.5%
42
43 11.--RELACIÓN DE AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA:
44 Tabla 12.2.2
```



```
45 A/C = 0.63
46
47 12.--RELACIÓN DE AGUA CEMENTO POR DURABILIDAD:
48 Tabla 13.3.2-Concreto expuesto a soluciones de sulfatos SO4 ppm
49 No se presenta este caso.
50 A/C = 0.63
51 Tabla 13.2.5- Condiciones especies de exposición
52 No hay exposición congelación y deshielo.
53 A/C = 0.63
54
55 13.--ELECCIÓN DE AGUA CEMENTO:
56 A/C por resistencia
57 A/C = 0.63
58
59 14.--FACTOR DE CEMENTO:
60 Cemento = 318.27
61 Cemento bolsas = 7.50
62
63 15.--CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO:
64 Tabla 16.2.2
65 Volumen agregado grueso seco compactado = 0.68
66 Peso agregado grueso = 1033.60
67
68 16.--CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS: $m^{3}$
69 Cemento1 = 0.1020
70 Agua1 = 0.2020
71 Aire1 = 0.0150
72 Agregado_grueso1 = 0.3900
73 Suma1 = 0.7090
74
75 17.--CONTENIDO DE AGREGADO FINO:
76 Volumen absoluto agregado Fino = 0.29
77 Peso agregado fino seco = 791.39
78
79 18.--VALORES DE DISEÑO:kg/$m^{3}$
80 Cemento A_fino A_grueso Agua
81 Tabla1 =
82 318.30 791.40 1033.60 202.20
83
84 19.--CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE AGREGADO
85 19.1.--Correcciones
86 C_A_G = 1036.90
87
88 C_A_M = 175.85
89
90 19.2.--Peso de los materiales corregidos por humedad
91 Cemento A_fino A_grueso Agua
92 Tabla2 =
93 318.30 831.00 1036.90 175.90
94
95 20.--PROPORCIONES EN PESO
96 20.1--Proporciones en peso sin corregir por humedad
97 Cemento A_fino A_grueso Agua
98 Tabla3 =
99 1.00 2.49 3.25 26.97
```



```
100 20.2--Proporciones en peso corregidos por humedad
101  Cemento  A_fino  A_grueso  Agua
102 Tabla4 =
103      1.00      2.61      3.26      23.48
104
105 Relación de agua cemento a/cm
106 Relación_a_cm_diseño = 0.63
107
108 Relación_a_cm_efectivo = 0.55
```

Resumen de diseño patrón del concreto convencional sin corregir por humedad

Tabla 3.1. Resumen del diseño patrón del concreto convencional

a/cm	0.63	Diseño
Material	und	patrón
Cemento	kg	318.30
Arena	kg	791.40
Piedra	kg	1033.60
Agua	kg	202.20
Aditivo	kg	0.00
Aire	%	1.50

Fuente: Elaboración propia

Resumen de diseño patrón del concreto convencional corregido por humedad

Tabla 3.2. Resumen del diseño patrón del concreto convencional

a/cm	0.55	Diseño
Material	und	patrón
Cemento	kg	318.30
Arena	kg	831.40
Piedra	kg	1036.90
Agua	kg	175.90
Aditivo	kg	0.00
Aire	%	1.50

Fuente: Elaboración propia

En las Tablas 3.1 y 3.2 se tiene relación de agua cemento de diseño 0.63 y relación de agua cemento efectivo 0.55.



3.3.1. Costo en la producción de 1m³ de concreto convencional

Tabla 3.3. Análisis de costos unitarios de 1m³ del concreto convencional

510

Página :

1

Análisis de precios unitarios						
Presupuesto	0201001 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO					
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS CC					
Partida	01.01	CONCRETO CONVENCIONAL (NORMAL) F'C=210 kg/cm ²				Fecha presupuesto 20/10/2019
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m ³		390.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
						101.41
Materiales						
02070100010006	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m ³		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m ³		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m ³		0.1760	6.00	1.06
						274.23
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p ³	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
						14.84

Fuente: Elaboración propia

El costo total de producción de 1m³ del concreto convencional es: trecientos noventa soles con cincuenta céntimos (s/.390.50)

3.4 Diseño de mezclas del concreto de alto desempeño

El diseño del concreto de alto desempeño utilizando materiales de la cantera Llamoc-tachi y de acuerdo al procedimiento del método de diseño 2.4.5, [ACI 318S, 2014] y [Norma E060, 2009] se tiene.

3.4.1. Especificaciones

Proporciones de los materiales de la mezcla del concreto del alto desempeño que se propondrá para emplear en elementos estructurales como las vigas, columnas, placa y losa de un edificio en la ciudad Huanta, Ayacucho. La resistencia a compresión de diseño especificado es de $f'_c = 50,00 MPa$, a los 28 días.

3.4.2. Materiales

3.4.3. Cemento

ASTM Tipo I "Cemento Andino"

Pe = 3.12 ; Peso específico de cemento andino

3.4.4. Agua

Utilizaremos agua potable del servicio público de la ciudad de Huanta, Ayacucho



3.4.5. Agregado fino

Módulo de finura	=	3.50	
Peso específico	=	2.60	
Peso unitario compactado	=	1737.00	kg/m ³
Contenido de humedad	=	4.67	%
Absorción	=	2.34	%

3.4.6. Agregado grueso

Tamaño máximo de agregado	=	$\frac{3}{4}$ "	
Tamaño máximo nominal	=	$\frac{1}{2}$ "	
Peso específico	=	2.60	
Peso unitario compactado	=	1529.00	kg/m ³
Contenido de humedad	=	0.0042	%
Absorción	=	1.73	%

3.4.7. Microsílice y superplastificante

$\rho = 2.35$; densidad de chema fume (g/cm³) aditivo mineral, microsílice sin densificar

$\rho = 1.24$; densidad de chemachen 440 (kg/L) aditivo plastificante de alto rango y reductor de agua

A continuación, se explica paso a paso las consideraciones tomadas para el diseño, cabe recalcar que las tablas, pasos y ecuaciones son los mismos propuestos por el comité ACI 211.4, se encuentran en el 2.4.5 de esta investigación.

3.4.8. Selección de slump y resistencia requerida

Se determinó según la Tabla 2.2 donde recomiendan obtener de 1" a 2" de slump sin el uso del aditivo superplastificante y así producir exitosamente un CAD (ensayo que se realiza separadamente, ya que los aditivos con el agua deben ser mezclados y/o usados simultáneamente); esto aseguró una adecuada cantidad de agua para la mezcla y permitió que el superplastificante sea efectivo. Recordemos que la elección del slump es de suma importancia para el paso 2.4.5.4

Para la determinación de la resistencia requerida del concreto, se concluyó con la no existencia de un registro de pruebas anteriores de diseños de concreto de alto desempeño de $f'_c = 500,00 \frac{kg}{cm^2}$ con insumos de la región Huanta, Ayacucho, calculando la resistencia requerida promedio del concreto a los 28 días con la Ecuación [Portugal Barriga, 2007].

$$f_{cr} = \frac{f_c + 98}{0,90} \frac{kg}{cm^2} = \frac{500,00 + 98,00}{0,90} \frac{kg}{cm^2} = 664,444 \frac{kg}{cm^2}$$

3.4.9. Verificación y selección del tamaño máximo del agregado

Este se determinó de acuerdo a la Tabla 2.3, donde se especifica que para obtener resistencias mayores a $630,00 \frac{kg}{cm^2}$ debe usarse agregado grueso de tamaño máximo nominal (TMN)



entre $\frac{3}{8}$ " a $\frac{1}{2}$ ". Conociendo que, a menor tamaño del agregado, mayor será su grado de acomodo (menos vacíos), generando mayor compacidad, manejabilidad, homogeneidad en el mezclado y mayor resistencia a la compresión. Se usó agregado grueso de TMN de $\frac{1}{2}$ ", específicamente piedra chancada (superficie rugosa con mayor área superficial para adherirse a la pasta del cemento).

3.4.10. Selección del contenido óptimo del agregado grueso

El porcentaje fue considerado teniendo en cuenta la resistencia y el tamaño máximo nominal del agregado grueso; sin embargo, otro requisito indispensable para poder usar la Tabla 2.4, era que el módulo de finura se encuentre entre 2.5 y 3.2, requisito que fue cumplido por el agregado fino usado, que tiene un M.F.= 3.50. De la Tabla 2.4 se obtuvo que la fracción volumétrica a usar del peso seco del agregado grueso sea el 68 % del Peso Unitario Compactado (PUC) del agregado grueso la Ecuación 2.1.

3.4.11. Estimación del agua de mezclado y contenido del aire

La demanda de agua es dependiente del Slump que se requiera, tamaño nominal máximo, forma de las partículas, gradación del agregado, cantidad de cemento y tipo de superplastificante. Cabe mencionar que a esta mezcla se adicionó el aditivo sin considerar su aporte como contenido de agua para el cálculo de la relación agua cemento. Se usó el apartado 2.5, cual da una primera estimación del agua de mezclado a usar sin la adición del aditivo, y los valores estimados del aire atrapado. Cantidades que son recomendadas para un material bien gradado, angular y limpio que cumpla con la norma ASTM C-33; características que cumple el agregado grueso usado. También, para poder usar esa Tabla 2.5, se recomienda que el agregado fino (AF) sea un material que tenga partículas redondeadas y lisas (forma y textura) y su módulo de finura debe estar entre 2.5 y 3.2, ya que esto *Influye significativamente* en la demanda de agua y el contenido de vacíos; parámetros que el AF usado no cumple a su totalidad, ya que es agregado triturado.

Usar relación agua/cemento bien baja para lograr un CAD (uso de aditivo superplastificante clase F). Usar un mínimo de agua y así optimizar el recurso del cemento. Obtener una mezcla trabajable y/o de buena consistencia. Propiedades físicas de los agregados (forma, textura, TM $\frac{3}{4}$ ", TMN: $\frac{1}{2}$ ", etc.). Con todas estas consideraciones y criterios más las diversas experimentaciones que se realizó para obtener un concreto manejable, los requerimientos aproximados de agua son los siguientes:

$$\text{Agua mezclado} = 168.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Aire atrapado } V \% = 1.50$$

Calculando contenido de arena

$$V = (1 - (\text{Peso Unitario Seco (PUS)}) / (\text{Peso Específico} * 1000)) * 100$$

$$A1 = -8.5323$$

Agua de mezclado W(kg/m³) es:

$$W = 168.00 - 8.5323 = 159.4677 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



3.4.12. Selección de la relación agua y materiales cementicios(a/cm)

La idea y la base para determinar la relación agua/cemento (a/cm), para lo cual primero se obtiene la resistencia requerida reajustada al 90 % de las Tablas 2.7 y 2.8 interpolando se tiene:

Para edad del concreto a 28 días.

$f_{cr} = 59.8000$ MPa.

$a/cm = 0.3616$, relación agua cemento.

3.4.13. Cálculo del contenido de materiales cementicios

```
1 Cantidad de agregado fino por m3
2 Agregado fino = 742.6592
3 Las proporciones de mezcla en peso kg para 1m3 de concreto sin
  corregir por humedad
4 Cemento A_grueso A_fino Agua
5 mssp =
6 1.0e+03 *
7 0.4410 1.0397 0.7427 0.1595
8 Las proporciones de mezcla en peso kg para 1m3 de concreto
  corregidos por humedad
9 Cemento A_grueso A_fino Agua
10 mssp0 =
11 1.0e+03 *
12 0.4410 1.0398 0.7428 0.1947
13 Las proporciones de mezcla en peso kg para 1m3 de concreto usando
  chema fume
14 AGUA_03 =
15 227.5345 227.3945 227.2545 227.1146 226.9746
16 MEZCLA CEMENTO CHEMA_FUME AGREGADO_GRUESO AGREGADO_FINO AGUA
17 ans =
18 1.0e+03 *
19 0.0010 0.4190 0.0221 1.0398 0.6417 0.2275
20 0.0020 0.3969 0.0441 1.0398 0.6357 0.2274
21 0.0030 0.3749 0.0662 1.0398 0.6297 0.2273
22 0.0040 0.3528 0.0882 1.0398 0.6236 0.2271
23 0.0050 0.3308 0.1103 1.0398 0.6176 0.2270
24 Dosificación en peso kg para 6 probetas de D=4',H=8'
25 Vp2 =
26 0.0082
27 CEMENTO AGREGADO_GRUESO AGREGADO_FINO AGUA
28 mssp0_1 =
29 3.6326
30 8.5646
31 6.1182
32 1.6036
```

3.4.14. Proporciones de mezcla usando cemento, chema fume y chema súper plast



```
1 Para realizar 6 probetas de D=4", H=8" . Dosificación en kg solo con
  cemento.
2 Vp=pi*4"*8"pulg2
3 Vp1 = 0.0082
4 Proporciones de mezcla para 6 probetas de 4"d _ 8"h
5 Vt2 =0.0082
6 Vt = 0.0082
7 Cemento    A grueso    Afino    Agua
8 MD6 =
9      3.6326      8.5642      6.1173      1.3135
10
11 Preparación de 6 probetas por alternativa con 5 dosificaciones para
    5%,10%,15%,20%,25% de microsilise
12
13 %......1.....%
14
15 Resumen de la Dosificación en kg para 6 probetas de hormigón con 5%-
    10%-15%-20%-25% de microsilice.
16 MEZCLA    %_CHEFUME    CEMENTO    CHEMA_FUME    AGREGADO_GRUESO
    AGREGADO_FINO    AGUA
17 DANIEL =
18 Columns 1 through 6
19      1.0000      0.0500      3.4510      0.1816      8.5646      6.0398
20      2.0000      0.1000      3.2693      0.3633      8.5646      5.9902
21      3.0000      0.1500      3.0877      0.5449      8.5646      5.9406
22      4.0000      0.2000      2.9061      0.7265      8.5646      5.8910
23      5.0000      0.2500      2.7244      0.9081      8.5646      5.8414
24 Column 7
25      1.6017
26      1.6006
27      1.5994
28      1.5983
29      1.5971
30
31 La cantidad de aditivo químico CHEMA SÚPER PLAST es escogida
    mediante el asentamiento, utilizando el cono de Abrams, hasta
    obtener la trabajabilidad deseada.
32
33 %......2.....%
34
35 CHEMA SÚPER PLAST:---1% DEL PESO DE CEMENTO
36 MEZCLA    %_CHEFUME    CEMENTO    CHEMA_FUME    AGREGADO_GRUESO
    AGREGADO_FINO    AGUA    CSP_g    CSP_cm3
37 A12 =
38 Columns 1 through 6
39      1.0000      0.0500      3.4510      0.1816      8.5646      6.0398
40      2.0000      0.1000      3.2693      0.3633      8.5646      5.9902
41      3.0000      0.1500      3.0877      0.5449      8.5646      5.9406
42      4.0000      0.2000      2.9061      0.7265      8.5646      5.8910
43      5.0000      0.2500      2.7244      0.9081      8.5646      5.8414
44 Columns 7 through 9
45      1.5724      0.0293      29.2950
46      1.5713      0.0293      29.2950
47      1.5701      0.0293      29.2950
48      1.5690      0.0293      29.2950
```



```

49      1.5678      0.0293      29.2950
50
51  %. .....3. .... %
52
53 CHEMA SÚPER PLAST:---1.5 % DEL PESO DE CEMENTO
54 MEZCLA  %_CHEFUME  CEMENTO  CHEMA_FUME  AGREGADO_GRUESO
      AGREGADO_FINO  AGUA CSP_g  CSP_cm3
55 A13 =
56 Columns 1 through 6
57      1.0000      0.0500      3.4510      0.1816      8.5646      6.0398
58      2.0000      0.1000      3.2693      0.3633      8.5646      5.9902
59      3.0000      0.1500      3.0877      0.5449      8.5646      5.9406
60      4.0000      0.2000      2.9061      0.7265      8.5646      5.8910
61      5.0000      0.2500      2.7244      0.9081      8.5646      5.8414
62 Columns 7 through 9
63      1.5578      0.0439      43.9425
64      1.5566      0.0439      43.9425
65      1.5555      0.0439      43.9425
66      1.5543      0.0439      43.9425
67      1.5532      0.0439      43.9425
68
69  %. .....4. .... %
70
71 CHEMA SÚPER PLAST:---2 % DEL PESO DE CEMENTO
72 MEZCLA  %_CHEFUME  CEMENTO  CHEMA_FUME  AGREGADO_GRUESO
      AGREGADO_FINO  AGUA CSP_g  CSP_cm3
73 A14 =
74 Columns 1 through 6
75      1.0000      0.0500      3.4510      0.1816      8.5646      6.0398
76      2.0000      0.1000      3.2693      0.3633      8.5646      5.9902
77      3.0000      0.1500      3.0877      0.5449      8.5646      5.9406
78      4.0000      0.2000      2.9061      0.7265      8.5646      5.8910
79      5.0000      0.2500      2.7244      0.9081      8.5646      5.8414
80 Columns 7 through 9
81      1.5431      0.0586      58.5900
82      1.5420      0.0586      58.5900
83      1.5408      0.0586      58.5900
84      1.5397      0.0586      58.5900
85      1.5385      0.0586      58.5900

```

Tabla 3.4. Resumen del diseño de la mezcla para concreto alto desempeño con 6 probetas de 4" x 8"

		Concreto con 1 % de Aditivo	Concreto con 3 % de Aditivo	Concreto con 5 % de Aditivo
Cemento	kg	432	432	432
Arena	kg	998	987	975
Piedra	kg	921	910	900
Agua	kg	102	102	102
Aditivo	kg	4	13	22
Aire	%	1.15	1.15	1.15

Fuente: Elaboración propia



3.4.15. Ensayos en concreto de alto desempeño

3.4.15.1. Concreto de alto desempeño en estado fresco

Para poder comparar el cambio de las propiedades del concreto de alto desempeño, es necesario realizar una serie de ensayos, que permitan poder apreciar los cambios que sufren las propiedades del concreto de alto desempeño en estado fresco y en estado endurecido cuando se realiza cambios en las proporciones de los materiales utilizados.

3.4.15.2. Concreto de alto desempeño en estado endurecido

Comúnmente se considera la resistencia del concreto de alto desempeño, su más valiosa propiedad, aunque en muchos casos prácticos existen otras características como la elasticidad, durabilidad o la impermeabilidad, que pueden ser aún más importantes; sin embargo, la resistencia suele dar una imagen general de la calidad del concreto, puede que esté directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento fraguado.

Duff Abrams, en 1919, estableció que cuando un concreto está "totalmente compactado", se dice que la resistencia es inversamente proporcional con la relación de agua cemento.

3.4.16. Costo de producción de 1m³ del concreto de alto desempeño

Tabla 3.5. Análisis de CU de producción del CAD sin aditivo

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0202001 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA AYACUCHO							
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS CAD						Fecha presupuesto	23/10/2019
Partida	01.01 CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO F'c=500 kg/cm2 SIN ADITIVO (DISEÑO PATRON)							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3				437.09
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	21.95	14.05	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.6400	17.59	11.26	
0101010005	PEON		hh	10.0000	3.2000	15.86	50.75	
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA		hh	1.0000	0.3200	15.86	5.08	
							81.14	
Materiales								
02070100010006	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.7120	80.00	56.96	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4440	60.00	26.64	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		10.3760	25.00	259.40	
0290130022	AGUA		m3		0.1800	6.00	1.08	
							344.08	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	81.14	2.43	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.3200	11.80	3.78	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3		hm	1.0000	0.3200	17.70	5.66	
							11.87	

Fuente: Elaboración propia

El costo total de producción de 1m³ del concreto de alto desempeño sin utilizar ningún tipo de aditivo es cuatrocientos treinta y siete soles con un céntimos (S/. 437.10)



Tabla 3.6. Análisis de CU de producción del CAD con chemachen 440

S10

Página: 1

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	0202002 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA AYACUCHO						
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS CAD 1						Fecha presupuesto 23/10/2019
Partida	01.01 CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO F'C=500 kg/cm2 + ADITIVO (CHEMACHEN 440)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			676.35
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	21.95	14.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	17.59	11.26	
0101010005	PEON	hh	10.0000	3.2000	15.86	50.75	
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.3200	15.86	5.08	
						81.14	
Materiales							
02070100010006	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.7120	80.00	56.96	
020702000100002	ARENA GRUESA	m3		0.4440	60.00	26.64	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.1690	25.00	254.23	
0222190002	CHEMACHEN 440	cl		0.1600	1,528.00	244.48	
0290130022	AGUA	m3		0.1720	6.00	1.03	
						583.34	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	81.14	2.43	
030129000100005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.3200	11.80	3.78	
030129000300004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.3200	17.70	5.66	
						11.87	

Fuente: Elaboración propia

El costo total de producción de 1m³ del concreto de alto desempeño utilizando superplastificante chemachen 440 es seiscientos setenta y seis soles con cuarenta soles (S/. 676.40)

Tabla 3.7. Análisis de CU de producción del CAD con chemachen 440 y chemafume

S10

Página: 1

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	0202003 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA AYACUCHO						
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS CAD2						Fecha presupuesto 23/10/2019
Partida	04.04.03 CONCRETO PREMEZCLADO - COLUMNAS f'c= 500 kg/cm2+chechen 440+chemafume						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			847.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
Materiales							
0219010013	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=500 kg/cm2 CHEMCHAN 440+CHEMAFUME	m3		1.0500	750.80	788.34	
						788.34	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.78	0.35	
030129000100005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.30	

Fuente: Elaboración propia

El costo total de producción de 1m³ del concreto de alto desempeño premezclado utilizando superplastificante chemachen 440 y microsílíce chema fume es ochocientos cuarenta y siete soles con cuarenta céntimos (S/. 847.42)



3.5 Predimensionamiento

3.5.1. Predimensionamiento utilizando concreto convencional

3.5.1.1. Losas

En la sección 3.25 definimos los procesos para predimensionar losas macizas del edificio y utilizando la Ecuación 2.24, se tiene los resultados del cálculo de la losa predimensionado.

$$l = 6$$

$$M_o = (W_u * l^4) / (8)$$

$$M_o = 6210$$

$$M = 0.7 * M_o$$

$$M = 4347$$

Luego el peralte efectivo de losa maciza (cm)

$$d = 2.70 * (\sqrt{(M * 100) / (f_i * 0.85 * f_c * b)})$$

$$d = 14.0449 \text{ cm}$$

3.5.1.2. Columnas

En la Sección 2.5.6.3 definimos los procesos para predimensionar columnas del edificio y utilizando la Ecuación 2.25, se tiene los resultados del pre dimensionamiento para realizar análisis estructural.

TIPO	Sección(cm)	b/h	Área(cm ²)
C-1	30x60	0.50	1800
C-2	25x60	0.42	1500
C-3	25x50	0.50	1200
C-4	25x45	0.56	1125

3.5.1.3. Vigas

En la Sección 2.5.6.1 definimos los procesos para predimensionar vigas del edificio y utilizando la Ecuación 2.23, se tiene los resultados del cálculo predimensionado.

```
1
2 WD = 670 % Carga muerta CM : kg/cm2
3 WL = 300 % Carga viva CV : kg/cm2
4 r = 5.0 % Recubrimiento : cm
5 f_i = 0.90 % Coeficiente de flexión
6 f_c = 210.0 % Resistencia de concreto
7 l1 = 4.02 m
8 l2 = 4.72 m
9 at = 472 cm
10 l3 = 3.88 m
11 b=at/20
12 b0 = 23.60 cm
13 asuma el ancho b1 en: cm
14 b1 = 25.00 cm
15
16 El cálculo de carga trapezoidal se reemplazará como carga
    rectangular
17 W=q*(l2/2)*(1-(l2/l1))
```




```
18 Para una viga con dos paños tributarios
19
20 Primer paño
21 W1D1 = 773.21 kg.m
22 W1L2 = 346.21 kg.m
23
24 Segundo paño
25 W1D3 = 765.56 kg.m
26 W1L4 = 342.78 kg.m
27
28 Se suman las contribuciones de cada paño
29 WD=W1D1+W1L2 Y WL=W1L2+W1L4
30 WL = 689.00 kg.m
31
32 Amplificación de carga: Wu=1.4WD+1.7WL
33 Wu1 = 3325.60 kg.m
34 Cálculo :Mo=(Wu*1*1)/(8)
35 Mo1 = 9261.10 kg.m
36 M = 0.7*Mo : kg.m
37 M = 64820.80 kg.m
38
39 Cálculo de peralte efectivo de viga d: cm
40 d2=2*(sqrt((M*100)/(fi*0.85*fc*b1)))
41 Sección de una viga con b mínimo =25 es : (bcmxhcm)
42 d = 25.41 cm
43 b = 25.00 cm
44 h = 30.00 cm
45
46 Sección de una viga b calculada con longitud tributaria es : (b*h)
47 d2 = 26.15 cm
48 b2 = 23.60 cm
49 h2 = 31.00 cm
50
51 Ingrese base de viga==25
52 b3 = 25.00 cm
53 d3 = 25.41 cm
54 h3 = 30.00 cm
55
56 Variación de altura por h=[at/12 y at/10]
57 vh = 39.33 47.20
58 b4 = 25.00
59 h4 = 43.27
```

VIGA	LUZ LIBRE	L/12	L/10	Sección elegida	
VP-01	5.20m	0.33m	0.40m	0.25mx0.50m	(Ext.)
VP-02	5.20m	0.33m	0.40m	0.25mx0.45m	(Int.)
VB	5.20m	0.33m	0.40m	0.15mx0.20m	
VA-01	5.20m	0.33m	0.40m	0.40x0.20m	
VA-02	5.20m	0.33m	0.40m	0.25mx0.20m	
VS-01	5.20m	0.33m	0.40m	0.25mx0.40m	



3.5.2. Predimensionamiento utilizando concreto de alto desempeño

3.5.2.1. Losas

En la Sección 3.25 definimos los procesos para predimensionar losas maciza del edificio y utilizando la Ecuación 2.24, se tiene los resultados del cálculo predimensionado.

Luego el peralte efectivo de losa maciza (cm)

$$d = 2.70 * (\sqrt{(M * 100) / (f_i * 0.85 * f_c * b)})$$

$$d = 14.0449$$

3.5.2.2. Columnas

En la Sección 2.5.6.3 definimos los procesos para predimensionar columnas del edificio y utilizando la Ecuación 2.25, se tiene los resultados del cálculo de la columna a diseñar.

TIPO	Sección(cm)	b/h	Área(cm ²)
C-1	30x60	0.50	1800
C-2	25x60	0.42	1500
C-3	25x50	0.50	1200
C-4	25x45	0.56	1125

3.5.2.3. Vigas

En la Sección 2.5.6.1 definimos los procesos para predimensionar vigas del edificio y utilizando la Ecuación 2.23, se tiene los resultados del cálculo de viga predimensionado.

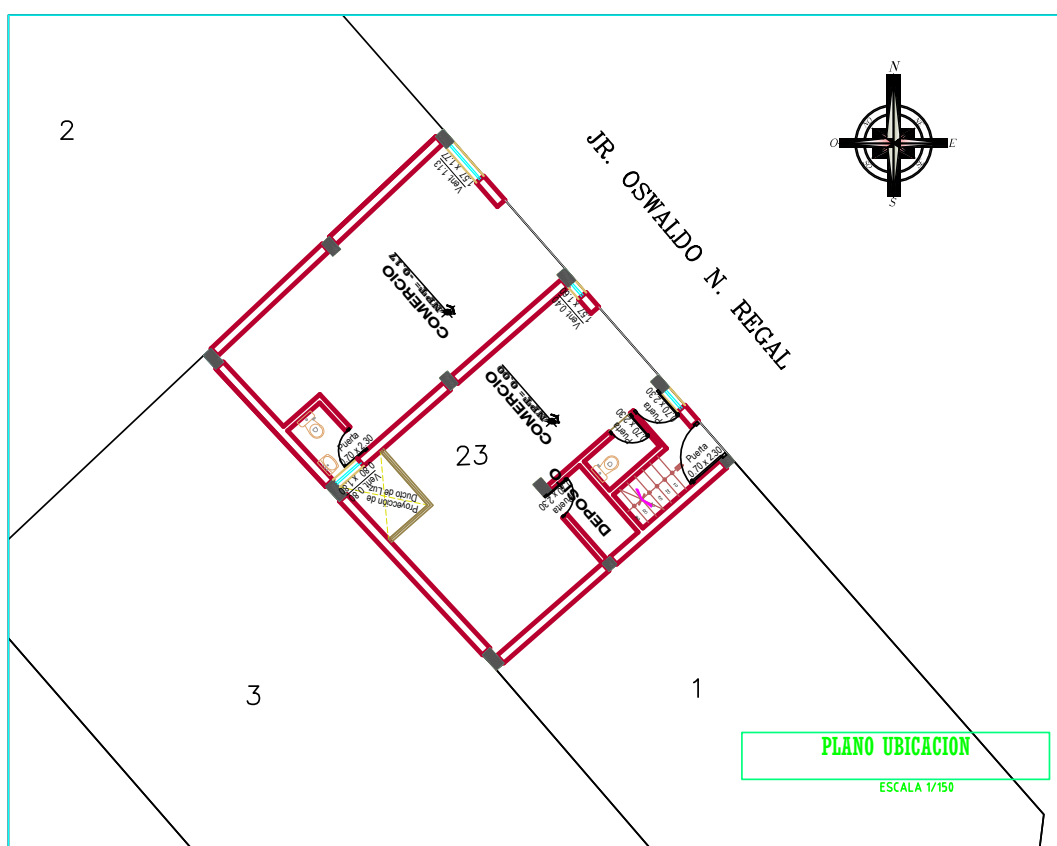
VIGA	LUZ LIBRE	L/12	L/10	Sección elegida
VP-01	5.20m	0.33m	0.40m	0.25mx0.50m (Ext.)
VP-02	5.20m	0.33m	0.40m	0.25mx0.45m (Int.)
VB	5.20m	0.33m	0.40m	0.15mx0.20m
VA-01	5.20m	0.33m	0.40m	0.40x0.20m
VA-02	5.20m	0.33m	0.40m	0.25mx0.20m
VS-01	5.20m	0.33m	0.40m	0.25mx0.40m

3.6 Modelo computacional

3.6.1. Entorno urbano

El edificio está ubicado en la región Ayacucho, provincia Huanta, distrito Huanta, en jr. Oswaldo N. número de inmueble S/N, manzana P, lote 23 en el centro poblado de lotización Tupín en sector S/N.

Figura 3.3. Plano de ubicación



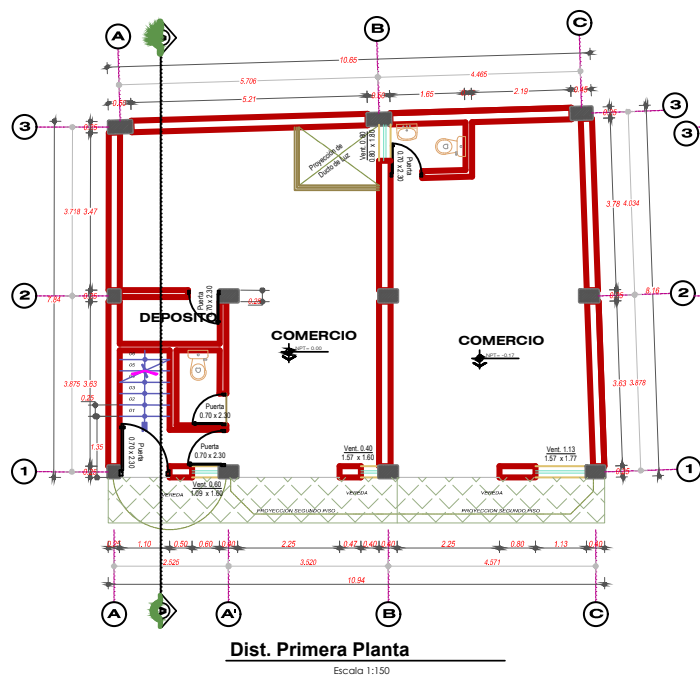
Fuente: Adaptada de expediente del edificio.

3.6.2. Arquitectura

El edificio es destinado para una vivienda de 5 pisos con dos departamentos en primer nivel destinados al comercio, 2 baños y 5 dormitorios en los demás niveles, 2 dormitorios con baño privado, 3 dormitorios con baño público, además de un pasadizo y estar destinado para hotel.

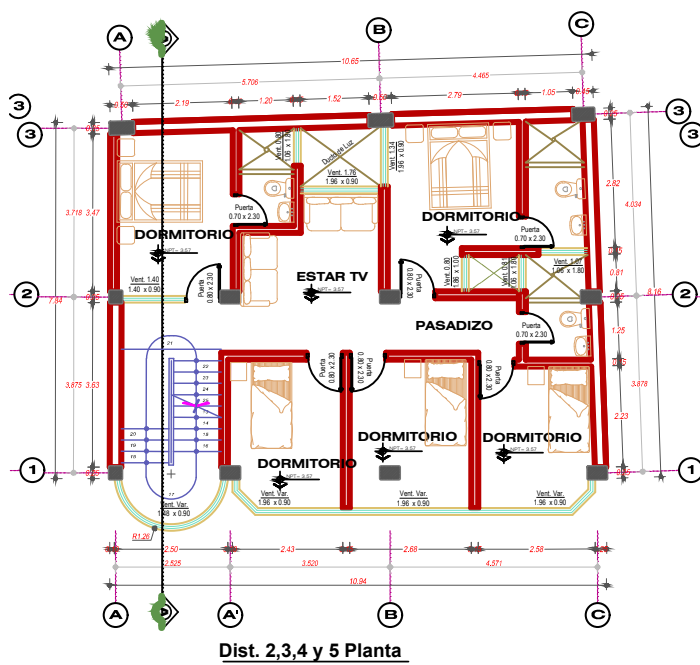
El acceso desde el exterior se realiza por una escalera a los niveles 2,3,4 y 5, así como por 2 puertas principales que dan salida a la calle. La edificación fue proyectada sin ascensores, cuenta con una escalera principal ubicada en la esquina que conecta los diferentes niveles; asimismo, no tiene escaleras secundarias que comunican con el azotea.

Figura 3.4. Se puede apreciar distribución en la primera planta



Fuente: Adaptada de expediente del edificio.

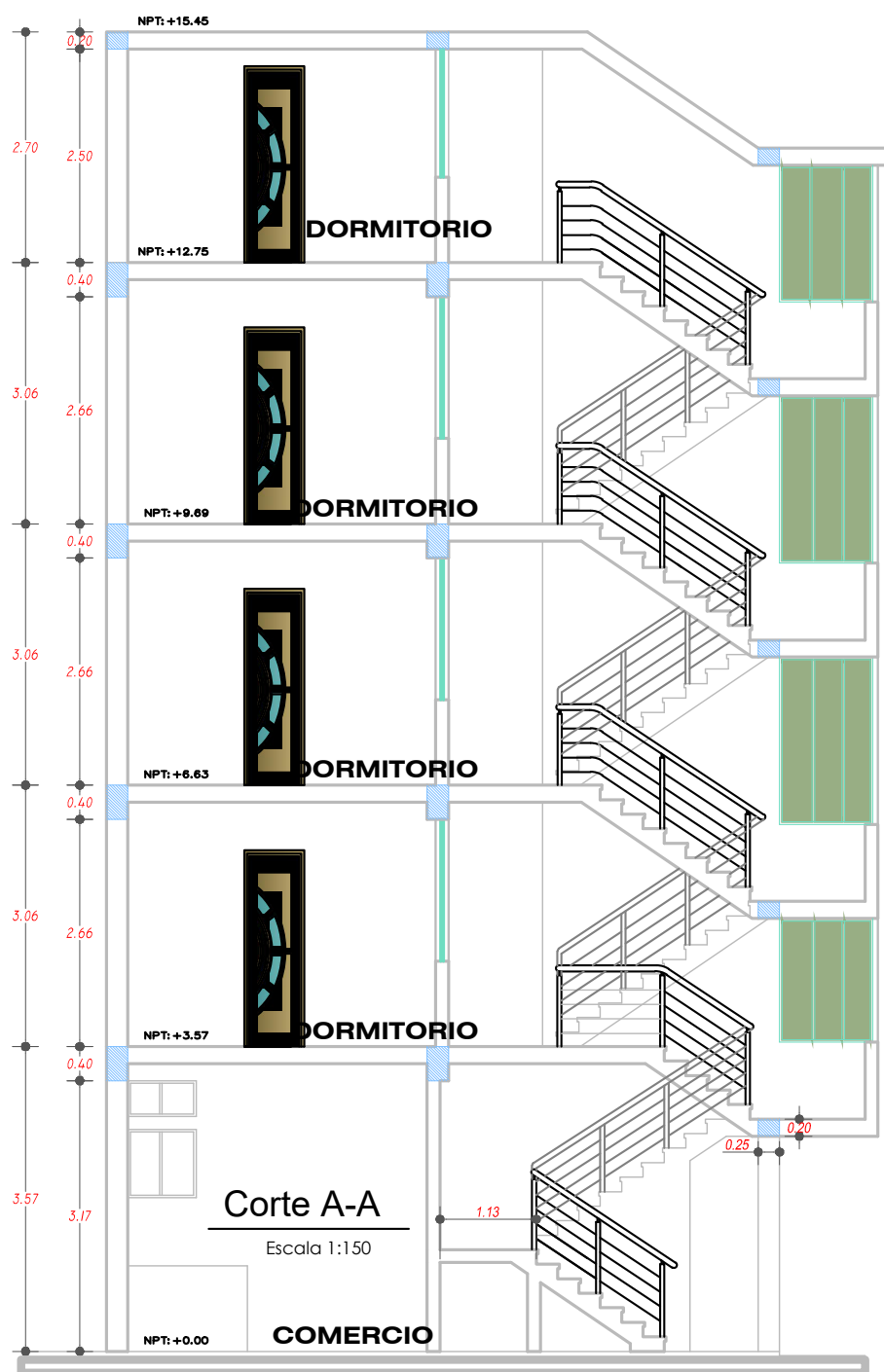
Figura 3.5. Se puede apreciar distribución de las plantas 2,3,4 y 5



Fuente: Adaptada de expediente del edificio.



Figura 3.6. Corte A-A del edificio



Fuente: Adaptada de expediente técnico del edificio.



3.6.3. Consideraciones generales para el diseño

La escalera es una estructura independiente. En la dirección X tiene un sistema estructural aporticado, mientras que en la dirección Y se tiene un sistema dual de concreto armado. Los muros de albañilería se consideran aislados (con junta sísmica de la estructura). El sistema de techo será con losas aligeradas de concreto armado.

Tabla 3.8. Parámetros sísmicos-E030-2018

Factor de zona	Se trata de una estructura Ubicada en prov. de Huanta en Ayacucho	Zona 2	Z=0.25
Factor de uso	Edificación común (vivienda)	Tipo C	U=1.00
Factor de amplificación del suelo		Tipo S2	S=1.20 Tp=0.60 TL=2.00
Factor de reducción de fuerza sísmica	Dirección X (irregular)	Aporticado	R0x=8.00
	Dirección Y (irregular)	Dual	R0y=7.00

Fuente. Elaboración propia.

Características de los materiales

CONCRETO

Resistencia a compresión	:	f'_c	=	210.000	kg/cm^2
Módulo de elasticidad	:	E_c	=	218,819.819	kg/cm^2
Módulo de corte	:	G_c	=	91,174.912	kg/cm^2
Módulo de Poisson	:	ν	=	0.200	
Peso específico	:	γ_m	=	2,400.000	kg/cm^3

ACERO

Esfuerzo de fluencia Grado-60	:	f_y	=	4,200.000	kg/cm^2
Módulo de elasticidad	:	E_s	=	2,100,000.000	kg/cm^2

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS

Vigas y columnas		4.000	cm
Escaleras		2.000	cm
Cimentación		7.500	cm

Cargas unitarias

Losa aligerada (e=20cm)	:	300.000	kg/m^2
Tabiquería repartida (h=1.20m)	:	150.000	kg/m^2
Tabiquería repartida (h=2.35m)	:	210.000	kg/m^2
Tabiquería repartida (h=2.86m)	:	270.000	kg/m^2
Acabados	:	100.000	kg/m^2
Sobrecarga (uso vivienda)	:	200.000	kg/m^2
Sobrecarga (escaleras)	:	200.000	kg/m^2
Sobrecarga (azotea)	:	100.000	kg/m^2



3.6.4. Análisis computacional del edificio utilizando concreto convencional

3.6.4.1. Cálculo de propiedades del concreto convencional

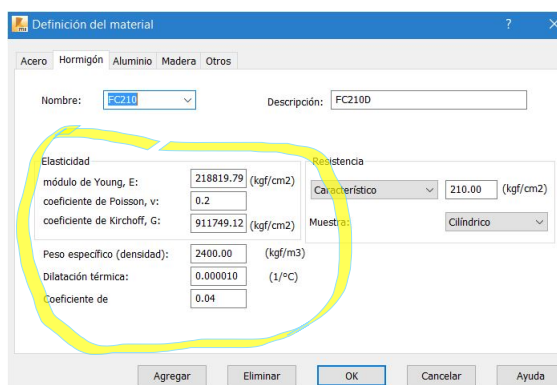
Tabla 3.9. Propiedades del concreto convencional

	ACI 318-14	ACI 318-14	E.060-2009
$f'_c = 210 \frac{kg}{cm^2}$	$E_c = 4000,0 w c^{1,50} \sqrt{f'_c}$	$E_c = 15100,0 \sqrt{f'_c}$	$E_c = 15000,0 \sqrt{f'_c}$
$E_c (kg/cm^2)$	215,519.4655	218,819.7889	217,370.6512
ν	0.20	0.20	0.20
$G_c = \frac{E_c}{2(\rho + 1)}$	897,997.7728	911,749.1203	905,711.0466
$\rho (kg/m^3)$	2,400.0	2,400.0	2,400.0

Fuente: Elaboración propia

Luego de definir material y calcular sus propiedades tal como se muestra en la Tabla 3.9, se procede a ingresar los datos ($E_c, \nu, G_c, \rho, f'_c$) al programa *Análisis Estructural Robot 2018*, con lo cual quedan definidas las propiedades del *concreto convencional* que se empleará en el diseño estructural computacional Figura (3.7).

Figura 3.7. Definición del concreto convencional en programa Robot 2018



Fuente: Adaptado de Análisis Estructural Robot 2018

3.6.4.2. Espectro de pseudo aceleraciones

Dirección X,Y

Rox = 8.0; Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas en dirección X

Ipx = 0.9; Factores de irregularidad en planta

Iax = 1.0; Factores de irregularidad en altura

Roy = 7.0; Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas en dirección Y

Ipy = 0.9; Factores de irregularidad en planta

Iay = 1.0; Factores de irregularidad en altura

Se determinó según la norma .[E030, 2018]

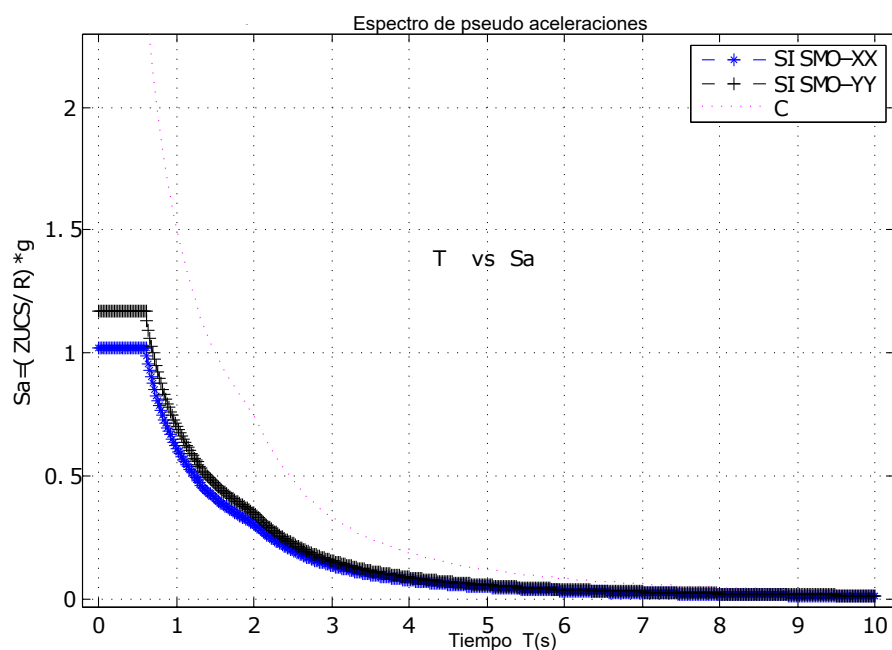


Tabla 3.10. Datos de espectro pseudo aceleraciones dirección X,Y

Tx(s)	Cx	Sax*g	Ty(s)	Cy	Say*g
0.000	2.500	1.022	0.000	2.500	1.168
0.020	2.500	1.022	0.020	2.500	1.168
0.040	2.500	1.022	0.040	2.500	1.168
0.060	2.500	1.022	0.060	2.500	1.168
0.080	2.500	1.022	0.080	2.500	1.168
1.000	1.500	0.613	1.000	1.500	0.701
1.200	1.250	0.511	1.200	1.250	0.584
1.400	1.071	0.438	1.400	1.071	0.501
1.600	0.938	0.383	1.600	0.938	0.438
1.800	0.833	0.341	1.800	0.833	0.389
2.000	0.750	0.307	2.000	0.750	0.350
2.200	0.620	0.253	2.200	0.620	0.290
2.400	0.521	0.213	2.400	0.521	0.243
2.600	0.444	0.181	2.600	0.444	0.207
2.800	0.383	0.156	2.800	0.383	0.179
3.000	0.333	0.136	3.000	0.333	0.156
3.200	0.293	0.120	3.200	0.293	0.137
3.400	0.260	0.106	3.400	0.260	0.121
3.600	0.231	0.095	3.600	0.231	0.108
3.800	0.208	0.085	3.800	0.208	0.097
4.000	0.188	0.077	4.000	0.188	0.088

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8. Espectro de pseudo aceleraciones dirección X,Y



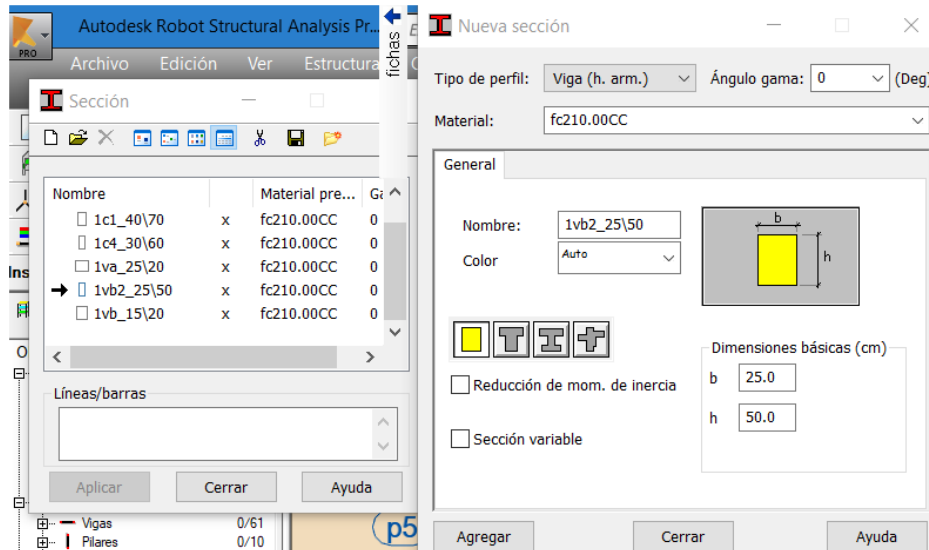
Fuente: Elaboración propia



3.6.4.3. Definición de los elementos línea

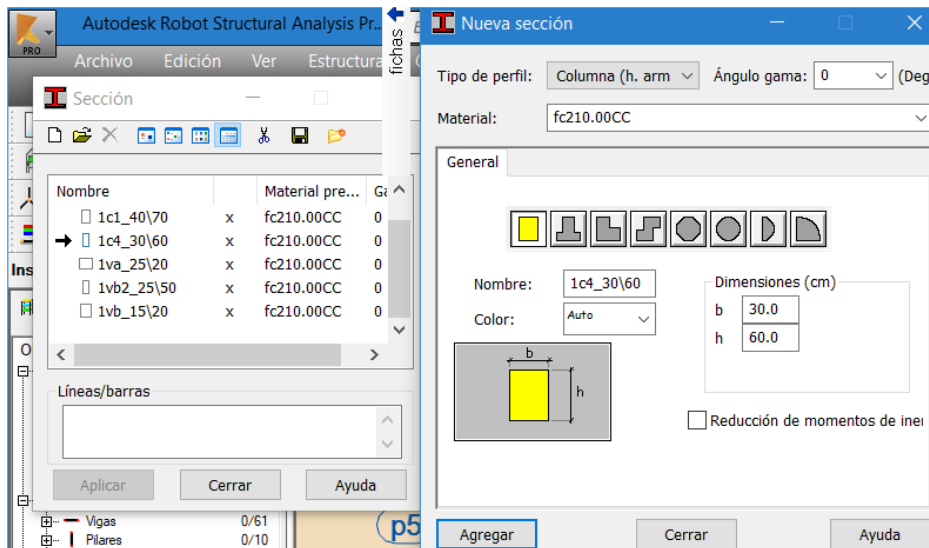
En nuestra estructura usaremos vigas y columnas rectangulares de concreto armado convencional.

Figura 3.9. Definición de columna



Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Figura 3.10. Definición de viga



Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.4.4. Dibujo de los elementos área

La estructura está definida en la dirección Y como un sistema dual y en la dirección X como un sistema aporticado, se nota en la Figura 3.11 las placas colocadas en las dirección mencionada, del mismo modo notamos en la Figura 3.12 los elementos de línea y columnas peraltada en la dirección X.



3.6.4.5. Definición de sistema de cargas estáticas

El programa por defecto tiene definido sistemas de cargas que son carga muerta (CM). 3.14, carga viva (CV). 3.14 y carga sísmica (S). 3.11. En este diseño el sistema de carga muerta incluye el peso propio(P). 3.13 de los elementos modelados que conforman la edificación. Según [E020, 2006] y [E030, 2018]

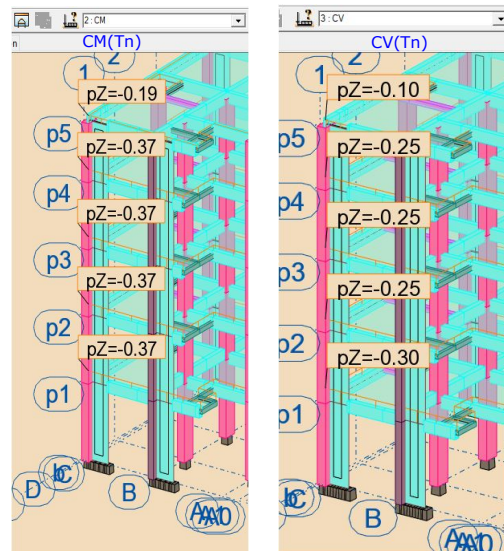
Figura 3.13. Peso propio, carga muerta y carga viva

Caso	Tipo de carga	Lista								
1:PP	peso propio	9A60CA17 1	Parte de la est	-Z	Coef=1.00	MEMO				
2:CM	(EF) uniforme	116 150 183	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.37	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO
2:CM	(EF) uniforme	257	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.19	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO
3:CV	(EF) uniforme	150 183 217	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.25	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO
3:CV	(EF) uniforme	116	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.30	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO
3:CV	(EF) uniforme	257	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.10	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

El la Figura 3.27 notamos la distribución de carga muerta y carga viva por cada piso.

Figura 3.14. Carga muerta (CM), carga viva(CV) en cada nivel



Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Cálculo de fuerza cortante en base de edificio

Luego procedemos a ingresar dos sistemas de cargas estáticas nuevas que corresponderán a la acción de sismo en dirección X (SX). 3.15 y dirección Y (SY). 3.15, sobre la estructura en centro de masa de cada piso. En la Tabla 3.11 se tiene peso de la edificación por cada nivel y altura acumulada. Según [E030, 2018]

Cálculo de peso total de la estructura de la Tabla 3.11.

$$P=116.519+109.085+109.085+109.085+80.252= 524.03t$$

$$R_x = 7.2$$

$$R_y = 6.3$$

$$C_x=C_y=2.50$$

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} P$$



Donde:

$$V_x = \frac{Z.U.Cx.S}{R_x} P = 0,1042P = 54,60t$$

$$V_y = \frac{Z.U.Cy.S}{R_y} P = 0,1190P = 62,36t$$

Tabla 3.11. Peso y altura acumulada por cada piso

Piso.	Peso(t)	h(m) acum.
Piso 1	116.519	3.57
Piso 2	109.085	6.63
Piso 3	109.085	9.69
Piso 4	109.085	12.75
Piso 5	20.252	15.45

Fuente: Elaboración propia

Periodo fundamental de vibración

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{15,45}{60} = 0,2575s$$

Distribución de fuerza sísmica en altura

Las fuerzas estáticas se determinaron de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones [Norma E060, 2009] y [E030, 2018] los resultado notamos en la Tabla 3.12.

Tabla 3.12. Fuerzas estáticas en dirección X y dirección Y

Piso.	α_x	$F_x(t)$	α_y	$F_y(t)$
Piso 1	0.0862	4.7041	0.0862	5.3761
Piso 2	0.1498	8.1787	0.1498	9.3471
Piso 3	0.2190	11.9535	0.2190	13.6612
Piso 4	0.2881	15.7283	0.2881	17.9752
Piso 5	0.2569	14.0214	0.2569	16.0245

Fuente: Elaborado propia según norma [E030, 2018]

Cargas estáticas en cada dirección colocadas en coordenadas de centro de masa de cada piso como en Figura 3.15

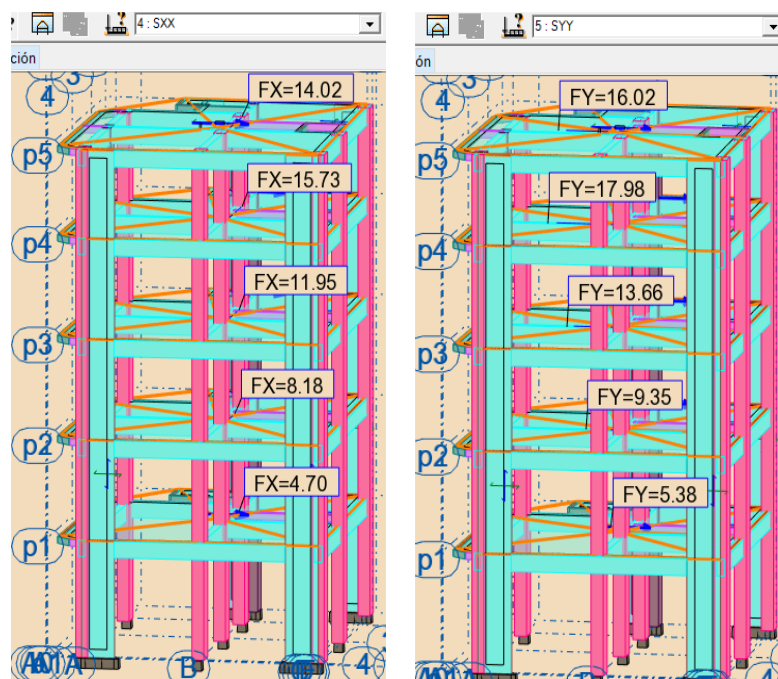
Figura 3.15. Fuerza estática F_x y F_y colocadas en las coordenadas de centro de masa de cada piso

Caso	Tipo de carga	Lista																	
4.SXX	(EF) fuerza en el punto		FX=4.70	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=4.76	Y=4.05	Z=3.57	MEMO:				
4.SXX	(EF) fuerza en el punto		FX=8.18	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=5.88	Y=4.03	Z=6.63	MEMO:				
4.SXX	(EF) fuerza en el punto		FX=11.95	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=5.88	Y=4.03	Z=9.69	MEMO:				
4.SXX	(EF) fuerza en el punto		FX=15.73	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=5.88	Y=4.03	Z=12.75	MEMO:				
4.SXX	(EF) fuerza en el punto		FX=14.02	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=5.47	Y=4.01	Z=15.45	MEMO:				
5.SYY	(EF) fuerza en el punto		FX=0.0	FY=5.38	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=4.76	Y=4.05	Z=3.57	MEMO:				
5.SYY	(EF) fuerza en el punto		FX=0.0	FY=9.35	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=5.88	Y=4.03	Z=6.63	MEMO:				
5.SYY	(EF) fuerza en el punto		FX=0.0	FY=13.66	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=5.88	Y=4.03	Z=9.69	MEMO:				
5.SYY	(EF) fuerza en el punto		FX=0.0	FY=17.98	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=5.88	Y=4.03	Z=12.75	MEMO:				
5.SYY	(EF) fuerza en el punto		FX=0.0	FY=16.02	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.0	GA=0.0	X=5.47	Y=4.01	Z=15.45	MEMO:				

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Fuerzas estáticas en cada dirección X,Y de cada piso como en Figura 3.16

Figura 3.16. Fuerza estática en dirección X y dirección Y en cada piso



Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.4.6. Definición de combinaciones de cargas

Se realizará las combinaciones de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones [Norma E060, 2009]; tal como podemos notar en la Figura 3.17. Estas combinaciones están sustentadas detalladamente en la parte 2.5.2

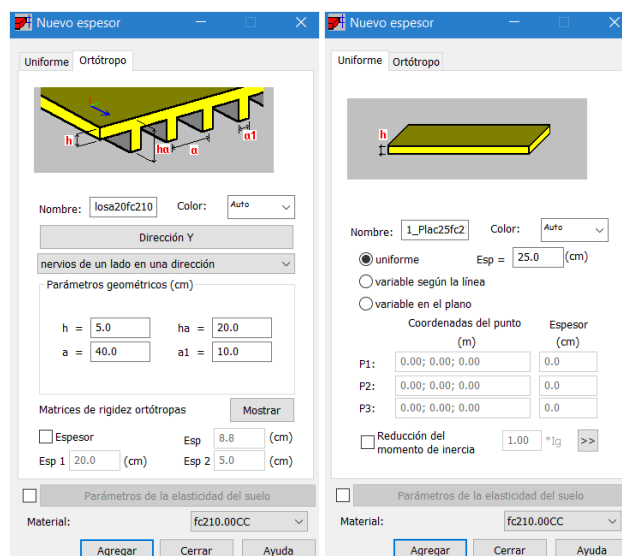
Figura 3.17. Combinaciones de cargas

Combinación	Nombre	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.
6 (C)	COMB9=CM+CV	1	1.00	2	1.00	3	1.00		
7 (C)	COMB10=1.4CM+1.7CV	1	1.40	2	1.40	3	1.70		
8 (C)	COMB3=1.25(CM+CV)+SXX	1	1.25	2	1.25	3	1.25	4	1.00
9 (C)	COMB4=1.25(CM+CV)+SY	1	1.25	2	1.25	3	1.25	5	1.00
10 (C)	COMB5=1.25(CM+CV)-SXX	1	1.25	2	1.25	3	1.25	4	-1.00
11 (C)	COMB6=1.25(CM+CV)-SYY	1	1.25	2	1.25	3	1.25	5	-1.00
12 (C)	COMB7=0.90(CM)+SXX	1	0.90	2	0.90	4	1.00		
13 (C)	COMB8=0.90(CM)+SYY	1	0.90	2	0.90	5	1.00		
14 (C)	COMB9=0.90(CM)-SXX	1	0.90	2	0.90	4	-1.00		
15 (C)	COMB10=0.90(CM)-SYY	1	0.90	2	0.90	5	-1.00		

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.4.7. Definición de secciones de área

Se usa los elementos de área para modelar los sistemas de piso "losas aligeradas" y placas de concreto 3.18. Se define una losa de 20.00cm de peralte, del mismo modo una placa de 25.0cm de espesor.

Figura 3.18. Definición de losa aligerada y placa


Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.4.8. Verificación de deformaciones

Verificación de las deformaciones de acuerdo con la norma [E030, 2018], en la Tabla 3.13 tienen los desplazamientos de análisis estático y en la Tabla 3.14 tienen los desplazamientos de análisis modal espectral. Como podemos notar los desplazamientos de cada piso son menores que 0.007.

Tabla 3.13. Deformaciones estáticas en dirección X (d_{xi}) y dirección Y (d_{yi})

Piso	U _{dx}	U _{dy}	dr U _x	dr U _y	h(cm)	U _{xx} R _x	U _{yx} R _y	d _{xi}	d _{yi}
piso 1	0.1775	0.1778	0.1775	0.1778	370	1.2780	1.1201	0.0035	0.0030
piso 2	0.4159	0.4396	0.2384	0.2618	306	1.7165	1.6493	0.0056	0.0054
piso 3	0.6403	0.7020	0.2244	0.2624	306	1.6157	1.6531	0.0053	0.0054
piso 4	0.8148	0.9220	0.1745	0.2200	306	1.2564	1.3860	0.0041	0.0045
piso 5	0.9150	1.0712	0.1002	0.1492	270	0.7214	0.9400	0.0027	0.0035

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Tabla 3.14. Deformaciones dinámicas en dirección X (d_{xi}) y dirección Y (d_{yi})

Piso	U _{dx}	U _{dy}	dr U _x	dr U _y	h(cm)	U _{xx} R _x	U _{yx} R _y	d _{xi}	d _{yi}
piso 1	0.2114	0.2078	0.2114	0.2078	370	1.5221	1.3091	0.0041	0.0035
piso 2	0.4936	0.5204	0.2822	0.3126	306	2.0318	1.9694	0.0066	0.0064
piso 3	0.7551	0.8355	0.2615	0.3151	306	1.8828	1.9851	0.0062	0.0065
piso 4	0.9526	1.1034	0.1975	0.2679	306	1.4220	1.6878	0.0046	0.0055
piso 5	1.0615	1.2845	0.1089	0.1811	270	0.7841	1.1409	0.0029	0.0042

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.4.9. Periodo fundamental de la estructura

**Tabla 3.15.** Periodo y formas de modo de la estructura dirección X

Modo	Frecu. (Hz)	Perio.x (s)	UX(%)
1	1.78	0.56	80.1
2	3.49	0.29	80.56
3	6.11	0.16	92.05
4	12.23	0.08	96.13
5	13.24	0.08	96.2
6	19.76	0.05	97.74
7	26.93	0.04	98.09
8	29.18	0.03	98.16
9	47.7	0.02	98.19
10	54.29	0.02	98.27

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Tabla 3.16. Periodo y formas de modo de la estructura dirección Y

Modo	Frecu. (Hz)	Perio.y(s)	UY(%)
1	1.77	0.57	77.57
2	2.82	0.36	77.65
3	6.45	0.16	91.15
4	10.54	0.09	91.16
5	13.52	0.07	95.63
6	16.26	0.06	95.73
7	16.44	0.06	95.73
8	16.99	0.06	96.14
9	17.09	0.06	96.21
10	19.25	0.05	96.28

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

En las Tablas 3.15 y 3.16 se tiene los periodos y formas de modo de la estructura, en el modo 1 se observa que el periodo es de **0.560s** en la dirección X, y el periodo en la dirección **Y** es **0.570s** estos periodos serán de ayuda para el cálculo del coeficiente basal para las cargas de análisis estático.

3.6.4.10. Coeficiente basal para análisis estático

De la norma [E030, 2018] se tiene:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} P$$

De la Tabla 3.8 se obtiene los valores de Z,U,S,R y para el cálculo de factor de coeficiente sísmica C usaremos la siguiente ecuación:

$$\left\{ \begin{array}{l} T < T_P \rightarrow C = 2,5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2,5 \left(\frac{T_P}{T_L} \right) \\ T > T_L \rightarrow C = 2,5 \left(\frac{T_P}{T_L} \right)^2 \end{array} \right.$$

Además:

$\frac{C}{R} \geq 0,125$ Siendo el periodo fundamental en dirección X de 0.560 s. y en Y de 0.570 s.

Calculemos el factor de amplificación sísmica para cada dirección.

$$T_X < T_P \Rightarrow 0,56 < 0,60$$

$$C_X = 2,50$$



$$T_Y < T_P \Rightarrow 0,57 < 0,60$$

$$C_X = 2,50$$

Entonces, nuestros coeficientes basales para cada dirección serán:

$$V_x = \frac{Z.U.C_x.S}{R_x} P = \frac{0,25 \times 1,0 \times 2,1429 \times 1,20}{7,20} 524,0260 = 54,5860t$$

$$V_y = \frac{Z.U.C_y.S}{R_y} P = \frac{0,25 \times 1,0 \times 2,4996 \times 1,20}{6,30} 524,0260 = 62,3840t$$

3.6.4.11. Fuerzas en elementos de barra y muros

Figura 3.19. Fuerza cortante en columnas y muros debido al sismo en dirección X

Caso/Planta	G (x,y,z) (m)	FX (T)	FY (T)	MZ (Tm)	FX para los pilares (T)	FX para los muros	FY para los pilares	FY para los muros
17/ 1	5.55 3.87 2.89	63.65	0.0	22.85	61.36	2.29	2.35	-2.35
17/ 2	5.62 3.85 6.10	59.25	0.0	20.39	58.94	0.31	4.65	-4.65
17/ 3	5.62 3.85 9.16	49.86	0.0	17.23	49.84	0.02	3.35	-3.35
17/ 4	5.62 3.85 12.22	35.81	0.0	12.60	35.90	-0.09	2.22	-2.22
17/ 5	5.56 3.85 14.97	17.57	0.0	6.54	17.73	-0.16	0.69	-0.69

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018.

Figura 3.20. Fuerza cortante en columnas y muros debido al sismo en dirección Y

Caso/Planta	G (x,y,z) (m)	FX (T)	FY (T)	MZ (Tm)	FX para los pilares (T)	FX para los muros	FY para los pilares	FY para los muros
20/ 1	5.55 3.87 2.89	0.0	70.79	13.81	0.69	-0.69	23.13	47.67
20/ 2	5.62 3.85 6.10	0.0	66.30	9.66	0.90	-0.90	39.72	26.58
20/ 3	5.62 3.85 9.16	0.0	56.45	8.28	1.01	-1.01	43.12	13.33
20/ 4	5.62 3.85 12.22	0.0	41.32	5.82	0.81	-0.81	35.95	5.37
20/ 5	5.56 3.85 14.97	0.0	20.90	3.46	0.29	-0.29	31.72	-10.82

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018.

3.6.4.12. Verificación de la configuración estructural

De las Tablas 3.19 y 3.20 se tiene lo siguiente:

	Sistema	F(t)	Pórtico(t)	Muro(t)	Pórtico(%)	Muro(%)
Dir X	Aporticado	63.65	61.36	31.00	96.40	3.60
Dir Y	Dual	70.79	23.13	47.66	32.67	67.33

Por lo tanto, el porcentaje de cortante de placas y columnas queda de la siguiente manera.

	Sistema	Pórtico	Muro
Dir X	Aporticado	96.40 % > 80 %	3.60 % > 0.0 %
Dir Y	Dual	32.67 % > 30 %	70 % > 67.33 % > 20 %

En conclusión, se verifica que en la dirección X muestra configuración que es del tipo *Aporticado*. Del mismo modo, en la dirección Y muestra configuración que es del tipo *Dual*. La configuración estructural según la norma [E030, 2018] es conforme.

3.6.4.13. Verificación de la relación entre cortante estática y dinámica

Se procede a verificar la relación de cortante estático y dinámico. De la parte 3.6.5.10, se tiene que la cortante estática en X y Y es:



$$V_{est..X} = 54,5860t \text{ y } V_{est..Y} = 62,3840t$$

Y cortante dinámica en X y Y es:

$$V_{din..X} = 63,65t \text{ y } V_{din..Y} = 70,79t$$

Según la norma [E030, 2018], menciona que la cortante dinámica debe ser de al menos el 90 % del estático para estructuras irregulares.

Por lo tanto, se tiene que:

$$V_{din..X} = 63,65t > V_{est..X} = 54,5860t$$

$$V_{din..Y} = 70,79t > V_{est..Y} = 62,3840t$$

Las fuerzas dinámicas son mayores al 100 % de las cortantes estáticas, por lo tanto, no requiere aplicar ningún factor de escala a la cortante dinámica.

3.6.4.14. Separación sísmica entre edificios

De las Tablas 3.21 y 3.22, se tiene los desplazamientos máximos en X de 17.16cm y de en la dirección Y de 16.53cm.

Cálculo de la separación entre edificios según [E030, 2018]:

Distancia mínima considerando el desplazamiento máximo de nuestro edificio:

$$\Delta_{X \text{ máx}} = 17,16cm \rightarrow \frac{2}{3}\Delta_{X \text{ máx}} = 11,44cm$$

$$\Delta_{Y \text{ máx}} = 16,53cm \rightarrow \frac{2}{3}\Delta_{Y \text{ máx}} = 11,02cm$$

Distancia mínima considerando la altura de nuestro edificio:

$$\frac{s}{2} = \frac{0,006h}{2} \geq 3,00cm$$

$$\frac{s}{2} = \frac{0,006*1545,00cm}{2} = 4,64cm$$

La junta sísmica reglamentaria que se debe retirar nuestro edificio del límite del propiedad

$$S_X = 11,44cm \geq 4,64 \rightarrow S_X = 11,44cm$$

$$S_Y = 11,02cm \geq 4,24 \rightarrow S_Y = 11,02cm$$

La junta sísmica reglamentaria entre edificios adyacentes en caso que no exista separación del edificio existente del límite de propiedad:

$$S = S_{edificio-existente} + S_{nuestro-edificio}$$

$$S_X = 4,64cm + 11,44cm \rightarrow S_X = 16,08cm$$

$$S_Y = 4,64cm + 11,02cm \rightarrow S_Y = 15,66cm$$

Por lo tanto, lo que indica la norma y para fines de análisis se redondea los valores obtenidos para separación entre edificio quedando lo siguiente:

$$S_X = 7''$$

$$S_Y = 7''$$



3.6.5. Análisis computacional del edificio utilizando concreto de alto desempeño

3.6.5.1. Definición de las propiedades del concreto de alto desempeño

Tabla 3.17. Propiedades del concreto de alto desempeño

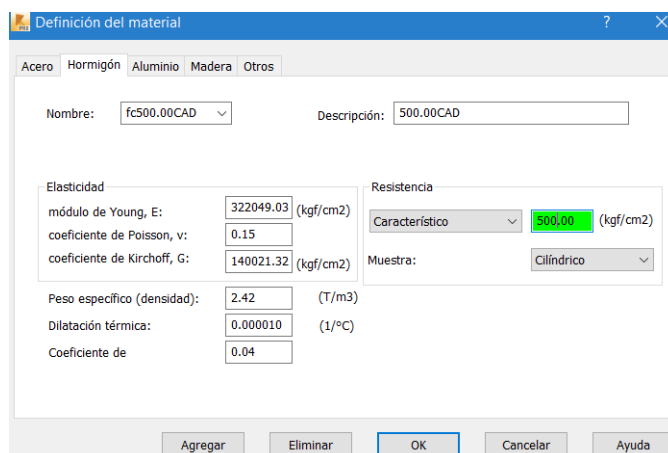
	Códigos de Diseño Canadienses y Neo zelandeses
$f'_c = 500 \frac{kg}{cm^2}$ y $w_c = 2415,97 \frac{kg}{m^3}$	$E_c = (10578,40\sqrt{f'_c} + 70050,0)(\frac{w_c}{2300,0})$
$E_c(kg/cm^2)$	322049.0
ν	0.11
$G_c = \frac{E_c}{2(\nu + 1)}$	145067.13
$\rho(kg/m^3)$	2415.97
$f'_c = 500 \frac{kg}{cm^2}$ y $w_c = 2415,97 \frac{kg}{m^3}$	[McCormac and Brown, 2015] $E_c = [3320\sqrt{f'_c} + 6895] (\frac{w_c}{2320})^{1,5}$
$E_c(kg/cm^2)$	330948.16
ν	0.11
$G_c = \frac{E_c}{2(\nu + 1)}$	149075.75
$\rho(kg/m^3)$	2415.97
$f'_c = 500 \frac{kg}{cm^2}$ y $w_c = 2415,97 \frac{kg}{m^3}$	[ACI 318S, 2014] $E_c = 0,137w_c^{1,5} \sqrt{f'_c}$
$E_c(kg/cm^2)$	363783.40
ν	0.11
$G_c = \frac{E_c}{2(\nu + 1)}$	163866.40
$\rho(kg/m^3)$	2415.97

Fuente: Elaboración propia

Las propiedades ($E_c, \nu, G_c, \rho, f'_c$) del concreto de alto desempeño varían de acuerdo a lo investigado en cada lugar del mundo; pero, como los investigadores recomiendan que resultados de [ACI 318S, 2014] están muy mayorados dado que esta ecuación no fue investigada para concretos de alto desempeño; asimismo, como emplearemos diseño de elementos estructurales de acuerdo con los códigos de diseño (canadiense y neozelandés) escogeremos los resultados de propiedades de acuerdo con esta norma, pero sí empleamos para diseño estructural empleando concreto de alto desempeño tal como establecido en [McCormac and Brown, 2015] no altera los resultados significativamente porque ambas son recomendados en revistas científicas, su empleo en diseño estructural de edificios altos por investigadores de renombre en materia en el mundo.

Luego de definir el material y calcular sus propiedades, tal como se muestra en la Tabla 3.17, se procede a ingresar los valores de ($E_c, \nu, G_c, \rho, f'_c$) al programa *Análisis Estructural Robot 2018*, con lo cual quedan definidas las propiedades del *concreto de alto desempeño* que se empleará en el diseño estructural computacional Figura 3.21.

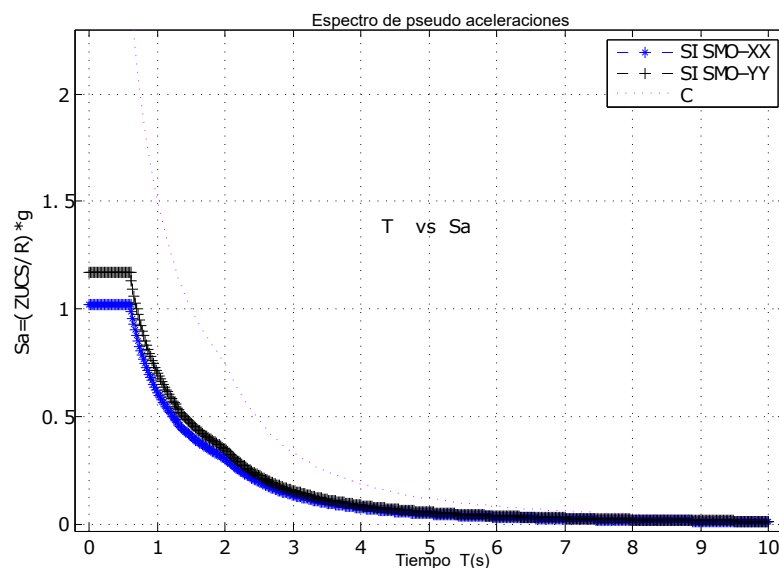
Figura 3.21. Definición del concreto de alto desempeño en Robot 2018



Fuente: Adaptado de Análisis Estructural Robot 2018

3.6.5.2. Espectro de pseudo aceleraciones

Figura 3.22. Espectro de pseudo aceleraciones dirección X,Y



Fuente: Elaboración propia

Dirección X,Y

Rox = 8.0; Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas en dirección X
 Ipx = 0.9; Factores de irregularidad en planta
 Iax = 1.0; Factores de irregularidad en altura

Roy = 7.0; Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas en dirección Y
 Ipy = 0.9; Factores de irregularidad en planta
 Iay = 1.0; Factores de irregularidad en altura

Se determinó según la norma [E030, 2018]

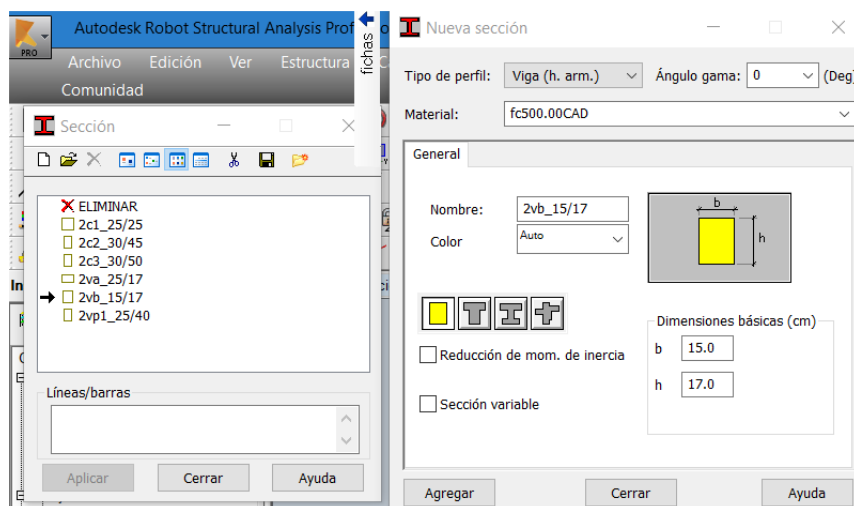
Tabla 3.18. Datos de espectro dirección X,Y

Tx(s)	Cx	Sax*g	Ty(s)	Cy	Say*g
0.000	2.500	1.022	0.000	2.500	1.168
0.020	2.500	1.022	0.020	2.500	1.168
0.040	2.500	1.022	0.040	2.500	1.168
0.060	2.500	1.022	0.060	2.500	1.168
0.080	2.500	1.022	0.080	2.500	1.168
1.000	1.500	0.613	1.000	1.500	0.701
1.200	1.250	0.511	1.200	1.250	0.584
1.400	1.071	0.438	1.400	1.071	0.501
1.600	0.938	0.383	1.600	0.938	0.438
1.800	0.833	0.341	1.800	0.833	0.389
2.000	0.750	0.307	2.000	0.750	0.350
2.200	0.620	0.253	2.200	0.620	0.290
2.400	0.521	0.213	2.400	0.521	0.243
2.600	0.444	0.181	2.600	0.444	0.207
2.800	0.383	0.156	2.800	0.383	0.179
3.000	0.333	0.136	3.000	0.333	0.156
3.200	0.293	0.120	3.200	0.293	0.137
3.400	0.260	0.106	3.400	0.260	0.121
3.600	0.231	0.095	3.600	0.231	0.108
3.800	0.208	0.085	3.800	0.208	0.097
4.000	0.188	0.077	4.000	0.188	0.088

Fuente: Elaboración propia

3.6.5.3. Definición de los elementos de línea

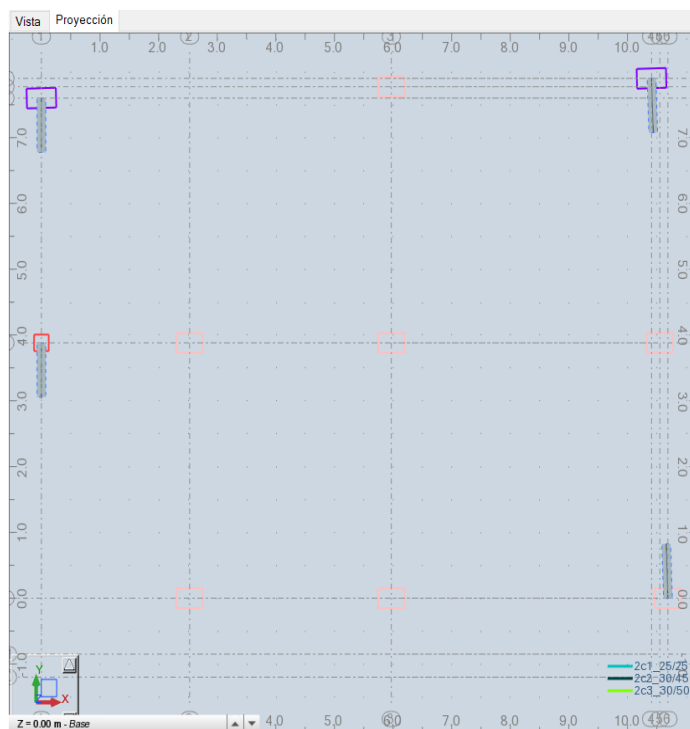
En nuestra estructura usaremos vigas rectangulares de concreto armado de alto desempeño, y columnas de rectangulares de concreto armado de alto desempeño.

Figura 3.23. Definición de columna y viga


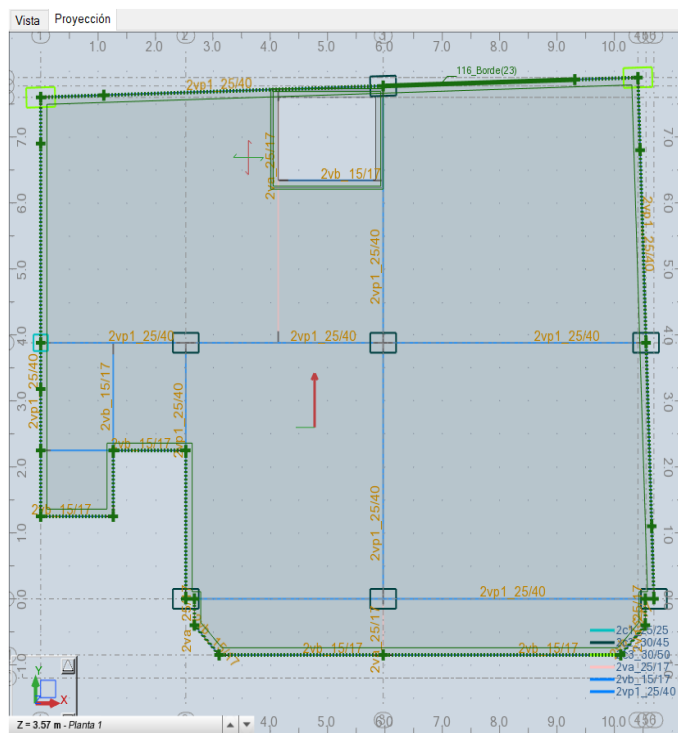
Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.5.4. Dibujo de los elementos de área

Nuestra estructura está definida en la dirección Y como un sistema dual y en la dirección X como un sistema aporticado. Notamos en la Figura 3.24, las placas colocadas en la dirección Y. Luego en la Figura 3.25, los elementos línea y columnas peraltada en la dirección X.

**Figura 3.24.** Placas en dirección Y

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Figura 3.25. Losa aligerada isotrópico cargado y armado en la dirección Y

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018



3.6.5.5. Definición de sistema de cargas estáticas

El programa por defecto tiene definido sistemas de cargas que son carga muerta (CM) 3.27, carga viva (CV) 3.27 y carga sísmica (S) 3.28. En este diseño el sistema de carga muerta incluye el peso propio(P) 3.26 de los elementos modelados que conforman la edificación.

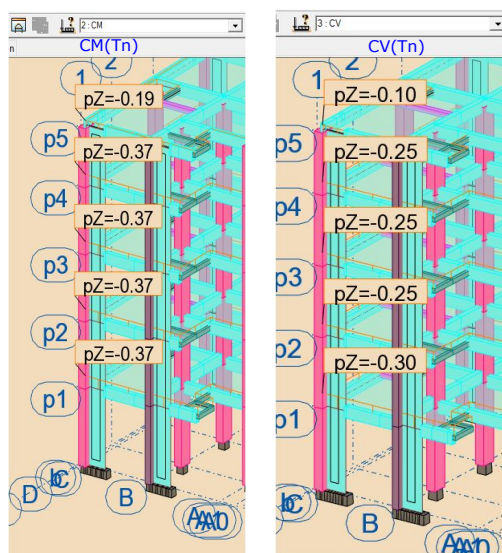
Figura 3.26. Peso propio, carga muerta y carga viva

Caso	Tipo de carga	Lista									
1:PP	peso propio	9A60CA17 1	Parte de la est	-Z	Coef=1.00	MEMO					
2:CM	(EF) uniforme	116 150 183	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.37	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO	
2:CM	(EF) uniforme	257	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.19	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO	
3:CV	(EF) uniforme	150 183 217	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.25	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO	
3:CV	(EF) uniforme	116	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.30	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO	
3:CV	(EF) uniforme	257	PX=0.0	PY=0.0	PZ=-0.10	global	no proyectada	absoluto	Liniaciones	MEMO	

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

En la Figura 3.27 notamos la distribución de carga muerta y carga viva por cada piso.

Figura 3.27. Carga muerta (CM), Carga viva(CV) en cada nivel



Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Cálculo de fuerza cortante en base de edificio

Luego procedemos a ingresar dos sistemas de cargas estáticas nuevas que corresponderán a la acción de sismo en dirección X (SX) 3.28 y dirección Y (SY) 3.28 sobre la estructura en centro de masa de cada piso. En la Tabla 3.19, se tiene peso de la edificación por cada nivel y altura acumulada.

Cálculo de peso total de la estructura de la Tabla 3.19.

$$P=93.519+89.028+89.028+89.028+62.248=422.851t$$

$$R_x = 7.2$$

$$R_y = 6.3$$

$$C_x=C_y=2.50$$

$$V = \frac{\sum U.C.S}{R} P$$



Donde:

$$V_x = \frac{Z \cdot U \cdot C_x \cdot S}{R_x} P = 0,1042 P = 44,047 t$$

$$V_y = \frac{Z \cdot U \cdot C_y \cdot S}{R_y} P = 0,1190 P = 50,339 t$$

Tabla 3.19. Peso y altura acumulada por cada piso

Piso.	Peso(t)	h(m) acum.
Piso 1	93.519	3.57
Piso 2	89.028	6.63
Piso 3	89.028	9.69
Piso 4	89.028	12.75
Piso 5	62.248	15.45

Fuente: Elaboración propia

Periodo fundamental de vibración

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{15,45}{60} = 0,2575 s$$

Distribución de fuerza sísmica en altura

Se determinó las fuerzas estáticas de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones [E030, 2018] los resultados notamos en la Tabla 3.20.

Tabla 3.20. Fuerzas estáticas en dirección X y dirección Y

Piso.	α_x	$F_x(t)$	α_y	$F_y(t)$
Piso 1	0.086	3.7866	0.086	4.3275
Piso 2	0.152	6.6945	0.152	7.6508
Piso 3	0.2221	9.7843	0.2221	11.182
Piso 4	0.2923	12.874	0.2923	14.7132
Piso 5	0.2476	10.9077	0.2476	12.4659

Fuente: Elaborado propia según norma E030-2018

Cargas estáticas en cada dirección colocadas en coordenadas de centro de masa de cada piso Figura 3.28

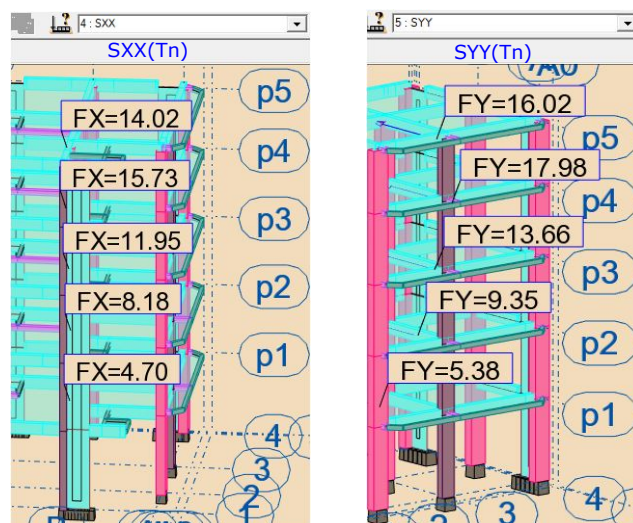
Figura 3.28. Fuerza estática F_x y F_y colocadas en las coordenadas de centro de masa de cada piso

Caso	Tipo de carga													
4.SXX	(EF) fuerza en el punto	FX=3.79	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=4.72	Y=4.15	Z=3.57	MEMO
4.SXX	(EF) fuerza en el punto	FX=6.69	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=5.23	Y=4.25	Z=6.63	MEMO
4.SXX	(EF) fuerza en el punto	FX=9.78	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=5.23	Y=4.25	Z=9.69	MEMO
4.SXX	(EF) fuerza en el punto	FX=12.8	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=5.23	Y=4.25	Z=12.75	MEMO
4.SXX	(EF) fuerza en el punto	FX=10.9	FY=0.0	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=5.23	Y=4.18	Z=12.45	MEMO
5.SYY	(EF) fuerza en el punto	FX=0.0	FY=4.33	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=4.72	Y=4.15	Z=3.57	MEMO
5.SYY	(EF) fuerza en el punto	FX=0.0	FY=7.65	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=5.23	Y=4.25	Z=6.63	MEMO
5.SYY	(EF) fuerza en el punto	FX=0.0	FY=11.18	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=5.23	Y=4.25	Z=9.69	MEMO
5.SYY	(EF) fuerza en el punto	FX=0.0	FY=14.71	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=5.23	Y=4.25	Z=12.75	MEMO
5.SYY	(EF) fuerza en el punto	FX=0.0	FY=12.47	FZ=0.0	CX=0.0	CY=0.0	CZ=0.0	AL=0.0	BE=0.	GA=0.0	X=5.23	Y=4.18	Z=12.45	MEMO

Fuente: Adaptada de Robot Structural Analysis Professional 2018

Fuerzas estáticas en cada dirección y piso Figura 3.29

Figura 3.29. Fuerza estática en dirección X y dirección Y en cada piso



Fuente: Adaptada de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.5.6. Definición de combinaciones de carga

Se realizó las combinaciones de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones [Norma E060, 2009], tal como podemos notar en la Figura 3.30. Estas combinaciones están sustentadas detalladamente en la parte de 2.5.2.

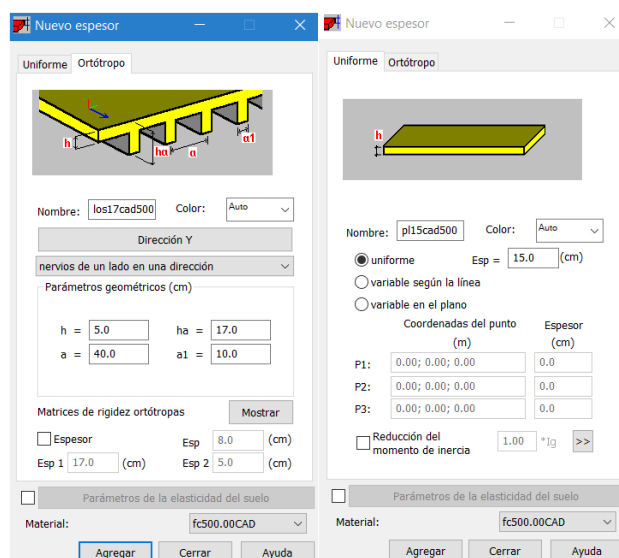
Figura 3.30. Combinaciones de cargas

Combinación	Nombre	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.
6 (C)	COMB9=CM+CV	1	1.00	2	1.00	3	1.00		
7 (C)	COMB10=1.4CM+1.7CV	1	1.40	2	1.40	3	1.70		
8 (C)	COMB3=1.25(CM+CV)+SXX	1	1.25	2	1.25	3	1.25	4	1.00
9 (C)	COMB4=1.25(CM+CV)+SYY	1	1.25	2	1.25	3	1.25	5	1.00
10 (C)	COMB5=1.25(CM+CV)-SXX	1	1.25	2	1.25	3	1.25	4	-1.00
11 (C)	COMB6=1.25(CM+CV)-SYY	1	1.25	2	1.25	3	1.25	5	-1.00
12 (C)	COMB7=0.90(CM)+SXX	1	0.90	2	0.90	4	1.00		
13 (C)	COMB8=0.90(CM)+SYY	1	0.90	2	0.90	5	1.00		
14 (C)	COMB9=0.90(CM)-SXX	1	0.90	2	0.90	4	-1.00		
15 (C)	COMB10=0.90(CM)-SYY	1	0.90	2	0.90	5	-1.00		

Fuente: Adaptada de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.5.7. Definición de secciones de área

Usaremos los elementos de área para modelar los sistemas de piso "losas aligeradas" y placas de concreto 3.31. Definiremos una losa de 20.00cm de peralte, del mismo modo, la placa de 25.0cm de espesor.

Figura 3.31. Definición de losa aligerada y placa


Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.5.8. Verificación de deformaciones

Verificaciones de deformaciones de acuerdo a la norma [E030, 2018], [Norma E060, 2009], en la Tabla 3.21 son los desplazamientos de análisis estático y en la Tabla 3.22 son los desplazamientos de análisis modal espectral. Como podemos notar los desplazamientos de cada piso son menores que 0.007.

Tabla 3.21. Deformaciones estáticas en dirección X (dxi) y dirección Y (dyi)

Piso	Udx	Udy	dr Ux	dr Uy	h(cm)	UxxRx	UyxRy	dxi	dyi
piso 1	0.1854	0.1553	0.1854	0.1553	370.0	1.0012	0.7338	0.0027	0.0020
piso 2	0.4346	0.3936	0.2492	0.2383	306.0	1.3457	1.1260	0.0044	0.0037
piso 3	0.6677	0.6329	0.2331	0.2393	306.0	1.2587	1.1307	0.0041	0.0037
piso 4	0.8468	0.8350	0.1791	0.2021	306.0	0.9671	0.9549	0.0032	0.0031
piso 5	0.9473	0.9672	0.1005	0.1322	270.0	0.5427	0.6246	0.0020	0.0023

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Tabla 3.22. Deformaciones dinámicas en dirección X (dxi) y dirección Y (dyi)

Piso	Udx	Udy	dr Ux	dr Uy	h(cm)	UxxRx	UyxRy	dxi	dyi
piso 1	0.3368	0.2797	0.3368	0.2797	370.0	1.8187	1.3216	0.0049	0.0036
piso 2	0.7149	0.6486	0.3781	0.3689	306.0	2.0417	1.7431	0.0067	0.0057
piso 3	1.0408	0.9837	0.3259	0.3351	306.0	1.7599	1.5833	0.0058	0.0052
piso 4	1.2740	1.2399	0.2332	0.2562	306.0	1.2593	1.2105	0.0041	0.0040
piso 5	1.3864	1.3845	0.1124	0.1446	270.0	0.6070	0.6832	0.0022	0.0025

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

3.6.5.9. Periodo fundamental de la estructura

**Tabla 3.23.** Periodo y formas de modo de la estructura dirección X

Modo	Frecu. (Hz)	Perio.x (s)	UX(%)
1	1.44	0.69	83.64
2	3.22	0.31	83.84
3	4.67	0.21	94.15
4	8.71	0.11	97.59
5	11.48	0.09	97.66
6	13.14	0.08	98.74
7	17.17	0.06	98.9
8	23.1	0.04	98.93
9	34.25	0.03	98.95
10	40.75	0.02	99.01

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

Tabla 3.24. Periodo y formas de modo de la estructura dirección Y

Modo	Frecu. (Hz)	Perio.y(s)	UY(%)
1	1.66	0.60	81.61
2	2.69	0.37	81.68
3	5.69	0.18	93.36
4	9.45	0.11	93.45
5	11.04	0.09	97.65
6	16.25	0.06	98.62
7	18.35	0.05	98.62
8	18.97	0.05	98.71
9	19.98	0.05	98.75
10	20.59	0.05	98.75

Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018.

En las Tablas 3.23 y 3.24 se muestra los periodos y formas de modo de la estructura observamos que en el modo 1 que el periodo es de **0.700s.** en la dirección X, y el periodo en la dirección Y es **0.600s.** Estos periodos servirán de ayuda para el cálculo del coeficiente basal para las cargas de análisis estático.

3.6.5.10. Coeficiente basal para el análisis estático

Del reglamento nacional de edificaciones [E030, 2018] se tiene:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} P$$

De la Tabla 3.8 se obtiene los valores de Z,U,S,R y para el cálculo de factor de coeficiente sísmica C usaremos la siguiente ecuación:

$$\left\{ \begin{array}{l} T < T_P \rightarrow C = 2,5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2,5 \left(\frac{T_P}{T_L} \right) \\ T > T_L \rightarrow C = 2,5 \left(\frac{T_P}{T_L} \right)^2 \end{array} \right.$$

Además:

$\frac{C}{R} \geq 0,125$ Siendo el periodo fundamental en dirección X de 0.700 s. y en Y de 0.600 s.

Calculemos el factor de amplificación sísmica para cada dirección.

$$T_P < T_X < T_L \Rightarrow 0,60 < 0,70 < 2,0$$

$$C_X = 2,52,5 \left(\frac{0,60}{0,70} \right) = 2,1429$$



$$T_P < T_Y < T_L \Rightarrow 0,60 < 0,60 < 2,0$$

$$C_X = 2,52,5 \left(\frac{0,60}{0,60} \right) = 2,4996$$

Entonces, nuestros coeficientes basales para cada dirección serán:

$$V_x = \frac{Z.U.C_x.S}{R_x} P = \frac{0,25 \times 1,0 \times 2,1429 \times 1,20}{7,20} 422,85 = 37,7551t$$

$$V_y = \frac{Z.U.C_y.S}{R_y} P = \frac{0,25 \times 1,0 \times 2,4996 \times 1,20}{6,30} 422,85 = 50,3394t$$

3.6.5.11. Fuerzas en elementos de barra y muros

Figura 3.32. Fuerza cortante en columnas y muros debido al sismo en dirección X

Caso/Planta	G (x,y,z) (m)	FX (T)	FY (T)	MZ (Tm)	FX para los pilares (T)	FX para los muros (T)	FY para los pilares	FY para los muros
17/ 1	5.58 3.78 3.14	44.30	0.0	11.11	42.94	1.37	1.35	-1.35
17/ 2	5.66 3.79 6.30	40.67	0.0	10.18	39.60	1.06	1.46	-1.46
17/ 3	5.65 3.79 9.36	33.83	0.0	8.63	32.99	0.83	0.90	-0.90
17/ 4	5.65 3.79 12.41	24.18	0.0	6.43	23.48	0.70	0.59	-0.59
17/ 5	5.58 3.78 15.14	11.81	0.0	3.34	11.43	0.37	0.25	-0.25

Fuente: Adaptada de Robot Estructural Análisis Professional 2018

Figura 3.33. Fuerza cortante en columnas y muros debido al sismo en dirección Y

Caso/Planta	G (x,y,z) (m)	FX (T)	FY (T)	MZ (Tm)	FX para los pilares (T)	FX para los muros (T)	FY para los pilares	FY para los muros
20/ 1	5.58 3.78 3.14	0.0	57.42	21.20	0.75	-0.75	18.32	39.10
20/ 2	5.66 3.79 6.30	0.0	53.26	16.88	0.77	-0.77	25.47	27.79
20/ 3	5.65 3.79 9.36	0.0	44.72	14.17	0.67	-0.67	23.02	21.71
20/ 4	5.65 3.79 12.41	0.0	32.16	10.12	0.55	-0.55	16.72	15.44
20/ 5	5.58 3.78 15.14	0.0	15.86	5.42	0.33	-0.33	11.50	4.37

Fuente: Adaptada de Robot Estructural Análisis Professional 2018

3.6.5.12. Verificación de la configuración estructural

De las Tablas 3.32 y 3.33 se tiene que:

	Sistema	F(t)	Pórtico (t)	Muro (t)	Pórtico (%)	Muro (%)
Dir X	Aporticado	44.30	42.94	31.00	96.93	3.07
Dir Y	Dual	57.42	18.32	6.08	31.91	68.09

Por lo tanto, el porcentaje de cortante de placas y columnas queda de la siguiente manera.

	Sistema	Pórtico	Muro
Dir X	Aporticado	96.93 % > 80 %	3.07 % > 0.0 %
Dir Y	Dual	31.91 % > 30 %	70 % > 68.09 % > 20 %

En conclusión, se verifica la dirección X muestra una configuración del tipo *Aporticado*, del mismo modo, la dirección Y muestra configuración del tipo *Dual*. Por lo tanto la configuración estructural según la norma [E030, 2018] es conforme.

3.6.5.13. Verificación de la relación entre cortante estática y dinámica

Ahora procederemos a verificar la relación de cortante estática y dinámica. De la parte 3.6.5.10, se tiene que las cortantes estática en X y Y son:



$$V_{est..X} = 37,7551t$$

$$V_{est..Y} = 50,3394t$$

Y cortantes dinámicas en X y Y son:

$$V_{din..X} = 42,94t$$

$$V_{din..Y} = 57,42t$$

Según la norma [E030, 2018], dice que la cortante dinámica debe ser de al menos el 90 % del estático para estructuras irregulares.

Por lo tanto, se tiene que:

$$V_{din..X} = 42,94t > V_{est..X} = 37,7551t$$

$$V_{din..Y} = 57,42t > V_{est..Y} = 50,3394t$$

Las fuerzas dinámicas son mayores al 100 % de las cortantes estáticas, por lo tanto, no requiere aplicar ningún factor de escala a la cortante dinámica.

3.6.5.14. Separación sísmica entre edificios

De las Tablas 3.21 y 3.22, se tiene los desplazamientos máximos en X de 13.46cm y en la dirección Y de 11.31cm.

Cálculo de la separación entre edificios según [E030, 2018]:

Distancia mínima considerando el desplazamiento máximo de nuestro edificio:

$$\Delta_{X \text{ máx}} = 13,46cm \rightarrow \frac{2}{3}\Delta_{X \text{ máx}} = 8,97cm$$

$$\Delta_{Y \text{ máx}} = 11,31cm \rightarrow \frac{2}{3}\Delta_{Y \text{ máx}} = 7,54cm$$

Distancia mínima considerando la altura de nuestro edificio:

$$\frac{s}{2} = \frac{0,006h}{2} \geq 3,00cm$$

$$\frac{s}{2} = \frac{0,006*1545,00cm}{2} = 4,64cm$$

La junta sísmica reglamentaria que se debe retirar nuestro de edificio del límite de la propiedad:

$$S_X = 9,87cm \geq 4,64 \rightarrow S_X = 9,87cm$$

$$S_Y = 7,54cm \geq 4,24 \rightarrow S_Y = 7,54cm$$

La junta sísmica reglamentaria entre edificios adyacentes en caso de que no exista separación del edificio existente del límite de propiedad:

$$S = S_{edificio-existente} + S_{nuestro-edificio}$$

$$S_X = 4,64cm + 9,87cm \rightarrow S_X = 14,51cm$$

$$S_Y = 4,64cm + 7,54cm \rightarrow S_Y = 12,18cm$$

Por lo tanto, consideramos lo que indica la norma y, para fines de análisis, se redondea los valores obtenidos para la separación entre edificios quedando lo siguiente:

$$S_X = 6''$$

$$S_Y = 5''$$



3.7 Diseño de concreto armado

3.7.1. Diseño de concreto armado utilizando concreto convencional

3.7.1.1. Viga

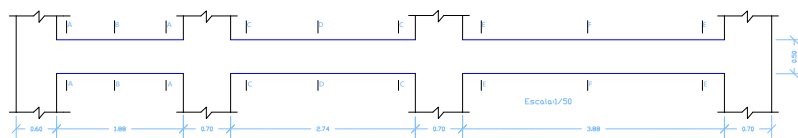
A manera de ejemplo, se diseñará a la viga, una de ellas gobernada por fuerzas de gravedad (1 a 4-B) y la otra donde las solicitaciones sísmicas son importantes (A a D - 3).

Diagrama de momentos flector y fuerza cortante

Inicialmente fue predimensionada con peralte de 45cm, en lo cual se realizó un diseño previo donde se comprobó que las deflexiones no eran adecuadas; por ende, se decide una sección de 25x50cm. A partir de esta nueva sección asumida se mostrará el diseño por flexión, corte y análisis de deflexiones.

En la Figura 3.38 se puede apreciar el esquema de la viga y en ella podemos apreciar las diferentes secciones a considerar en el diseño.

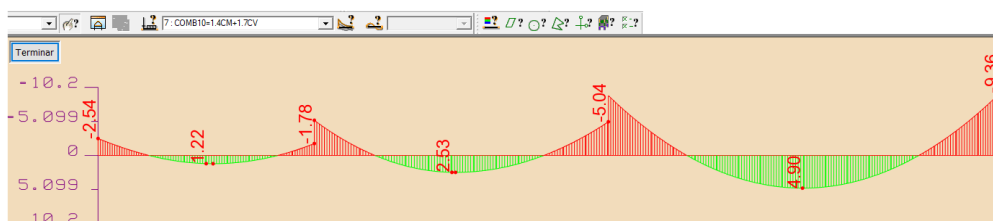
Figura 3.34. Viga principal



Fuente: Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018

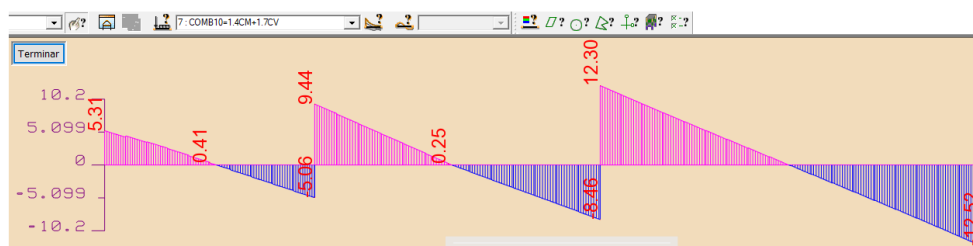
Analizando bajo las diferentes combinaciones, se obtiene la envolvente mostrada en la Figura 3.35 y 3.36, donde se observa que las cargas de gravedad son las que predominan, lo que es lógico porque se trata de una viga principal.

Figura 3.35. Diagrama de momento flector para (COMB=1.4CM+1.7CV)



Fuente: Adaptada de Robot Structural Analysis Professional 2018

Figura 3.36. Diagrama de fuerza cortante para (COMB=1.4CM+1.7CV)



Fuente: Adaptada de Robot Structural Analysis Professional 2018



Diseño por flexión

En la sección E-E actúa un momento de -9.36 tm, el peralte efectivo es $d=50-6=34\text{cm}$ (se considera acero colocado en una capa). De los diagramas de momento flector Figura 3.38 y de acuerdo al apartado 2.6.1.1.

```

1 -----Tabla de iteración-----
2 [Número ite.] [a.cm] [As.cm2]
3      1.0000      5.8852      6.2530
4      2.0000      5.6763      6.0310
5      3.0000      5.6619      6.0157
6      4.0000      5.6609      6.0147
7      5.0000      5.6608      6.0146
8      6.0000      5.6608      6.0146
9      7.0000      5.6608      6.0146
10     8.0000      5.6608      6.0146
11     9.0000      5.6608      6.0146
12    10.0000      5.6608      6.0146
13 -----Acero de refuerzo-----
14 a1 =      5.6608 cm
15 As1 =      6.0146 cm2
16
17 -----Cuantía de viga-----
18 p =      0.0055
19 -----Cálculo de cuantía balanceada-----
20 B1 =      0.8500
21 Pb=B1*0.85*(fc/fy)*((6000)/(6000+fy))
22 Pb =      0.0212
23 -----Cuantía máxima-----
24 Pmax =      0.0106
25 -----Cuantía mínima-----
26 Pmin =      0.0034
27 VERIFICACIÓN DE CUANTÍA
28 P.mínimo ≤ P ≤ P.máximo
29      0.0034      0.0055      0.0106
30 Falla dúctil: de acuerdo al ACI el diseño es conforme
31 Acero de diseño =      6.0146 cm2
32 a=      5.6608 cm
33 Mn =      10.4000 t.m

```

En la Tabla 3.25 se aprecia el resumen del diseño en las diferentes secciones por flexión.

Tabla 3.25. Resumen de diseño por flexión

	M(T.m)	ρ_{min}	ρ_v	ρ_{max}	a(cm)	As(cm2)	As col.	ϕM_n (T.m)
Sección A	-2.54	0.0014	0.0014	0.0106	1.46	3.69	$2\phi 5/8''$	-6.25
Sección B	1.22	0.0007	0.0007	0.0106	0.70	3.69	$2\phi 5/8''$	6.77
Sección C	-5.04	0.0029	0.0029	0.0106	2.95	3.69	$2\phi 5/8''$	-6.59
Sección D	2.53	0.0014	0.0014	0.0106	1.46	3.69	$2\phi 5/8''$	6.71
Sección E	-9.36	0.0034	0.0055	0.0106	5.66	6.01	$2\phi 5/8'' + 1\phi 3/4''$	-10.40
Sección F	4.90	0.0028	0.0028	0.0106	2.87	3.69	$2\phi 5/8''$	6.60

Fuente: Elaboración propia

Se demostró que con una sección de 25x40cm las deflexiones estarán dentro del rango



especificado según la norma E.060 de concreto armado, que establece como límite máximo $L/360$ (pisos que no estén ligados a elementos estructurales susceptibles a dañarse).

Diseño por corte

La Figura 3.38, muestra la envolvente del diagrama de fuerza cortante en la sección E-E se tiene 12.36t, para el diseño se tomarán los valores máximos de las combinaciones de carga de acuerdo al apartado de 2.6.1.1.

```

1 Resistencia de corte al concreto:  $V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$ 
2  $V_c = 8.4485t$ 
3 Cortante nominal:  $V_n = V_u / f_{ic}$ 
4  $V_n = 14.7294t$ 
5 Cortante del acero  $V_s = -V_c + V_n$ 
6  $V_s = 6.2809t$ 
7 Caso III
8 Caso A:  $V_s \leq 2V_c$ 
9  $S_1 \leq d/2$ ;  $S_2 \leq 60cm$ 
10  $S_1 = 22\text{ cm}$ 
11  $S_2 = 60\text{ cm}$ 
12  $S_3 = 41.78\text{ cm}$ 
13  $L_0 = 1.0\text{ m}$  (sección de confinamiento)

```

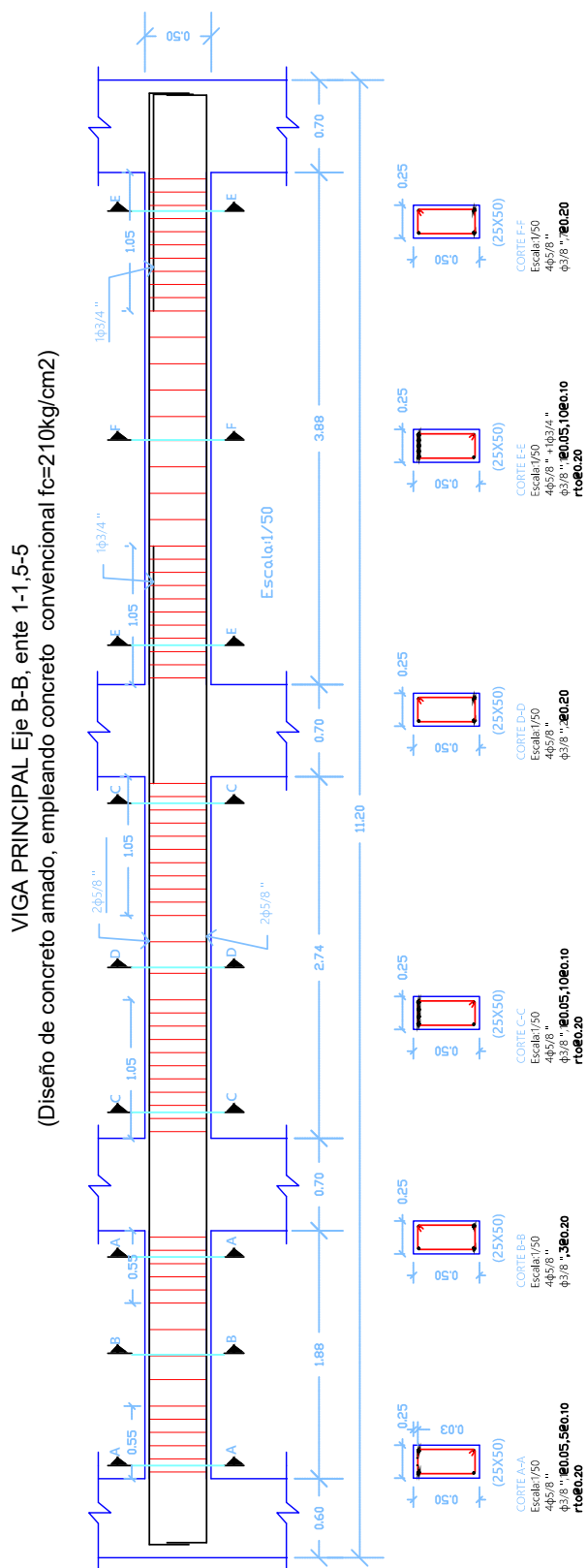
En la Tabla 3.26 se puede apreciar el resumen del diseño por corte en las diferentes secciones de viga.

Tabla 3.26. Resumen de diseño por corte

	V(t)	V _c (t)	V _n (t)	V _s (t)	S1(cm)	S2(cm)	S3(cm)	L0(m)
Sección A	5.31	8.45	6.25	-2.20	22.00	60.00	22.00	1.00
Sección B	5.31	8.45	6.25	-2.20	22.00	60.00	22.00	1.00
Sección C	9.44	8.45	11.11	2.65	22.00	60.00	98.75	1.00
Sección D	9.44	8.45	11.11	2.65	22.00	60.00	98.75	1.00
Sección E	12.52	8.45	14.73	6.28	22.00	60.00	41.78	1.00
Sección F	12.52	8.45	14.73	6.28	22.00	60.00	41.78	1.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.37. Diseño de viga principal



Fuente: Elaboración propia

3.7.2. Diseño de concreto armado utilizando concreto de alto desempeño

3.7.2.1. Viga

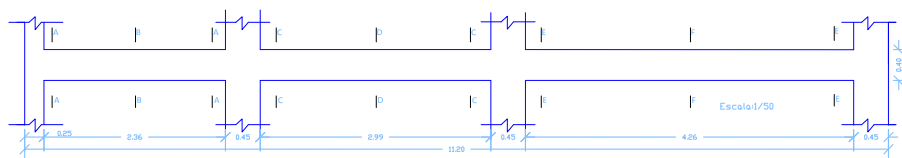
A manera de ejemplo se diseñará una viga, una de ellas gobernada por fuerzas de gravedad (1 a 4-B) y otra donde las solicitaciones sísmicas son importantes (A a D - 3).

Diagrama de momentos flector y fuerza cortante

Inicialmente fue predimensionada con peralte de 35cm, con lo cual se realizó un diseño previo donde se comprobó que las deflexiones no eran adecuadas, por ende, se decide una sección de 25x40cm. A partir de esta nueva sección asumida se mostrará el diseño por flexión, corte y análisis de deflexiones.

En la Figura 3.38 se puede apreciar el esquema de la viga y en ella podemos apreciar las diferentes secciones a considerar en el diseño.

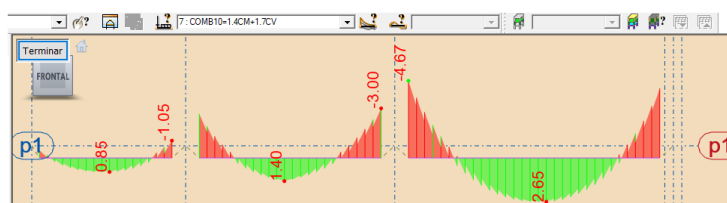
Figura 3.38. Viga principal



Fuente: Adaptada de Robot Structural Analysis Professional 2018

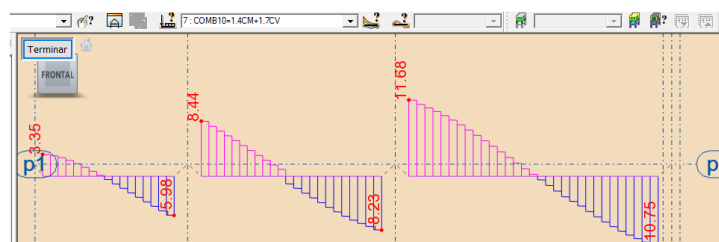
Analizando bajo las diferentes combinaciones se obtiene la envolvente, mostrada en la Figura 3.39 y 3.40 donde se observa que las cargas de gravedad son las que predominan, lo que es lógico se trata de una viga principal.

Figura 3.39. Diagrama de momento flector para (COMB=1.4CM+1.7CV)



Fuente: Adaptada de Robot Structural Analysis Professional 2018.

Figura 3.40. Diagrama de fuerza cortante para (COMB=1.4CM+1.7CV)



Fuente. Adaptado de Robot Structural Analysis Professional 2018.



Diseño por flexión

En la sección E-E actúa un momento de -4.67 tm, el peralte efectivo es $d=40-6=34\text{cm}$ (se considera acero colocado en una capa). Del diagrama de momento flector Figura 3.39 se tiene:

```

1 -----Tabla de iteración-----
2 [Número ite.] [a.cm] [As.cm2]
3      1.0000      1.5960      4.0374
4      2.0000      1.4709      3.7210
5      3.0000      1.4681      3.7140
6      4.0000      1.4681      3.7139
7      5.0000      1.4681      3.7139
8      6.0000      1.4681      3.7139
9      7.0000      1.4681      3.7139
10     8.0000      1.4681      3.7139
11     9.0000      1.4681      3.7139
12    10.0000      1.4681      3.7139
13 -----Acero de refuerzo-----
14 a1 =      1.4681 cm
15 As1 =      3.7139 cm2
16 -----Cuantía de viga-----
17 p =      0.0044
18 -----Cálculo de cuantía balanceada-----
19 B2 =      0.6929
20 B1 =      0.6929
21 Pb=B1*0.85*(fc/fy)*((6000)/(6000+fy))
22 Pb =      0.0412
23 -----Cuantía máxima-----
24 Pmax =      0.0206
25 -----Cuantía mínima-----
26 Pmin =      0.0037
27 VERIFICACIÓN DE CUANTÍA
28 P.mínimo ≤ P ≤ P.máximo
29      0.0037      0.0044      0.0206
30 Falla dúctil : de acuerdo al ACI el diseño es conforme
31 As =      3.7139 cm2
32 a=      1.4681 cm
33 Mn =      5.1889 t.m

```

En la Tabla 3.27 se puede apreciar el resumen del diseño en las diferentes secciones por flexión.

Tabla 3.27. Resumen de diseño por flexión

	M(T.m)	ρ_{min}	ρ_v	ρ_{max}	a(cm)	As(cm2)	As col.	ϕM_n (T.m)
Sección A	-1.05	0.0037	0.0037	0.0206	0.34	3.17	2 ϕ 1/2"	-4.50
Sección B	0.85	0.0037	0.0037	0.0206	0.70	3.16	2 ϕ 1/2"	4.51
Sección C	-3.00	0.0037	0.0037	0.0206	0.94	3.17	2 ϕ 1/2"	-4.46
Sección D	1.40	0.0037	0.0037	0.0206	0.43	3.17	2 ϕ 1/2"	4.50
Sección E	-4.67	0.0037	0.0044	0.0206	1.47	3.71	3 ϕ 1/2"	-5.19
Sección F	2.65	0.0037	0.0037	0.0206	0.83	3.17	2 ϕ 1/2"	4.47

Fuente: Elaboración propia



Se demostró que con una sección de 25x40cm las deflexiones estarán dentro del rango especificado por norma E.060 de concreto armado, que establece como límite máximo $L/360$ (pisos que no estén ligados a elementos estructurales susceptibles a dañarse).

Diseño por corte

La Figura 3.40, muestra la envolvente del diagrama de fuerza cortante en la sección E-E se tiene 11.68t, para el diseño se tomará los valores máximos de las combinaciones de carga y de acuerdo al apartado de 2.6.2

```
1 Resistencia de corte al concreto:  $V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$ 
2  $V_c = 10.0735t$ 
3 Cortante nominal:  $V_n = V_u / f_{ic}$ 
4  $V_n = 13.7412t$ 
5 Cortante del acero  $V_s = -V_c + V_n$ 
6  $V_s = 3.6677t$ 
7 Caso III
8 Caso A:  $V_s \leq 2V_c$ 
9  $S_1 \leq d/2$ ;  $S_2 \leq 60cm$ 
10  $S_1 = 17\text{ cm}$ 
11  $S_2 = 60\text{ cm}$ 
12  $S_3 = 55.2871\text{ cm}$ 
13  $L_0 = 0.8000m$ 
```

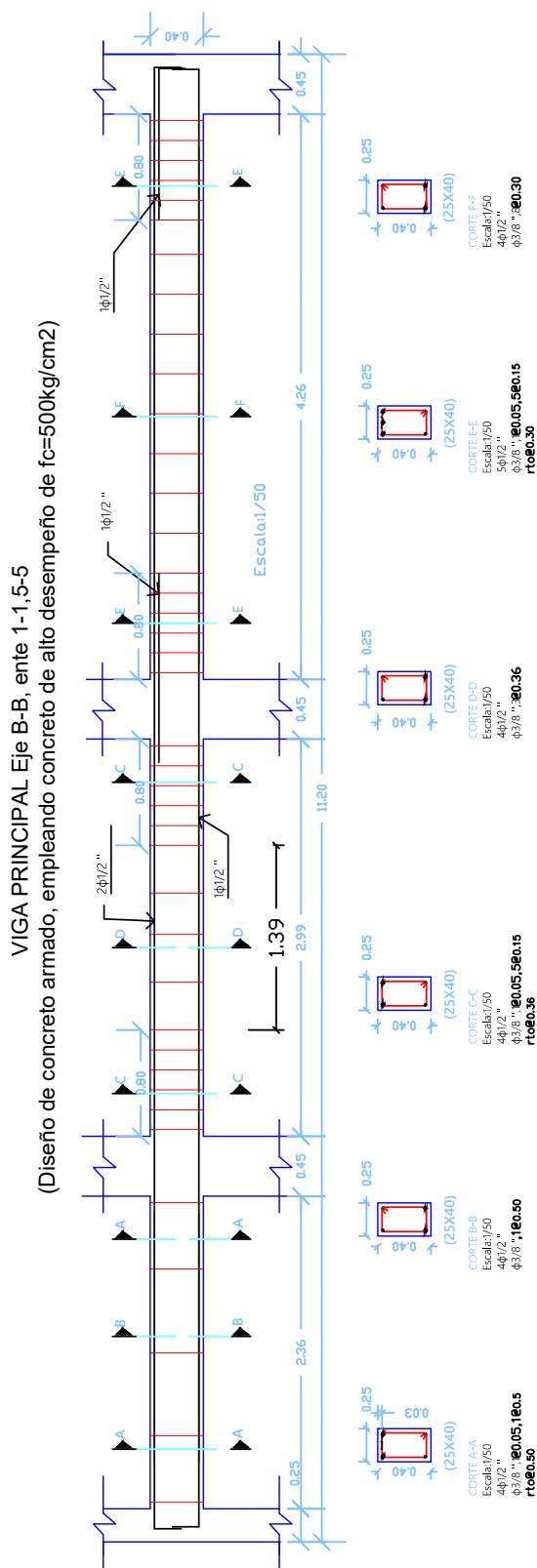
En la Tabla 3.28 se puede apreciar el resumen del diseño en las diferentes secciones por corte.

Tabla 3.28. Resumen de diseño por corte

	V(t)	V _c (t)	V _n (t)	V _s (t)	S1(cm)	S2(cm)	S3(cm)	L0(m)
Sección A	3.35	10.07	3.94	-6.13	no	no	no	
Sección B	-5.98	10.07	7.04	-3.04	17.00	60.00	17.00	0.80
Sección C	10.07	10.07	11.85	1.77	17.00	60.00	114.00	0.80
Sección D	-8.23	10.07	9.68	-0.39	17.00	60.00	17.00	0.80
Sección E	11.68	10.07	13.74	3.67	17.00	60.00	55.28	0.80
Sección F	-10.75	10.07	12.65	2.57	17.00	60.00	78.80	0.80

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.41. Diseño de viga principal



Fuente: Elaboración propia

Capítulo: 4

Resultado y discusión

En este capítulo se muestra los resultados obtenidos de los ensayos realizados en las muestras de los agregados, en el concreto fresco y endurecidos de la misma forma se hace el análisis y comentario respectivo.

4.1 Agregados

Con respecto al porcentaje máximo de finos que pasen la malla N° 200: de acuerdo con la norma ASTM C33 y la NTP 400.037, recomiendan que las sustancias dañinas (limos y arcillas) no excedan el porcentaje máximo del 7 % para la arena proveniente del triturado, pero este porcentaje puede variar a un máximo del 10 %, ya que no se podría considerar que todo ese porcentaje de finos son sustancias dañinas, asimismo no es solo arcilla o limo, sino que contiene en gran cantidad piedra pulverizada. Considerando un agregado *adecuado* a la arena triturada utilizada que posee un 7.9 % de finos que pasan la malla N° 200.

4.1.1. Con respecto al agregado grueso

Como se apreciará en el análisis granulométrico del agregado grueso presentado en los estudios: 4.11 y 4.11, se observa que ambos agregados se encuentran opuestamente fuera respecto a los límites granulométricos dados por la norma ASTM C33, específicamente del *uso* 07; por lo que, se procedió a realizar la combinación de ambos agregados y de acuerdo a la aproximación de su curva granulométrica a ubicarse dentro de los límites posibles dados por el *uso* 07, se obtiene la combinación óptima del agregado grueso, al que se hace referencia en el análisis de los resultados. El agregado grueso elegido para esta investigación es de cantera Llamocctachi y tiene tamaño máximo de agregado ($3/4''$) y tamaño máximo nominal ($1/2''$); asimismo, el agregado fino elegido tiene su módulo de finura (3.50), estos agregados se encuentran disponibles en el mercado local con el nombres de piedra chancada de $1/2''$ y arena; pero como se aprecia en el análisis granulométrico del agregado de $3/8''$ (cuadro N° 18), esta tiene un porcentaje significativo de material retenido en la malla de $1/2''$, por lo que su TMN es de $1/2''$; variación que se pudo haber producido por diversos factores (almacenamiento en la chancadora cerca al agregado de $1/2''$, fallas en la malla de la chancadora, etc.); pero que no representaron problema alguno. Se usó el agregado triturado debido a la mayor adherencia mecánica de las partículas de perfil angular, que produce mayor resistencia que la grava redondeada.

4.1.2. Con respecto a la granulometría del agregado

En Figura 4.11 se aprecia las curvas granulométricas del agregado fino y grueso, respecto a los límites propuestos por la NTP 400.037 (para cada tipo respectivamente); las cuales no están al 100 % dentro de estos límites. Sin embargo, para la validación de los



agregados vamos a la misma norma que permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando se asegure que el material producirá el concreto de la calidad requerida.

4.1.3. Respecto a su peso específico y porcentaje de absorción

El agregado grueso con una capacidad de absorción menor al 1% y un peso específico elevado (ver gráfico 4.11) garantizan un buen comportamiento en la mezcla y su influencia radica en el aporte de agua al concreto.

4.2 Consideraciones económicas del diseño de mezclas

4.2.1. Concreto convencional

El costo de producción de concreto convencional con una resistencia a compresión a los 28 días ($f'c = 210\text{kg/cm}^2$) en la ciudad Huanta(Ayacucho), para un metro cúbico de concreto análisis de costos unitarios está sustentada en Tabla 4.1 donde se aprecia un aproximado de treientos noventa nuevos soles con cuarenta y ocho céntimos (s/.390.50)

Tabla 4.1. Análisis de costos unitarios de 1m^3 del concreto convencional

510

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201001 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO						
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS CC			Fecha presupuesto		20/10/2019	
Partida	01.01 CONCRETO CONVENCIONAL (NORMAL) F'C=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3		390.48	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07	
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44	
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34	
							101.41
Materiales							
02070100010006	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23	
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06	
							274.23
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08	
							14.84

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Concreto de alto desempeño

Producción de 1m^3 del concreto de alto desempeño sin usar ningún tipo de aditivo, con una resistencia a compresión de 28 días ($f'c = 500\text{kg/cm}^2$). se tiene análisis de costos unitarios para un cúbico 1m^3 de CAD tendrá un costo unitario. Tabla 4.2 donde notamos un aproximado de cuatrocientos treinta y siete soles con con nueve céntimos (S/. 437.09), el costo unitario calculado es con material de cantera Llamocetachi concreto puesto en obra de la ciudad Huanta(Ayacucho) ya que esta dosificación no es buena porque no cumple con las características del concreto de alto desempeño. Por este motivo es solo un costo "referencial".

Tabla 4.2. Costo de producción de $1m^3$ del concreto del alto desempeño

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0202001 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA AYACUCHO							
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS CAD						Fecha presupuesto	23/10/2019
Partida	01.01	CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO F'C=500 kg/cm2 SIN ADITIVO (DISEÑO PATRON)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			437.09	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	21.95	14.05		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	17.59	11.26		
0101010005	PEON	hh	10.0000	3.2000	15.86	50.75		
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.3200	15.86	5.08		
						81.14		
Materiales								
02070100010006	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.7120	80.00	56.96		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4440	60.00	26.64		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.3760	25.00	259.40		
0290130022	AGUA	m3		0.1800	6.00	1.08		
						344.08		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	81.14	2.43		
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.3200	11.80	3.78		
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.3200	17.70	5.66		
						11.87		

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.3 notamos el análisis costos unitarios de producción del concreto de alto desempeño empleando el aditivo Chemachent 440 con una resistencia a compresión a los 28 días ($f'c = 500\text{ kg/cm}^2$). Una cantidad de $1m^3$ CAD puesto en obra tendrá un costo aproximado de seiscientos setenta y seis soles con cuarenta céntimos (S/. 676.40), este costo unitario fue analizado utilizando los materiales de cantera Llamocetachi y para emplearlos en construcciones futuras en la ciudad Huanta, Ayacucho.

Tabla 4.3. Análisis de CU de producción del CAD con Chemachent 440

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0202002 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA AYACUCHO							
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS CAD 1							
Partida	01.01	CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO F'c=500 kg/cm2 + ADITIVO (CHEMACHEN 440)					Fecha presupuesto	23/10/2019
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			676.35	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	21.95	14.05	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.6400	17.59	11.26	
0101010005	PEON		hh	10.0000	3.2000	15.86	50.75	
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA		hh	1.0000	0.3200	15.86	5.08	
							81.14	
Materiales								
02070100010006	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.7120	80.00	56.96	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4440	60.00	26.64	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		10.1690	25.00	254.23	
0222190002	CHEMACHEN 440		cil		0.1600	1,528.00	244.48	
0290130022	AGUA		m3		0.1720	6.00	1.03	
							583.34	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	81.14	2.43	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.3200	11.80	3.78	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3		hm	1.0000	0.3200	17.70	5.66	
							11.87	

Fuente: Elaboración propia

Se tiene en la Tabla 4.4 el análisis de costos unitarios de producción de $1m^3$ concreto de



alto desempeño empleando el aditivo Chemachent 440 y Chema fume, con una resistencia a compresión a los 28 días ($f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$). Una cantidad de un metro cúbico (1 m^3) de concreto tendrá un costo aproximado de ochocientos cuarenta y siete soles con cuarenta céntimos (S/. 847.40) concreto de alto desempeño puesto en obra en la ciudad Huanta, Ayacucho.

Tabla 4.4. Análisis de CU de producción del CAD con Chemachent 440 y Chema fume

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	0202003 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA AYACUCHO						
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS CAD2						Fecha presupuesto 23/10/2019
Partida	04.04.03 CONCRETO PREMEZCLADO - COLUMNAS $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2 + \text{chechen 440} + \text{chemafume}$						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			847.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
0219010013	CONCRETO PREMEZCLADO $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$ CHEMCHAN 440+CHEMAFUME	m3		1.0500	750.80	788.34	
						788.34	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.78	0.35	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.30	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4, se pueden apreciar el análisis de costos unitarios completo utilizado para cada mezcla; observando que la mezcla de Tabla 4.4 es la que posee el mayor costo de producción por m3 de mezcla premezclado es de (S/. 847.40); a diferencia de las mezclas Tabla 4.2 y 4.3 que son más económicas (S/. 437.10 y S/. 676.40 nuevos soles, respectivamente). Estas variaciones se deben al costo unitario que tiene el aditivo Chemachent 440 y Chema fume (este insumo es el más costoso: S/. 1528/cilindro de 200 L.), y la adición de Chema fume (tiene un costo en comparación con su similar al cemento de más de 7 veces/kilogramo). Pero el costo queda justificado al obtener resistencias significativamente superiores al de la Tabla 4.1 y que serían prácticamente imposibles de obtener sin el uso del aditivo.



4.3 Resultado del diseño estructural computacional

4.3.1. Resultado de pesos de edificio empleando CC y CAD

El resultado de análisis computacional del edificio en estudio, empleando concreto normal y concreto de alto desempeño para las mismas cargas vivas y muertas excepto peso propia se tiene lo siguiente.

Tabla 4.5. Comparación de peso del edificio

	$f_c=210\text{kg/cm}^2$	$f_c=500\text{kg/cm}^2$	CC/CAD
P1	116.519	93.519	19.74 %
P2	109.085	89.028	18.39 %
P3	109.085	89.028	18.39 %
P4	109.085	89.028	18.39 %
P5	80.252	62.248	22.43 %
TOTAL	524.027	422.851	19.31 %

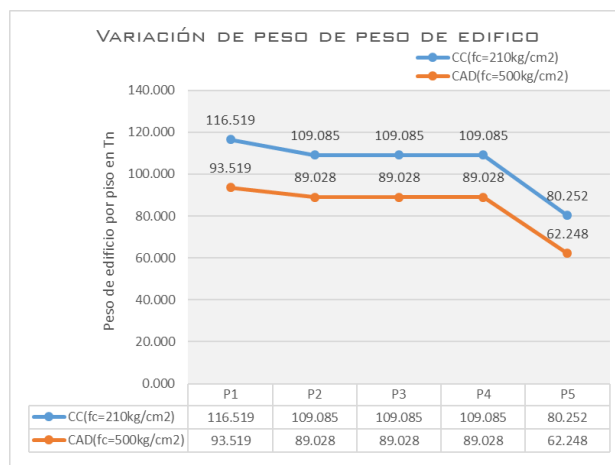
Fuente: Elaboración propia

Peso total del edificio empleando concreto convencional =524.027t

Peso total del edificio empleando concreto de alto desempeño=422.821t

Podemos notar en la Tabla 4.5 el peso total del edificio disminuye aproximadamente 101.17t, lo que indica que el peso del edificio diseñado con concreto de alto desempeño es 19.31 % menos que peso de concreto convencional.

Figura 4.1. Comparación de peso del edificio



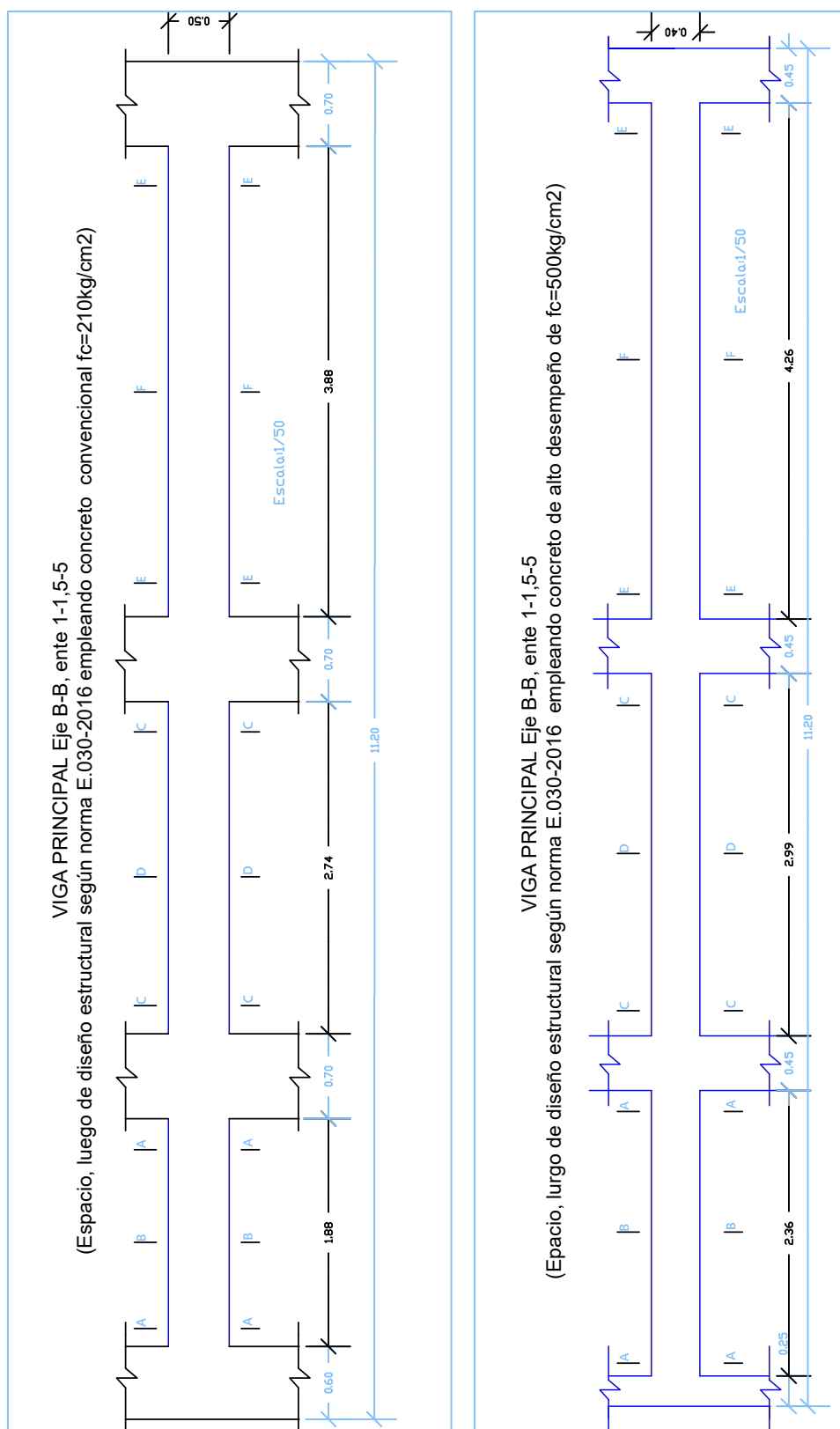
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.1 podemos notar que la variación de cada nivel (peso) empleando concreto normal y concreto del alto desempeño es diferente en cada nivel con una mayor variación en los pisos 1 y 2.

4.3.2. Resultado de viga crítica empleando CC y CAD

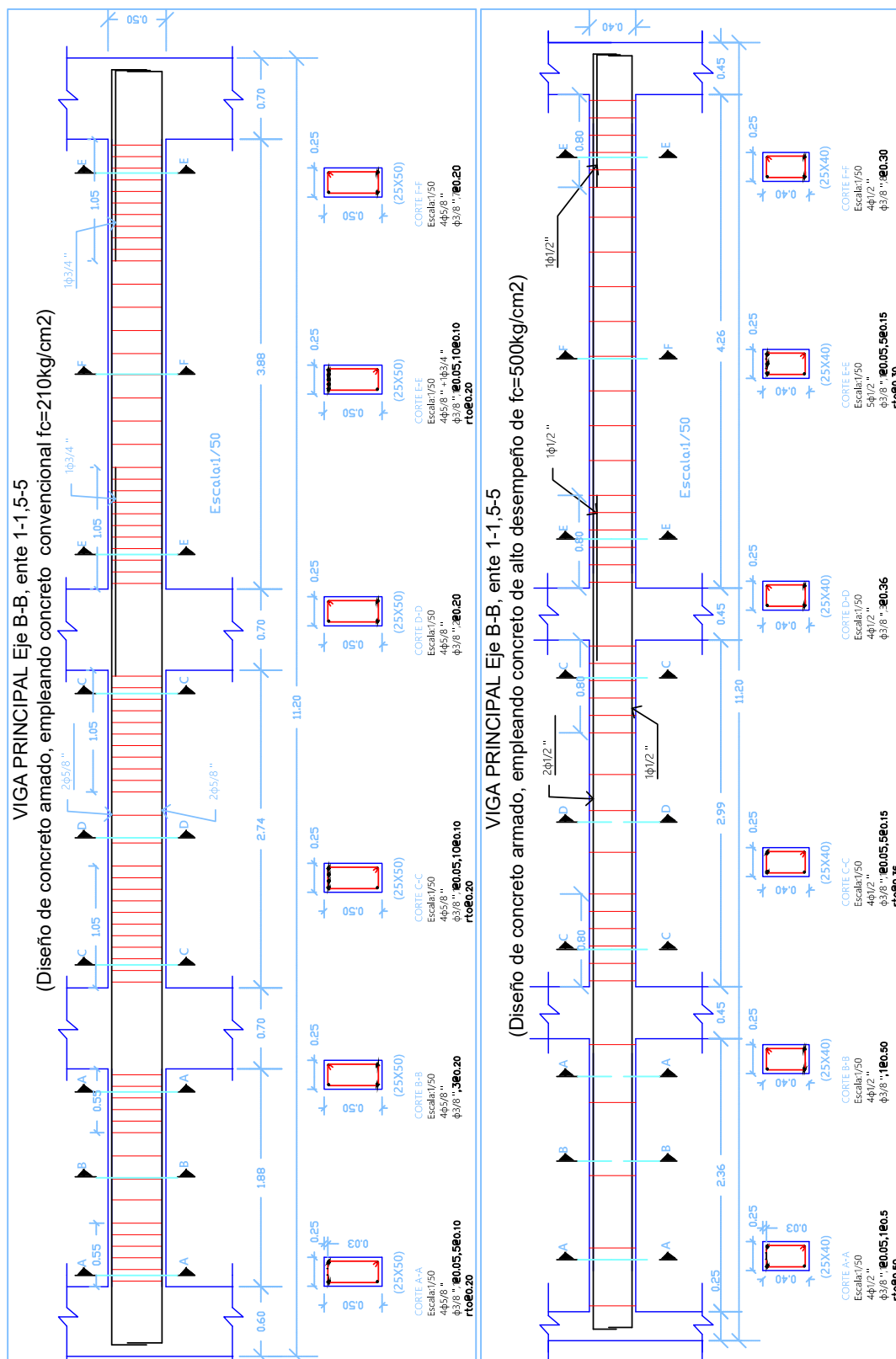
A manera de ejemplo diseñaremos una viga principal para las mismas cargas y la combinación de 1.4CM+1.7CM, donde el peso propio está incluido en carga muerta.

Figura 4.2. Comparación de espacio en dirección X luego de diseñar la viga



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3. Comparación de diseño concreto armado de la viga principal





En las Figuras 4.2 y 4.3 se tiene el diseño de concreto armado según la norma de E.060-2009 y E.030-2018, cabe mencionar para el diseño de viga empleando concreto de alto desempeño se trabajó reduciendo momento de la viga.

4.3.2.1. Resultado de la sección de viga

En la Figuras 4.2 podemos notar que la sección de la viga con concreto convencional es ($b \cdot h = 25\text{cm} \cdot 50\text{cm}$) y empleando un concreto de alto desempeño es de ($b \cdot h = 25\text{cm} \cdot 40\text{cm}$), esto indica que el peralte en toda la viga ha disminuido 10cm, y en volumen de concreto ha disminuido 20 % con respecto a la viga convencional.

4.3.2.2. Resultado de la sección de columna

En la Figuras 4.2 podemos notar que sección de columna con concreto convencional es ($b \cdot h = 40\text{cm} \cdot 70\text{cm}$) y empleando un concreto de alto desempeño es de ($b \cdot h = 35\text{cm} \cdot 45\text{cm}$), esto indica que el peralte en toda la columna ha disminuido la base en 10cm y la altura en 25cm, y en volumen de concreto ha disminuido 40 % con respecto a la columna convencional.

4.3.2.3. Resultado de la sección de losa

La losa aligerada tiene un espesor de ($e = 20\text{cm}$) empleando concreto convencional y un espesor de ($e = 17\text{cm}$) empleando concreto de alto desempeño.

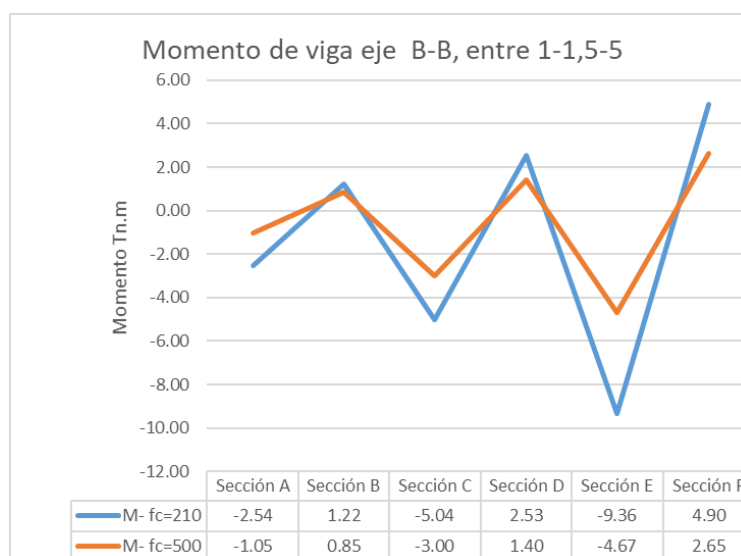
4.3.2.4. Resultado de la sección de placa

La placa tiene una variación de 15 % del área en planta con respecto a la placa convencional.

4.3.2.5. Resultado del espacio en la dirección X

El espacio que se aumentó en la dirección X y Y, sumados cada tramo acumula un total de 1.11m y 0.20cm un total de este resultado es de 0.23m² por piso y aproximando un total de 1.22m², es interesante ya que esta área se suma al espacio habitable.

Figura 4.4. Comparación de momento

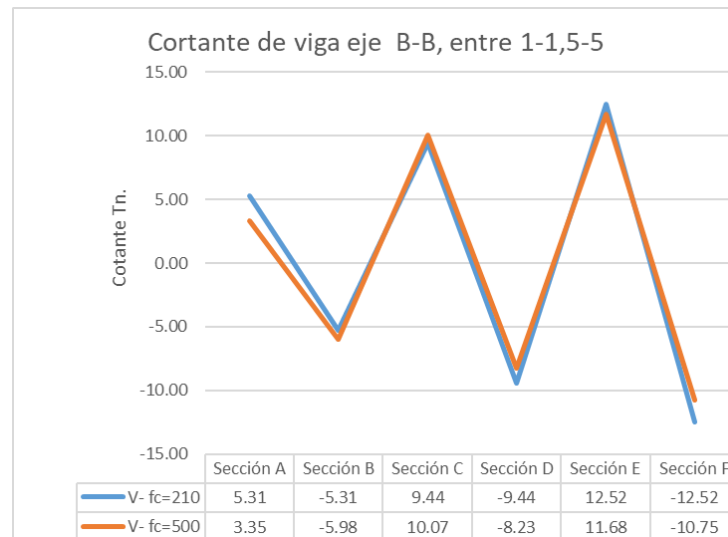


Fuente: Elaboración propia



En la Figura 4.4 observamos la variación del momento flector en la viga más crítica del edificio, dónde en la parte más larga tiene una disminución de 50.11 % con respecto a la viga convencional.

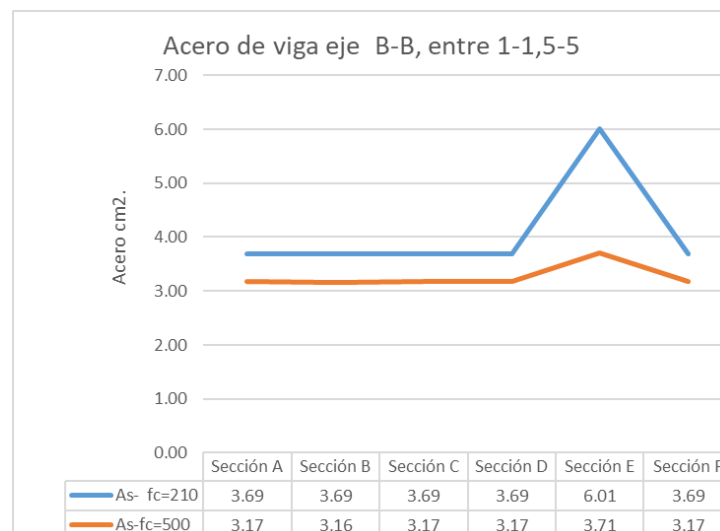
Figura 4.5. Comparación de cortante en viga



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.5 observamos variación de disminución de acero en todo el tramo de la viga del 14.22 % con excepción en la parte más larga tiene una disminución de acero del 38.27 %, con respecto al diseño convencional.

Figura 4.6. Comparación de acero en viga



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.6 observamos variación de cortante en la viga más crítica del edificio dónde en la parte más larga tiene una disminución del 10.0 % con respecto a la viga convencional.



4.4 Resultado de presupuesto total de estructuras

4.4.1. Presupuesto de estructuras empleando concreto convencional

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Ciente COLLAHUACHO CALLAÑAUPA, DANIEL

Lugar AYACUCHO - HUANTA - HUANTA

Costo al 02/03/2019

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				914.90
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				33.76
01.01.01	ELIMIN. MAT. PROCEDENTES DE TRABAJOS PRELIMINARES Dprom.= 8Km	m3	5.80	5.82	33.76
01.02	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO				881.14
01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	110.00	4.07	447.70
01.02.02	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	112.00	3.87	433.44
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				500.72
02.04	EXCAVACIONES				280.05
02.04.01	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS R _{it} ≤2.0 kg/cm ² . Df=1.50m	m3	7.50	37.34	280.05
02.05	CORTES				130.70
02.05.01	CORTE DE TERRENO EN FORMA MANUAL	m3	5.00	26.14	130.70
02.06	RELLENOS				70.81
02.06.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON PLANCHA VIBRATORIA 4HP.	m3	2.80	25.29	70.81
02.07	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				19.16
02.07.01	ACARREO INTERNO MATERIAL PROC. DE EXCAVACIONES MANUALES	m3	2.20	8.71	19.16
03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				3,602.13
03.01	CIMENTOS CORRIDOS				3,602.13
03.01.01	CIMENTO CORRIDO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	32.50	47.99	1,559.68
03.01.02	CIMENTO CORRIDO 1:10 + 30%PG	m3	6.20	174.28	1,080.54
03.01.03	CIMENTO CORRIDO 1:8 + 25%PM	m3	4.30	223.70	961.91
04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				271,622.56
04.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO				8,213.16
04.01.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO fy=4200 Kg/cm ²	kg	20.50	6.28	128.74
04.01.02	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	22.00	47.99	1,055.78
04.01.03	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO f _c =210 kg/cm ²	m3	18.00	390.48	7,028.64
04.02	ZAPATAS				5,416.49
04.02.01	ZAPATA - ACERO FY= 4200 kg/cm ²	kg	340.20	6.28	2,136.46
04.02.02	ZAPATAS - CONCRETO F _C = 210 kg/cm ²	m3	8.40	390.48	3,280.03
04.03	PLACAS				41,625.75
04.03.01	PLACAS - ACERO FY= 4200 kg/cm ²	kg	1,600.50	6.28	10,051.14
04.03.02	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	75.10	70.77	5,314.83
04.03.03	PLACAS - CONCRETO F _C =210 kg/cm ²	m3	67.25	390.48	26,259.78
04.04	COLUMNAS				55,118.83
04.04.01	COLUMNAS - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	3,725.40	6.28	23,395.51
04.04.02	COLUMNAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	300.20	56.09	16,838.22
04.04.03	COLUMNAS-CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²	m3	38.12	390.48	14,885.10
04.05	COLUMNETAS				7,075.98
04.05.01	COLUMNETAS - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	140.20	6.28	880.46
04.05.02	COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	80.10	65.16	5,219.32
04.05.03	COLUMNETAS-CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²	m3	2.50	390.48	976.20
04.06	VIGAS				62,508.05
04.06.01	VIGAS - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	4,800.11	6.28	30,144.69
04.06.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	180.20	66.05	11,902.21
04.06.03	VIGAS - CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²	m3	52.40	390.48	20,461.15
04.07	VIGUETAS DE AMARRE				6,746.33
04.07.01	VIGUETAS - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	120.20	6.28	754.86
04.07.02	VIGUETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	60.10	57.46	3,453.35
04.07.03	VIGUETAS - CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²	m3	6.50	390.48	2,538.12
04.08	LOSA ALIGERADA				72,665.25
04.08.01	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	410.20	58.52	24,004.90

Fecha : 16/01/2020 4:11:09a. m.

**Presupuesto**

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Cliente COLLAHUACHO CALLAÑAUPA, DANIEL Costo al 02/03/2019

Lugar AYACUCHO - HUANTA - HUANTA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
04.08.02	LOSA ALIGERADA - LADRILLO DE ARCILLA 15*30*30cm	und	3,340.00	3.26	10,888.40
04.08.03	LOSA ALIGERADA - ACERO $f_y=4200$ Kg/cm ²	kg	2,688.10	6.28	16,881.27
04.08.04	LOSA ALIGERADA - CONCRETO $f_c=210$ Kg/cm ²	m ³	53.50	390.48	20,890.68
04.09	ESCALERAS				12,252.72
04.09.01	ESCALERA - ACERO $f_y=4200$ Kg/cm ²	kg	910.50	6.28	5,717.94
04.09.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	30.20	106.48	3,215.70
04.09.03	ESCALERA - CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	8.50	390.48	3,319.08
Costo Directo					276,640.31

SON : DOSCIENTOS SETENTISEIS MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y 31/100 NUEVOS SOLES

El presupuesto total de la parte de estructuras del edificio construido empleando concreto convencional tendrá un costo aproximado de doscientos setentiseis mil seiscientos cuarenta y 31/100 nuevos soles (S/. 276,640.31)



4.4.2. Presupuesto de estructuras empleando concreto de alto desempeño

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto	0103001	' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '
Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES
Cliente	COLLAHUACHO CALLAÑAUPA, DANIEL	Costo al 08/01/2020
Lugar	AYACUCHO - HUANTA - HUANTA	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				914.90
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				33.76
01.01.01	ELIMIN. MAT. PROCEDENTES DE TRABAJOS PRELIMINARES Dprom.= 5Km	m3	5.80	5.82	33.76
01.02	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO				881.14
01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	110.00	4.07	447.70
01.02.02	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	112.00	3.87	433.44
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				500.72
02.04	EXCAVACIONES				280.05
02.04.01	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS Rt<=2.0 kg/cm2. Df=1.50m.	m3	7.50	37.34	280.05
02.05	CORTES				130.70
02.05.01	CORTE DE TERRENO EN FORMA MANUAL	m3	5.00	26.14	130.70
02.06	RELLENOS				70.81
02.06.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON PLANCHA VIBRATORIA 4+P.	m3	2.80	25.29	70.81
02.07	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				19.16
02.07.01	ACARREO INTERNO MATERIAL PROC. DE EXCAVACIONES MANUALES	m3	2.20	8.71	19.16
03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				3,602.13
03.01	CIMENTOS CORRIDOS				3,602.13
03.01.01	CIMIENTO CORRIDO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	32.50	47.99	1,559.68
03.01.02	CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30%PG	m3	6.20	174.28	1,080.54
03.01.03	CIMIENTO CORRIDO 1:8 + 25%PM	m3	4.30	223.70	961.91
04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				231,956.62
04.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO				6,186.00
04.01.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO fy=4200 Kg/cm2	kg	20.50	6.28	128.74
04.01.02	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	22.00	47.99	1,055.78
04.01.03	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO PREMEZCLADO fc=210kg/cm2	m3	18.00	277.86	5,001.48
04.02	ZAPATAS				4,095.56
04.02.01	ZAPATA - ACERO FY= 4200 kg/cm2	kg	280.50	6.28	1,761.54
04.02.02	ZAPATAS - CONCRETO PREMEZCLADO FC= 210 kg/cm2	m3	8.40	277.86	2,334.02
04.03	PLACAS				24,120.82
04.03.01	PLACAS - ACERO FY= 4200 kg/cm2	kg	1,060.50	6.28	6,659.94
04.03.02	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	45.20	70.77	3,198.80
04.03.03	CONCRETO PREMEZCLADO - PLACAS fc= 500 kg/cm2+chehen 440+chenaufume	m3	16.83	847.42	14,262.08
04.04	COLUMNAS				49,592.11
04.04.01	COLUMNAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	2,420.60	6.28	15,201.37
04.04.02	COLUMNAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	273.20	56.09	15,323.79
04.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO - COLUMNAS fc= 500 kg/cm2+chehen 440+chenaufume	m3	22.50	847.42	19,066.95
04.05	COLUMNETAS				7,482.88
04.05.01	COLUMNETAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	90.56	6.28	568.72
04.05.02	COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	80.10	65.16	5,219.32
04.05.03	COLUMNETAS-CONCRETO PREMEZCLADO fc=500 Kg/cm2	m3	2.00	847.42	1,694.84
04.06	VIGAS				50,516.02
04.06.01	VIGAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	4,020.50	6.28	25,248.74
04.06.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	180.20	66.05	11,902.21
04.06.03	VIGAS - CONCRETO PREMEZCLADO fc=210 Kg/cm2	m3	48.10	277.86	13,365.07
04.07	VIGUETAS DE AMARRE				5,551.80
04.07.01	VIGUETAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	90.80	6.28	570.22
04.07.02	VIGUETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	60.10	57.46	3,453.35
04.07.03	VIGUETAS - CONCRETO PREMEZCLADO fc=210 Kg/cm2	m3	5.50	277.86	1,528.23
04.08	LOSA ALIGERADA				74,560.38

Fecha : 16/01/2020 4:17:43a. m.

**Presupuesto**

Presupuesto	0103001	* ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO *			
Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES			
Cliente	COLLAHUACHO CALLAÑAUPA, DANIEL				Costo al
Lugar	AYACUCHO - HUANTA - HUANTA				08/01/2020

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
04.08.01	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	590.00	58.52	34,526.80
04.08.02	LOSA ALIGERADA - LADRILLO DE ARCILLA 15*30*30cm	und	3,340.00	3.26	10,888.40
04.08.03	LOSA ALIGERADA - ACERO fy=4200 Kg/cm2	kg	2,340.20	6.28	14,696.46
04.08.04	LOSA ALIGERADA - CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 Kg/cm2	m3	52.00	277.86	14,448.72
04.09	ESCALERAS				9,851.05
04.09.01	ESCALERA - ACERO fy=4200 Kg/cm2	kg	680.50	6.28	4,273.54
04.09.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	30.20	106.48	3,215.70
04.09.03	ESCALERA - CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2	m3	8.50	277.86	2,361.81
Costo Directo					236,974.37
PRESUPUESTO TOTAL					236,974.37

SON : DOSCIENTOS TRENTISEIS MIL NOVECIENTOS SETENTICUATRO Y 37/100 NUEVOS SOLES

El presupuesto total de la parte de estructuras del edificio construido empleando concreto de alto desempeño un concreto premezclado puesto en obra tendrá un costo aproximado de doscientos trentiseis mil novecientos setenticuatro y 37/100 nuevos soles (S/. 236,974.37)

4.5 Comparación y discusión de costos de edificio

En esta Tabla 4.6 se verifica que existe la diferencia en costos cuando se emplea en construcción de edificios altos con los materiales de concreto convencional y concreto de alto desempeño:

Tabla 4.6. Resumen de costo de estructuras de CC y CAD

PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS S/.

Empleando CC	276640.31
Empleando CAD	236974.37
Presupuesto CC-CAD	39665.94

En la parte de estructuras el costo de edificio alto disminuye en 14.34% con respecto al edificio alto ejecutado empleando material convencional, del mismo modo disminuye los materiales y mano de obra.

4.6 Resultado de tiempo de programación de estructuras



4.6.1. Tiempo de programación empleando concreto convencional

Id	EDT	Descripción Partida	Duración	Inicio	Fin	Holgura
1	1	PROGRAMACION DEL PROYECTO EMPLEANDO CC	139 días?	lun 01/04/19	jue 10/10/19	0 días?
2	1.1	INICIO	0 días	lun 01/04/19	lun 01/04/19	0 días
3	1.2	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD	2 días?	lun 01/04/19	mar 02/04/19	0 días?
4	1.2.1	TRABAJOS PRELIMINARES	1 día?	lun 01/04/19	lun 01/04/19	1 día?
5	1.2.1.1	ELIMIN. MAT. PROCEDENTES DE TRABAJOS PRELIMINARES Dprom.= 5Km	1 día?	lun 01/04/19	lun 01/04/19	1 día?
6	1.2.2	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO	2 días?	lun 01/04/19	mar 02/04/19	0 días?
7	1.2.2.1	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	1 día?	lun 01/04/19	lun 01/04/19	0 días?
8	1.2.2.2	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	1 día?	lun 01/04/19	mar 02/04/19	0 días?
9	1.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3 días?	mar 02/04/19	vie 05/04/19	0 días?
10	1.3.1	EXCAVACIONES	3 días?	mié 03/04/19	vie 05/04/19	0 días?
11	1.3.1.1	EXCAVACION DE ZANJA S Y ZAPATAS Rt<=2.0 kg/cm2. Df=1.50m.	3 días?	mié 03/04/19	vie 05/04/19	0 días?
12	1.3.2	CORTES	1 día?	mié 03/04/19	mié 03/04/19	2 días?
13	1.3.2.1	CORTE DE TERRENO EN FORMA MANUAL	1 día?	mié 03/04/19	mié 03/04/19	2 días?
14	1.3.3	RELLENOS	1 día?	mar 02/04/19	mié 03/04/19	2 días?
15	1.3.3.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON PLANCHA VIBRATORIA 4HP.	1 día?	mar 02/04/19	mié 03/04/19	2 días?
16	1.3.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	1 día?	mié 03/04/19	mié 03/04/19	2 días?
17	1.3.4.1	ACARREO INTERNO MATERIAL PROC. DE EXCAVACIONES MANUALES	1 día?	mié 03/04/19	mié 03/04/19	2 días?
18	1.4	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	4 días?	vie 05/04/19	jue 11/04/19	0 días?
19	1.4.1	CIMIENTOS CORRIDOS	4 días?	vie 05/04/19	jue 11/04/19	0 días?
20	1.4.1.1	CIMIENTO CORRIDO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	3 días?	vie 05/04/19	mié 10/04/19	0 días?
21	1.4.1.2	CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30%PG	1 día?	mié 10/04/19	jue 11/04/19	0 días?
22	1.4.1.3	CIMIENTO CORRIDO 1:8 + 25%PM	1 día?	mié 10/04/19	jue 11/04/19	0 días?
23	1.5	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	130 días?	jue 11/04/19	jue 10/10/19	0 días?
24	1.5.1	SOBRECIMIENTO REFORZADO	4 días?	jue 11/04/19	mié 17/04/19	0 días?
25	1.5.1.1	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO fy=4200 Kg/cm2	1 día?	jue 11/04/19	vie 12/04/19	0 días?

Proyecto: Cronograma
Fecha: jue 16/01/20

Tarea		Tarea inactiva	
Hito		Hito inactivo	
Resumen		Resumen inactivo	
Tarea resumida		Tarea manual	
Hito resumido		Sólo duración	
Progreso resumido		Informe de resumen manual	
Tareas externas		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
División		Sólo fin	
División resumida		Progreso	
Hito externo		Fecha límite	



Id	EDT	Descripción Partida	Duración	Inicio	Fin	Holgura
26	1.5.1.2	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	2 días?	vie 12/04/19	mar 16/04/19	0 días?
27	1.5.1.3	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO f _c =210 kg/cm ²	1 día?	mar 16/04/19	mié 17/04/19	0 días?
28	1.5.2	ZAPATAS	3 días?	mié 17/04/19	lun 22/04/19	0 días?
29	1.5.2.1	ZAPATA - ACERO FY= 4200 kg/cm ²	2 días?	mié 17/04/19	vie 19/04/19	0 días?
30	1.5.2.2	ZAPATAS - CONCRETO F _c = 210 kg/cm ²	1 día?	vie 19/04/19	lun 22/04/19	0 días?
31	1.5.3	PLACAS	19 días?	lun 22/04/19	vie 17/05/19	55 días?
32	1.5.3.1	PLACAS - ACERO FY= 4200 kg/cm ²	7 días?	lun 22/04/19	mié 01/05/19	55 días?
33	1.5.3.2	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	8 días?	mié 01/05/19	lun 13/05/19	55 días?
34	1.5.3.3	PLACAS - CONCRETO F _c =210 kg/cm ²	4 días?	lun 13/05/19	vie 17/05/19	55 días?
35	1.5.4	COLUMNAS	38 días?	lun 22/04/19	jue 13/06/19	0 días?
36	1.5.4.1	COLUMNAS - ACERO f _y =4200 kg/cm ²	15 días?	lun 22/04/19	lun 13/05/19	0 días?
37	1.5.4.2	COLUMNAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	21 días?	lun 13/05/19	mar 11/06/19	0 días?
38	1.5.4.3	COLUMNAS-CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²	2 días?	mar 11/06/19	jue 13/06/19	0 días?
39	1.5.5	COLUMNETAS	11 días?	jue 11/04/19	vie 26/04/19	65 días?
40	1.5.5.1	COLUMNETAS - ACERO f _y =4200 kg/cm ²	1 día?	jue 11/04/19	vie 12/04/19	65 días?
41	1.5.5.2	COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	9 días?	vie 12/04/19	jue 25/04/19	65 días?
42	1.5.5.3	COLUMNETAS-CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²	1 día?	jue 25/04/19	vie 26/04/19	65 días?
43	1.5.6	VIGAS	36 días?	jue 13/06/19	vie 02/08/19	0 días?
44	1.5.6.1	VIGAS - ACERO f _y =4200 kg/cm ²	20 días?	jue 13/06/19	jue 11/07/19	0 días?
45	1.5.6.2	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	13 días?	jue 11/07/19	mar 30/07/19	0 días?
46	1.5.6.3	VIGAS - CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²	3 días?	mar 30/07/19	vie 02/08/19	0 días?
47	1.5.7	VIGUETAS DE AMARRE	8 días?	vie 02/08/19	mié 14/08/19	41 días?
48	1.5.7.1	VIGUETAS - ACERO f _y =4200 kg/cm ²	1 día?	vie 02/08/19	lun 05/08/19	41 días?
49	1.5.7.2	VIGUETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	6 días?	lun 05/08/19	mar 13/08/19	41 días?
50	1.5.7.3	VIGUETAS - CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²	1 día?	mar 13/08/19	mié 14/08/19	41 días?

Proyecto: Cronograma
Fecha: jue 16/01/20

Tarea		Tarea inactiva	
Hito		Hito inactivo	
Resumen		Resumen inactivo	
Tarea resumida		Tarea manual	
Hito resumido		Sólo duración	
Progreso resumido		Informe de resumen manual	
Tareas externas		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
División		Sólo fin	
División resumida		Progreso	
Hito externo		Fecha límite	



Id	EDT	Descripción Partida	Duración	Inicio	Fin	Holgura
51	1.5.8	LOSA ALIGERADA	49 días?	vie 02/08/19	jue 10/10/19	0 días?
52	1.5.8.1	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	35 días?	vie 02/08/19	vie 20/09/19	0 días?
53	1.5.8.2	LOSA ALIGERADA - LADRILLO DE ARCILLA 15*30*30cm	2 días?	vie 20/09/19	mar 24/09/19	9 días?
54	1.5.8.3	LOSA ALIGERADA - ACERO f _y =4200 Kg/cm2	11 días?	vie 20/09/19	lun 07/10/19	0 días?
55	1.5.8.4	LOSA ALIGERADA - CONCRETO f _c =210 Kg/cm2	3 días?	lun 07/10/19	jue 10/10/19	0 días?
56	1.5.9	ESCALERAS	11 días?	jue 11/04/19	vie 26/04/19	70 días?
57	1.5.9.1	ESCALERA - ACERO f _y =4200 Kg/cm2	4 días?	jue 11/04/19	mié 17/04/19	70 días?
58	1.5.9.2	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	6 días?	mié 17/04/19	jue 25/04/19	70 días?
59	1.5.9.3	ESCALERA - CONCRETO F _c =210 kg/cm2	1 día?	jue 25/04/19	vie 26/04/19	70 días?
60	2	FIN	0 días	jue 10/10/19	jue 10/10/19	0 días

Proyecto: Cronograma

Fecha: jue 16/01/20

Tarea

Hito

Resumen

Tarea resumida

Hito resumido

Progreso resumido

Tareas externas

Resumen del proyecto

División

División resumida

Hito externo

Tarea inactiva

Hito inactivo

Resumen inactivo

Tarea manual

Sólo duración

Informe de resumen manual

Resumen manual

Sólo el comienzo

Sólo fin

Progreso

Fecha límite

Página 3

Se verifica que en la parte de estructuras construir edificio alto empleando concreto convencional es posible con un tiempo aproximado de 139 días.



4.6.2. Tiempo de programación empleando concreto de alto desempeño

Id		Descripción Partida	Duración	Inicio	Fin	Holgura	
1		PROYECTO EMPLEANDO CAD	104 días?	lun 01/04/19	jue 22/08/19	0 días?	X
2		INICIO	0 días	lun 01/04/19	lun 01/04/19	7 días	
3		OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD	3 días?	lun 01/04/19	mié 03/04/19	7 días?	
4		TRABAJOS PRELIMINARES	1 día?	lun 01/04/19	lun 01/04/19	7 días?	
5		ELIMIN. MAT. PROCEDENTES DE TRABAJOS PRELIMINARES Dprom.= 5Km	1 día?	lun 01/04/19	lun 01/04/19	7 días?	
6		TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO	2 días?	lun 01/04/19	mié 03/04/19	7 días?	
7		TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	1 día?	lun 01/04/19	mar 02/04/19	7 días?	
8		REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	1 día?	mar 02/04/19	mié 03/04/19	7 días?	
9		MOVIMIENTO DE TIERRAS	6 días?	jue 04/04/19	jue 11/04/19	7 días?	
10		EXCAVACIONES	3 días?	jue 04/04/19	lun 08/04/19	7 días?	
11		EXCAVACION DE ZANJA S Y ZAPATAS Rt<=2.0 kg/cm2. Df=1.50m.	3 días?	jue 04/04/19	lun 08/04/19	7 días?	
12		CORTES	1 día?	mar 09/04/19	mar 09/04/19	7 días?	
13		CORTE DE TERRENO EN FORMA MANUAL	1 día?	mar 09/04/19	mar 09/04/19	7 días?	
14		RELLENOS	1 día?	mar 09/04/19	mié 10/04/19	7 días?	
15		RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON PLANCHA VIBRATORIA 4HP.	1 día?	mar 09/04/19	mié 10/04/19	7 días?	
16		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	1 día?	jue 11/04/19	jue 11/04/19	7 días?	
17		ACARREO INTERNO MATERIAL PROC. DE EXCAVACIONES MANUALES	1 día?	jue 11/04/19	jue 11/04/19	7 días?	
18		OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	4 días?	jue 11/04/19	mié 17/04/19	7 días?	
19		CIMENTOS CORRIDOS	4 días?	jue 11/04/19	mié 17/04/19	7 días?	
20		CIMIENTO CORRIDO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	3 días?	jue 11/04/19	mar 16/04/19	7 días?	
21		CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30%PG	1 día?	mar 16/04/19	mié 17/04/19	7 días?	
22		CIMIENTO CORRIDO 1:8 + 25%PM	1 día?	mar 16/04/19	mié 17/04/19	7 días?	
23		OBRAS DE CONCRETO ARMADO	91 días?	mié 17/04/19	jue 22/08/19	0 días?	
24		SOBRECIMIENTO REFORZADO	4 días?	mié 17/04/19	mar 23/04/19	74 días?	
25		SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO fy=4200 Kg/cm2	1 día?	mié 17/04/19	jue 18/04/19	74 días?	
26		SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	2 días?	jue 18/04/19	lun 22/04/19	74 días?	

Proyecto: ESTUDIO COMPARATIVO D Fecha: jue 16/01/20	Tarea		Tarea inactiva	
	Hito		Hito inactivo	
	Resumen		Resumen inactivo	
	Tarea resumida		Tarea manual	
	Hito resumido		Sólo duración	
	Progreso resumido		Informe de resumen manual	
	Tareas externas		Resumen manual	
	Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
	División		Sólo fin	
	División resumida		Progreso	
Hito externo		Fecha límite		

Página 1



Id	Descripción Partida	Duración	Inicio	Fin	Holgura	
27	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	1 día?	lun 22/04/19	mar 23/04/19	74 días?	X
28	ZAPATAS	3 días?	mar 23/04/19	vie 26/04/19	74 días?	
29	ZAPATA - ACERO FY= 4200 kg/cm2	2 días?	mar 23/04/19	jue 25/04/19	74 días?	
30	ZAPATAS - CONCRETO F'C = 210 kg/cm2	1 día?	jue 25/04/19	vie 26/04/19	74 días?	
31	PLACAS	10 días?	vie 26/04/19	vie 10/05/19	74 días?	
32	PLACAS - ACERO FY= 4200 kg/cm2	7 días?	vie 26/04/19	mar 07/05/19	74 días?	
33	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	8 días?	mié 01/05/19	vie 10/05/19	74 días?	
34	PLACAS - CONCRETO F'C=210 kg/cm2	4 días?	mar 07/05/19	vie 10/05/19	74 días?	
35	COLUMNAS	21 días?	vie 26/04/19	lun 27/05/19	0 días?	
36	COLUMNAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	15 días?	vie 26/04/19	vie 17/05/19	0 días?	
37	COLUMNAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	21 días?	lun 29/04/19	lun 27/05/19	0 días?	
38	COLUMNAS-CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	2 días?	vie 24/05/19	lun 27/05/19	0 días?	
39	COLUMNETAS	11 días?	mié 17/04/19	jue 02/05/19	45 días?	
40	COLUMNETAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	1 día?	mié 17/04/19	jue 18/04/19	45 días?	
41	COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	9 días?	jue 18/04/19	mié 01/05/19	45 días?	
42	COLUMNETAS-CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	1 día?	mié 01/05/19	jue 02/05/19	45 días?	
43	VIGAS	28 días?	lun 27/05/19	jue 04/07/19	0 días?	
44	VIGAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	20 días?	lun 27/05/19	lun 24/06/19	0 días?	
45	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	13 días?	jue 13/06/19	lun 01/07/19	0 días?	
46	VIGAS - CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	3 días?	lun 01/07/19	jue 04/07/19	0 días?	
47	VIGUETAS DE AMARRE	8 días?	mié 17/04/19	lun 29/04/19	83 días?	
48	VIGUETAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	1 día?	mié 17/04/19	jue 18/04/19	83 días?	
49	VIGUETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	6 días?	jue 18/04/19	vie 26/04/19	83 días?	
50	VIGUETAS - CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	1 día?	vie 26/04/19	lun 29/04/19	83 días?	
51	LOSA ALIGERADA	35 días?	jue 04/07/19	jue 22/08/19	0 días?	
52	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	35 días?	jue 04/07/19	jue 22/08/19	0 días?	

Proyecto: ESTUDIO COMPARATIVO D
Fecha: jue 16/01/20

Tarea		Tarea inactiva	
Hito		Hito inactivo	
Resumen		Resumen inactivo	
Tarea resumida		Tarea manual	
Hito resumido		Sólo duración	
Progreso resumido		Informe de resumen manual	
Tareas externas		Resumen manual	
Resumen del proyecto		Sólo el comienzo	
División		Sólo fin	
División resumida		Progreso	
Hito externo		Fecha límite	

Página 2



Id	Descripción Partida	Duración	Inicio	Fin	Holgura	
53	LOSA ALIGERADA - LADRILLO DE ARCILLA 15*30*30cm	2 días?	mié 21/08/19	jue 22/08/19	0 días?	X
54	LOSA ALIGERADA - ACERO fy=4200 Kg/cm2	11 días?	jue 08/08/19	jue 22/08/19	0 días?	
55	LOSA ALIGERADA - CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	3 días?	mar 20/08/19	jue 22/08/19	0 días?	
56	ESCALERAS	9 días?	mié 17/04/19	mar 30/04/19	72 días?	
57	ESCALERA - ACERO fy=4200 Kg/cm2	4 días?	mié 17/04/19	mar 23/04/19	72 días?	
58	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	6 días?	lun 22/04/19	lun 29/04/19	72 días?	
59	ESCALERA - CONCRETO F'c=210 kg/cm2	1 día?	lun 29/04/19	mar 30/04/19	72 días?	
60	FIN	0 días	jue 22/08/19	jue 22/08/19	0 días	

Proyecto: ESTUDIO COMPARATIVO D
Fecha: jue 16/01/20

Tarea

Hito

Resumen

Tarea resumida

Hito resumido

Progreso resumido

Tareas externas

Resumen del proyecto

División

División resumida

Hito externo

Tarea inactiva

Hito inactivo

Resumen inactivo

Tarea manual

Sólo duración

Informe de resumen manual

Resumen manual

Sólo el comienzo

Sólo fin

Progreso

Fecha límite

Página 3

La programación de la parte de estructuras se verifica que construir edificios altos empleando concreto de alto desempeño para la misma estructura de 4.6 es posible en un tiempo aproximado de 104 días.



4.7 Comparación y discusión de tiempo de ejecución del proyecto

En esta Tabla 4.7 se verifica que existe la diferencia en tiempo cuando se emplea en construcción de edificios altos los materiales como concreto convencional y concreto de alto desempeño:

Tabla 4.7. Resumen de tiempo de programación empleando CAD y CC

TIEMPO DE PROGRAMACIÓN DE ESTRUCTURAS días	
Tiempo CC	139
Tiempo CAD	104
Tiempo CC-CAD	35

En la parte de estructuras el tiempo de ejecución de edificio alto disminuye en 25.18 % con respecto al edificio alto ejecutado con material convencional, esto prueba que es posible construir edificios altos en menor tiempo de manera rápida empleando concreto de alto desempeño premezclado en Huanta, región Ayacucho.

4.8 Resumen de costo y tiempo de CAD Y CC

Tabla 4.8. Resumen de costo y tiempo de CAD y CC

	COSTO (S/.)		TIEMPO (días)
Empleando CC	276640.3	Tiempo CC	139
Empleando CAD	236974.4	Tiempo CAD	104
Presupuesto CC-CAD	39665.94	Tiempo CC-CAD	35
CAD con respecto de CC	14.34	CAD con respecto de CC	25.18
CAD/CC	0.8600	CAD/CC	0.7500

4.9 Verificación de hipótesis global

El uso de concreto de alto desempeño mejora la calidad del proyecto en plazos más cortos, es una alternativa para la construcción de edificios altos de menor costo y mayor productividad. Es una mejor alternativa para construir con mayor rapidez y reducir los plazos y secciones de elementos estructurales. El tiempo de construcción del edificio alto, con concreto convencional se reduce a 74.82 % del tiempo empleado en la construcción del edificio alto empleando concreto de alto desempeño elaborado con materiales del lugar, con un costo de construcción que representa el 85.66 % del costo empleado en construcción del edificio alto tradicional Tabla 4.8, con altos estándares de calidad de resistencia.



4.10 Conclusiones

- ❶ Con la utilización de concreto de alto desempeño en la construcción de edificios altos en la ciudad de Huanta (Ayacucho), se mejoró notablemente los espacios horizontales y verticales; cumpliendo los estándares de la norma peruana. Se redujo el costo de construcción en 25.18 % del tiempo empleado en construcción de edificios altos empleando concreto convencional de la misma estructura.
- ❷ La cultura del empleo de concreto de alto desempeño en la construcción de edificios altos en la ciudad de Huanta (Ayacucho), permitió no solo la optimización del tiempo de construcción en 14.34 % con respecto de construcción tradicional de edificios altos (empleando concreto convencional) y costos a 25.18 %, sino también el compromiso de utilizar menos materiales de construcción (construir más con menos), así contribuir con el cuidado de medio ambiente y disminuir la contaminación ambiental.
- ❸ La elaboración y empleo de concreto de alto desempeño con los materiales del lugar, permitió disminuir secciones de los elementos estructurales: viga, placa y columna; logrando reducir el pazo de construcción y costo de construcción, con un proceso constructivo rápido y seguro. En la presente investigación se demostró que el uso de concreto de alto desempeño (como material de construcción innovador) mejora la calidad del edificio de alta resistencia en plazos más cortos. Efectivamente, el concreto de alto desempeño, es una de las nuevas tecnologías constructivas más aplicadas en construcción de edificios altos; a pesar de ello, no se cuenta con precedentes en la ciudad de Huanta (Ayacucho).
- ❹ La aplicación de concreto de alto desempeño en la construcción de edificios altos en la ciudad de Huanta (Ayacucho) permitió ahorrar mano de obra, materiales y encofrados; redujo el costo de construcción a 85.66 % del presupuesto de construcción de edificios altos tradicionales; logrando un ahorro de 25.18 % del costo y 14.34 % del tiempo, respectivamente. Aumentó la productividad gracias al empleo de concreto de alto desempeño, la calidad mejora con altos estándares como elementos estructurales de alta resistencia.

4.11 Recomendaciones

- ❶ El concreto de alto desempeño y el concreto convencional deben funcionar simplemente en el "concreto"; es decir, concreto de buena calidad. El actual concreto de calidad deficiente hecho con una relación agua/cemento de 0.6 y más debe dejar de utilizarse estructuralmente, aunque, por supuesto, debe ser útil para relleno, nivelación o para trabajos de jardinería. Se sugiere que la relación máxima de agua respecto al total de los materiales cementantes de la mezcla sea de 0.45 cuando mucho para edificaciones de mayor altura y mucho más baja cuando la durabilidad sea un criterio importante.
- ❷ Para obtener un concreto de resistencia a la compresión mayor a 500 kg/cm² debe usarse materiales que son especificadas en las normas técnicas, trabajar bajo la guía de las condiciones y procedimientos básicos que da el método de diseño de mezclas del comité ACI 211.4; y realizar los ajustes que se crea convenientes cuando se trabaje con tablas y/o recomendaciones técnicas, sobre todo en el requerimiento de agua



relación A/MC, el contenido de aire atrapado y especialmente en la dosificación y modo de empleo del aditivo supe plastificante.

- 3 Realizar un estricto control de calidad de los insumos a usar y exigir que estos cumplan con los requerimientos técnicos de calidad solicitados. La cantidad de cada insumo a utilizar deben de ser cuidadosamente observados (medición exacta).
- 4 Determinar rigurosamente el contenido de humedad previo a la realización de cada tanda y usar esos datos para corregir correctamente las variaciones por contenido de humedad y absorción en el diseño, a fin de no afectar la relación A/MC.
- 5 Al realizar el mezclado, esperar que el aditivo reaccione. Mezclar homogéneamente y no escatimar el tiempo de mezclado. Al agregar el aditivo, ver que este se encuentre diluido en el agua de mezclado o incorporarse en simultáneo, procurar que toda la mezcla sea humedecida.
- 6 Para poder obtener la dosis adecuada del aditivo super plastificante es necesario realizar pruebas experimentales usando diversas variaciones hasta obtener una mezcla idónea que pueda ser usada en obra.

Mantener el curado bajo una solución de agua a una misma temperatura hasta la fecha de ensayo, ya que los concretos de alta resistencia son muy susceptibles a los cambios de temperatura y a la lixiviación.

- 7 Tratar de adaptarse a las nuevas tecnologías de materiales existentes a nivel mundial, no conformarse con lo que fue creado hace décadas, innovar con nuevos insumos para crear materiales alternativos y de otras aplicaciones en la ingeniería civil; es decir, mejorar con lo nuevo.
- 8 La estructuración y predimensionamiento se debe realizar siguiendo los criterios aprendidos en los cursos de "Análisis Estructural y Concreto Armado"
- 9 En esta investigación en la dirección perpendicular a la fachada, el sistema estructural está conformado netamente por muros, los cuales tomaron la totalidad de la fuerza sísmica. En la dirección paralela a la fachada se tiene muros y pórticos. Se sugiere que el diseñador utilice placas para diseños de edificios altos mayores a cinco pisos en nuestra región.



Glosario

Precisión	: En ingeniería, ciencia, industria y estadística, se denomina precisión a la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones. Esta cualidad debe evaluarse a corto plazo.
Unidad de análisis	: Indica el objeto medido, es decir, los participantes o casos a que, en última instancia, se aplica el instrumento de medición.
Población	: Conjunto de los individuos o cosas sometidos a una evaluación estadística mediante muestreo.
Módulo de elasticidad (modulus of elasticity)	: Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material.
Muro (wall)	: Elemento vertical, diseñado para resistir carga axial, carga lateral o ambas, con una relación de su longitud horizontal a su espesor mayor de tres, empleado para encerrar o separar espacios.
Muro estructural (structural wall)	: Muro diseñado para resistir combinaciones de cortantes, momentos y fuerzas axiales en el plano del muro. Un muro de cortante es un muro estructural.
Pórtico	: Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso que tengas muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo a su rigidez.
Muros estructurales	: Sistema en la que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúan por lo menos 70 % de la fuerza cortante en la base.
Dual	: Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórtico y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.
Consistencia	: Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.



Edificio	: Es un tipo de construcción hecha a partir de materiales sólidos y que se emplea para alojar a personas y objetos, es decir, como vivienda. Asimismo, para la realización de diversas actividades: el comercio, las finanzas, el arte, la práctica de la religión, entre otras.
Micro fibras	: Es un tipo de fibra sintética compuesta por poliéster mayoritariamente y por poliamida y es utilizada para crear materiales textiles.
Silica fume	: Es un subproducto de la producción de silicio metálico o aleaciones de ferrosilicio. Uno de los usos más beneficiosos para el humo de sílice es el concreto.
Cuarzo	: Óxido de silicio que se presenta en cristales hexagonales o en masas cristalinas o compactas, con diversos colores y grados de transparencia; es uno de los constituyentes del granito y otras rocas.
Super plastificante	: Es un aditivo que, sin modificar la consistencia, permite reducir fuertemente el contenido en agua de un determinado hormigón.
Trabajabilidad	: La trabajabilidad se puede definir mejor como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación total (Glanville, Collins y Matthews) : Es la propiedad del concreto o mortero en estado fresco, la cual determina la facilidad con la cual puede ser manejado y completamente compactado. (ACI) : Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones. (Abanto C)
Segregación	: Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso y del mortero.
Durabilidad	: El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en diversos servicios.
Resistencia	: Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). Especímenes cilíndricos de concreto.



- Impermeabilidad** : Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.
- Microsílice** : La microsílica mejora las propiedades del concreto debido a que reacciona con el hidróxido de calcio derivado de la hidratación del cemento para formar más silicato de calcio con lo que se mejora la resistencia y se reduce la permeabilidad.
- Ceniza volante** : Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se obtienen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoelectricas alimentadas por carbones pulverizados. Se utilizan como adiciones para hormigón.
- Puzolana naturales** : Según la ASTM (American Society for Testing and Materials) las puzolanas naturales son materiales sílicos o sílico-aluminosos que por sí solos poseen poco o nulo valor cementante, pero finamente divididos, en presencia de humedad, reaccionan químicamente con la portlandita (hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$) a temperatura ordinaria para formar compuestos con propiedades cementantes.
- Fibra caliza** : El filler es un producto finamente molido, de naturaleza caliza, cuya granulometría tiene una gama entre 45 y 300 micras ($1\text{mm} = 1000$ micras). Mediante una adecuada dosificación en función de su granulometría, mejoran las propiedades físicas del cemento y de las mezclas bituminosas retardando su envejecimiento.
- Hormigón y concreto** : Concreto es lo mismo que hormigón. La diferencia del concreto con el hormigón es meramente dialectal. Mientras que en América se opta por la palabra concreto para referirse a este tipo de material, en España se prefiere el vocablo hormigón.
- Desempeño** : Desempeño es el acto y la consecuencia de desempeñar: cumplir una obligación, realizar una actividad, dedicarse a una tarea. Esta acción también puede vincularse a la representación de un papel.



Acrónimos

UNSCH	: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.1.4.3
THPC	: Tecnología en Herramientas para la Construcción.2.4.1.1
ACI	: En idioma inglés: American Concrete Institute.2.9 : En idioma castellano: <i>Instituto Americano de Concreto</i> .
AASHTO	: En idioma inglés: American Association of State Highway and Transportation Officials.2.8 : En idioma castellano: <i>Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes</i> .
HPC	: En idioma inglés: High Performance Concrete.2.11 : En idioma castellano: <i>Hormigones de alto desempeño</i> .
ASTM	: En idioma inglés: American Society for Testing and Material.2.4.3.1 : En idioma castellano: <i>Asociación Americana de Ensayo de Materiales</i> .
NTP	: Norma Técnica Peruano.2.4.3.1
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones.
CTE	: En idioma inglés: Chronic traumatic encephalopathy. : En idioma castellano: <i>Código Técnico de la Edificación de España</i> .
ITINTEC	: Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas.2.4.3.1
ASTM C 1240	: Diseños de mezclas distintas utilizando microsilíce conforme a las especificaciones de esta norma.
ASTM C 494	: Aditivo reductor de agua de alto rango de última generación acorde con esta norma.
ASTM C 211.4R08	: Para desarrollar la mezcla se ha utilizado como base la guía de esta norma.
TM	: Define al "Tamaño Máximo" como aquel que "corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso".
TMN	: Define al "Tamaño Máximo Nominal" como aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce primer retenido."



NTP C 33	: Define presentación de curvas granulométricas de agregado grueso que corresponden a tamaños máximos nominales.
PUC	: Peso unitario compactado.
MF	: Módulo de finura.
AF	: Agregado fino.
PUS	: Peso unitario seco.
USA	: United States of América.
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
INDECI	: Instituto Nacional de Defensa Civil.
PNUD PER	: Naciones Unidas para el Desarrollo en Perú.
UNICON	: Unión de Concreteras S.A.
FIRTH	: CONCREMAX S.A. fue fundado en 1995 como Firth Industries Perú. Proveedores de soluciones en concreto y agregados
CC	: Concreto convencional
CAD	: Concreto de alto desempeño
CUAD	: Concreto de ultra alto desempeño
UCPC	: En idioma inglés: International Collegiate Programming Contest : En idioma castellano: <i>Concurso internacional de programación colegiada.</i>



Símbolos

V_s	: Cortante por sismo.3.8
f'_c	: Resistencia especificada a la compresión del concreto.
ϕ	: Coeficiente de flexión igual a 0.90.
M_0	: Momento flector como viga simplemente apoyada.
P_e	: Peso de la edificación .3.8
H_1	: Altura de primer nivel.3.8
n_c	: Número de columnas .3.8
n_m	: Número de muros .3.8
η	: Factor para el desplazamiento permisible.3.8
T	: Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.3.8
C	: Factor de amplificación sísmica.3.8
T_P	: Período que define la plataforma del factor C. 3.8
T_L	: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante. 3.8
R_0	: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas. 3.8
I_p	: Factor de irregularidad en planta.3.8
I_a	: Factor de irregularidad en altura. 3.8
R	: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.
Z	: Factor de zona.3.8
S	: Factor de amplificación del suelo.3.8
e_i	: Excentricidad accidental en el nivel "i".3.8



F_i	: Fuerza sísmica horizontal en el nivel "i".3.8
g	: Aceleración de la gravedad.3.8
h_i	: Altura de nivel "i" con relación al nivel del terreno.3.8
h_{ei}	: Altura del entrepiso "i".3.8
h_n	: Altura total del edificio en metros.3.8
M_{ti}	: Momento torsor accidental en el nivel "i".3.8
m	: Número de modos usados en la combinación modal. 3.8
n	: Número de pisos del edificio.3.8
P_i	: Peso del nivel "i".3.8
S_a	: Espectro de pseudo aceleraciones.3.8
C_T	: Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.3.8
d_i	: Desplazamientos laterales del centro de masa del nivel "i" en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i .3.8
f_i	: Fuerza lateral en el nivel "i".3.8
r	: Respuesta estructural máxima elástica esperada. 3.8
r_i	: Respuestas elásticas máximas correspondientes al modo "i".3.8
$\frac{kg}{cm^2}$	: Unidades fuerzas, tensiones. 2.4.2.1
MP_a	: Esta unidad del Sistema Internacional es nombrada <i>megapascal</i> 2.8
psi	: (del inglés pounds-force per square inch), unidad de presión básica de este sistema, que es una libra fuerza por pulgada cuadrada. 2.8
SP	: Superplastificante.2.4.5.1
um	: Una milésima parte de un milímetro.
plg	: La pulgada es una unidad de longitud
mm	: El milímetro es una unidad de longitud.

Referencia

- [Abanto Castillo, 2009] Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. *Editorial San Marcos. Lima Perú*. 18, 20
- [ACI 318S, 2014] ACI 318S, C. A. (2014). American concrete institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (ACI 318SR-14)(Versión en español y en sistema métrico SI)*. 34, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 58, 61, 87
- [Alfaro Sobrino, 2016] Alfaro Sobrino, J. E. (2016). Análisis costo beneficio del uso de concretos de alta resistencia (80mpa) para la región de veracruz. *Ecuador*. 3
- [Allauca et al., 2009] Allauca, L., Amen, H., and Lung, J. (2009). Uso de sílice en hormigones de alto desempeño. *Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Del Litoral*.
- [Ambroziak and Klosowski, 2010] Ambroziak, A. and Klosowski, P. (2010). Robot structural analysis. *Autodesk*.
- [Benavides Chamorro, 2015] Benavides Chamorro, R. J. (2015). Concreto de alto desempeño. *Colombia*.
- [Box et al., 2008] Box, G. E., Hunter, J. S., and Hunter, W. G. (2008). *Estadística para investigadores: Diseño, innovación y descubrimiento*. Reverté.
- [Caballero, 2011] Caballero, A. (2011). Metodología integral innovadora para planes y tesis. *Lima: Editorial Instituto metodológico Allen Caro*.
- [Castillo, 2012] Castillo, A. J. S. (2012). Apuntes de estadística para ingenieros. *N/A: Universidad de Jaén (Departamento de estadística e investigación operativa)*.
- [Ching and Castán, 1998] Ching, F. D. and Castán, S. (1998). *Arquitectura: forma, espacio y orden*. Gustavo Gili.
- [Choquehuanca Bendizú, 2004] Choquehuanca Bendizú, E. (2004). Diseño de mezcla de concreto de alta resistencia en la ciudad de ayacucho. *Ayacucho Perú*. 5
- [Concrete, 2013] Concrete, N. (2013). Neo Concrete And Building S.A.C. - Neocon S.A.C. 18, 19, 38
- [Córdoba, 2002] Córdoba, F. G. (2002). *La tesis y el trabajo de tesis: recomendaciones metodológicas para la elaboración de los trabajos de tesis*. Editorial Limusa.
- [De la Torre Hermoza, 2009] De la Torre Hermoza, P. J. (2009). Diseño de un edificio de vivienda de 6 niveles en concreto armado. *Lima Perú*.



- [E020, 2006] E020, C. (2006). Reglamento nacional de edificaciones. *Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano*. 80
- [E030, 2018] E030, D. S. (2018). Reglamento nacional de edificaciones. *Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano*. 76, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 88, 92, 94, 95, 96, 97
- [E060, 2006] E060, C. A. (2006). Reglamento nacional de edificaciones. *Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano*. 26, 27, 28, 34, 35, 39
- [ETABS, 2002] ETABS, P. (2002). Manual de uso (aci). 41, 42, 43, 44
- [Fernández, 2005] Fernández, C. (2005). Concretos de ultra alto desempeño tecnología y aplicaciones. *Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica*. 25, 38
- [Gambhir, 2013] Gambhir, M. L. (2013). *Concrete technology theory and practice*. Tata McGraw Hill Education.
- [Harmsen, 2005] Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Fondo editorial PUCP.
- [Huanca, 2006] Huanca, S. L. (2006). Diseño de mezclas de concreto. *Puno: Universidad Nacional Del Altiplano*.
- [INDECI, 2017] INDECI (2017). Defensa Civil, Tarea de Todos - INDECI. 5, 6, 7, 15
- [López Olvera, 2010] López Olvera, M. G. (2010). *Diseño de muros de cortante en edificios altos*. Grupo Editor. 49, 54
- [López Yépez et al., 2011] López Yépez, L. G. et al. (2011). *Influencia del porcentaje de adición de la microsilice y del tipo de curado, en la penetración del ion cloruro en el concreto de alto desempeño*. PhD thesis, Universidad Nacional de Colombia. 17, 18
- [McCormac and Brown, 2011] McCormac, J. C. and Brown, R. (2011). *Diseño de concreto reforzado*. Alfaomega Grupo Editor.
- [McCormac and Brown, 2015] McCormac, J. C. and Brown, R. H. (2015). *Design of reinforced concrete*. John Wiley Sons. 40, 41, 44, 87
- [Navidi, 2006] Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros*. Number 519.5 N325. McGraw Hill Interamericana.
- [Neville and Aítcin, 2010] Neville, A. and Aítcin, P. (2010). Concreto de alto desempeño. Tomado de <http://www.imcyc.com/revista/1999/dic99/concreto1.htm>.
- [Nieves Hurtado and Domínguez Sánchez, 2009] Nieves Hurtado, A. and Domínguez Sánchez, F. C. (2009). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería: Un enfoque moderno*. Mexico: Mc Graw Hill.
- [Nilson et al., 1999] Nilson, A. H., Winter, G., Urquhart, L. C., and Charles Edward, R. (1999). *Diseño de estructuras de concreto*. McGraw-Hill Distrito Federal, México.
- [Norma E060, 2009] Norma E060, C. A. (2009). Reglamento nacional de edificaciones. *Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano*. 34, 35, 36, 37, 39, 58, 61, 81, 82, 93, 94



- [Ottazzi Pasino, 2004] Ottazzi Pasino, G. A. (2004). Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado. *Lima Perú*. 39, 41
- [Oviedo Sarmiento, 2016] Oviedo Sarmiento, R. R. (Lima-Perú-2016). *Diseño de Sismo-resistente de Edificaciones de Concreto Armado*. Universidad Nacional de Ingeniería. 33, 34, 35, 41, 44, 45, 46, 47, 48
- [Park and Paulay, 1997] Park, R. and Paulay, T. (1997). *Estructuras de concreto reforzado*. Limusa. 37, 38, 40
- [Portugal Barriga, 2007] Portugal Barriga, P. (2007). Tecnología del concreto de alto desempeño. *Editorial UNAS. 1ra Edición*. 1, 2, 3, 4, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 40, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 62
- [Quinchiguango Córdova and Taco Loachamín, 2016] Quinchiguango Córdova, M. V. and Taco Loachamín, D. M. (2016). Análisis estructural de una edificación de hormigón armado a través del software robot analysis structural. B.S. thesis, Quito: UCE. 55, 56
- [Ruíz Enero, 2006] Ruíz Enero, P. A. (2006). Influencia de los métodos comunes de curado en los especímenes de concreto de alto desempeño. *Lima Perú*. 4
- [Salinas, 2002] Salinas, S. (2002). Costos presupuestos valorizaciones y liquidaciones de obra.
- [Sampieri et al., 1996] Sampieri, R. H., Collado, C. F., and Lucio, P. B. (1996). Metodología de la investigación. *Edición McGraw Hill*.
- [UNICON, 2018] UNICON (2018). Union de Concreteras S.A. 18, 19
- [Velasco Ochoa et al., 2009] Velasco Ochoa, C. I., Peña Ochoa, C. F., and Cantos Salazar, M. D. (2009). Análisis diseño de elementos estructurales utilizando hormigón de alto desempeño (had) y comparación con elementos estructurales diseñados con hormigones convencionales para soportar las mismas condiciones de carga. *Repositorio Dspace*.
- [Wikipedia, 2018] Wikipedia (2018). Wikipedia:Bienvenidos. 3, 17, 39, 40, 41



Anexo A

- Anexo A.1** : Características del cemento por tipos
- Anexo A.2** : Características del aditivo chema
- Anexo A.3** : Resultados de análisis granulométrico por tamizado de agregado
- Anexo A.4** : Ensayo de abrasión los ángeles
- Anexo A.5** : Programa de diseño de mezclas de diseño patrones y de prueba
- Anexo A.6** : Ensayo de resistencia a la compresión simple
- Anexo A.7** : Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral
- Anexo A.8** : Análisis del agua utilizada en el concreto
- Anexo A.9** : Análisis del agregado utilizado en el concreto

Anexo A.1 Características físico químicas del cemento(por tipos)



Figura 4.7. Características físico químicas del cemento

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE CEMENTO POR TIPOS

FABRICADOS POR CEMENTO ANDINO S.A.

			TIPO I	TIPO II	TIPO V	TIPO 1(PM)	TIPO IP
Características							
Pruebas Físicas							
1	Superficie Específica (Blaine)	cm ² /gr	3200	3250	3250	4550	4840
2	Tiempo de Fraguado (Vicat)	hr:min					
	Inicial		2:40	2:20	2:50	2:05	2:06
	Final		4:45	4:50	5:15	4:30	4:30
3	Expansión Autoclave	%	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02
4	Contenido de Aire en Volumen	%	5.10	6.20	5.60	5.50	5.50
5	Resistencia a la Compresión	lb/cm ³					
	a 3 días		2500	2050	2350	2650	2400
	a 7 días		3400	2900	3000	3500	3250
	a 28 días		4850	4500	4600	4900	4650
6	Densidad		3.15	3.15	3.15	3.00	2.95
Pruebas Químicas							
1	Pérdida por ignición	%	0.81	0.73	0.94	2.90	3.51
2	Residuo Insoluble	%	0.50	0.60	0.49	13.40	19.95
3	Dióxido de Silicio (SiO ₂)	%	21.47	21.85	22.22	28.10	31.38
4	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	%	4.95	4.61	3.45	5.98	6.50
5	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	%	3.27	3.31	4.22	3.11	2.92
6	Oxido de Calcio (CaO)	%	65.02	64.65	64.80	55.85	52.00
7	Oxido de magnesio (MgO)	%	1.92	1.86	1.88	1.86	1.62
8	Cal Libre	%	1.00	1.10	0.95	N.A.	N.A.
9	Trióxido de Azufre (SO ₃)	%	2.30	2.15	2.05	2.80	2.82
10	Oxido de Sodio (Na ₂ O)	%	0.08	0.07	0.06	0.30	0.33
11	Oxido de Potasio (K ₂ O)	%	0.64	0.62	0.56	1.09	1.40
Fases Mineralógicas Según Bogue							
	Silicato Tricalcio (C ₃ S)		52.96	50.82	56.00	N.A.	N.A.
	Silicato Dicalcico (C ₂ S)		21.62	24.33	21.48	N.A.	N.A.
	Aluminato Tricalcico (C ₃ A)		7.58	6.62	2.00	N.A.	N.A.
	Ferro Aluminato Tetracalcico (C ₄ AF)		9.95	10.06	12.83	N.A.	N.A.
	Alcalis Equivalentes (Na ₂ O+0.658xK ₂ O)		0.50	0.48	0.43	1.02	1.25
	ASTM 311 Alkali Disponible (Equivalente)		0.49	0.47	0.42	0.62	0.65
	Porcentaje de Adición de Puzolana		N.A.	N.A.	N.A.	14.80	23.40
Nota: N.A. = No Aplicable							

EL PERÚ NECESITA CEMENTO NOSOTROS PRODUCIMOS EL MEJOR

Fuente: Adaptado de <http://zonasegura.seace.gob.pe/mon/docs/procesos/2017.pdf>

Anexo A.2 Características del aditivo Chemament 440 y Chema Fume



Figura 4.8. Chema fume

**CHEMA FUME**
Aditivo mineral, microsílíce sin densificar
V.012016
Calidad que Construye

DESCRIPCIÓN	CHEMA FUME es un aditivo mineral en polvo compuesto por sílice en estado cristalino (microsílíce) que reacciona químicamente con el hidróxido de calcio del cemento para formar silicatos hidratados. De modo que se obtienen morteros y concretos de elevadas resistencias mecánicas, baja permeabilidad y mayor durabilidad. CHEMA FUME cumple con la especificación ASTM C1240.																				
VENTAJAS	- Aumento de la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión. - Disminuye el porcentaje de vacíos aumentando la impermeabilidad. - Forma compuestos hidratados, disminuyendo la exudación y aumentando la cohesión. - Mejor resistencia a agentes químicos externos (cloruros, carbonatos, sulfatos). - Mejora el desempeño de la mezcla cementicia. - Mayor vida útil de la estructura.																				
USOS	- Elaboración de concretos y morteros de alta resistencia. - Elaboración de concretos y morteros para minería (<i>shotcrete</i>). - Elaboración de concretos de baja permeabilidad y alta durabilidad. - Estructuras marinas, puertos, túneles, puentes, represas.																				
DATOS TÉCNICOS	<table><tr><td>Aspecto:</td><td>Polvo</td></tr><tr><td>Color:</td><td>Gris</td></tr><tr><td>Cristalografía:</td><td>Sólido amorfo</td></tr><tr><td>Densidad:</td><td>2.35g/cm³</td></tr><tr><td>Retenido sobre malla 50µm [Nº 325 ASTM]:</td><td>3.7%</td></tr><tr><td>Superficie específica BET:</td><td>24 m²/g</td></tr><tr><td>Índice de actividad puzolánica, 7 días:</td><td>142%</td></tr><tr><td>Pérdidas por ignición:</td><td>9.4%</td></tr><tr><td>Contenido de sílice, SiO₂:</td><td>96.6%</td></tr><tr><td>Expansión autoclave:</td><td>-0.036%</td></tr></table>	Aspecto:	Polvo	Color:	Gris	Cristalografía:	Sólido amorfo	Densidad:	2.35g/cm ³	Retenido sobre malla 50µm [Nº 325 ASTM]:	3.7%	Superficie específica BET:	24 m ² /g	Índice de actividad puzolánica, 7 días:	142%	Pérdidas por ignición:	9.4%	Contenido de sílice, SiO ₂ :	96.6%	Expansión autoclave:	-0.036%
Aspecto:	Polvo																				
Color:	Gris																				
Cristalografía:	Sólido amorfo																				
Densidad:	2.35g/cm ³																				
Retenido sobre malla 50µm [Nº 325 ASTM]:	3.7%																				
Superficie específica BET:	24 m ² /g																				
Índice de actividad puzolánica, 7 días:	142%																				
Pérdidas por ignición:	9.4%																				
Contenido de sílice, SiO ₂ :	96.6%																				
Expansión autoclave:	-0.036%																				
PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO	1. Adicionar CHEMA FUME de la misma forma que es dosificado el cemento, en la planta de premezclado o en el <i>mixer</i> , según lo especificado en la norma ASTM C94.																				
RENDIMIENTO	La dosis de CHEMA FUME es entre 5 a 15% del peso de cemento. Debido a la formación del gel de silicato de calcio hidratado, se presentará un consumo adicional de agua, por lo que se debe considerar el uso de CHEMA SÚPERPLAST en su mezcla.																				
PRESENTACIÓN	Envase de 22.7Kg. (Código: 71100974)																				

CETOX
CENTRO TECNOLÓGICO S.A.C.
273-2318 / 999012933

ATENCIÓN AL CLIENTE:
(511) 336-8407

Página 1 de 2

Fuente: Adaptado de <http://www.chema.com.pe/construccion/construccion>

Figura 4.9. Chema súper plast



CHEMA SÚPER PLAST

Aditivo plastificante de alto rango y reductor de agua

Calidad que Construye

DESCRIPCIÓN	CHEMA SÚPER PLAST es un aditivo líquido, color marrón oscuro, compuesto por resinas sintéticas, reductor de agua y fluidificante de alto rango. Permite reducir hasta 35% de agua del diseño de mezcla normal. Producto adecuado a la norma ASTM C – 494 TIPO A.	
VENTAJAS	- CHEMA SÚPER PLAST puede ser utilizado como reductor de agua o superfluidificante. - Permite mantener por un tiempo prolongado la trabajabilidad. - Alta reducción de la proporción agua cemento sin alterar la trabajabilidad del concreto. - Reduce la exudación. - Aumento de las resistencias mecánicas y la durabilidad. - CHEMA SÚPER PLAST le confiere al concreto un acabado de muy buena calidad y permite llenar formas complicadas con mucha armadura de acero. - Mejora las características del concreto bombeado, reduciendo las presiones de bombeo.	
USOS	- Concretos bombeados. - Concretos de pavimentos. - Concretos estructurales. - Concretos pre y post-tensado. - Concretos de alta resistencia. - Concreto proyectado húmedo.	
DATOS TÉCNICOS	pH:	9.0
	Pe:	1.20 kg/L
	% Sólidos:	40
PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO	1.	COMO SUPERFLUIDIFICANTE: Para obtener un óptimo resultado agregue CHEMA SÚPER PLAST en el remezclado. El concreto debe tener inicialmente agua suficiente para obtener un descenso del cono de 3 a 4".
	2.	A IGUAL CONSISTENCIA: Para efectos de la trabajabilidad, se debe considerar en el diseño del concreto una reducción hasta 35% del agua de amasado. El grado de humedad de los áridos debe ser como mínimo el correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
	3.	Se recomienda mezclar los áridos con el cemento, agregar 60% del agua, para finalmente agregar diluido CHEMA SÚPER PLAST con el 40% restante y revolver durante 2 minutos. En caso de atraso en la colocación del concreto, se puede redosificar y remezclar para prolongar el efecto.
RENDIMIENTO	La dosis óptima es de 1% peso de cemento, siendo el rango de 0.4% - 2% peso de cemento.	

Fuente: Adaptado de <http://www.chema.com.pe/construcción/construcción>



Figura 4.10. Chema súper plast

**CHEMA SÚPER PLAST**
Aditivo plastificante de alto rango y reductor de agua

Calidad que Construye

PRESENTACIÓN	Envase de 1 gal. (Código: 05003616) Envase de 5 gal. (Código: 05003617) Envase de 55 gal. (Código: 08001055)
ALMACENAMIENTO	De almacenarse en un lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo el tiempo de vida útil será de 1 año.
PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	Es compatible con todos los cementos portland, puzolánicos y siderúrgicos. Con otros tipos de cemento se deberán hacer pruebas de comportamiento. Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.

Fuente: Adaptado de <http://www.chema.com.pe/construccion/construccion>

Anexo A.3 Resultados de análisis granulométrico

**INGEOMAX**
S.A.C.**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO**
(MTC E 204 - 2000)

Proyecto de investigación : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA - AYACUCHO"

Solicitante : Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA

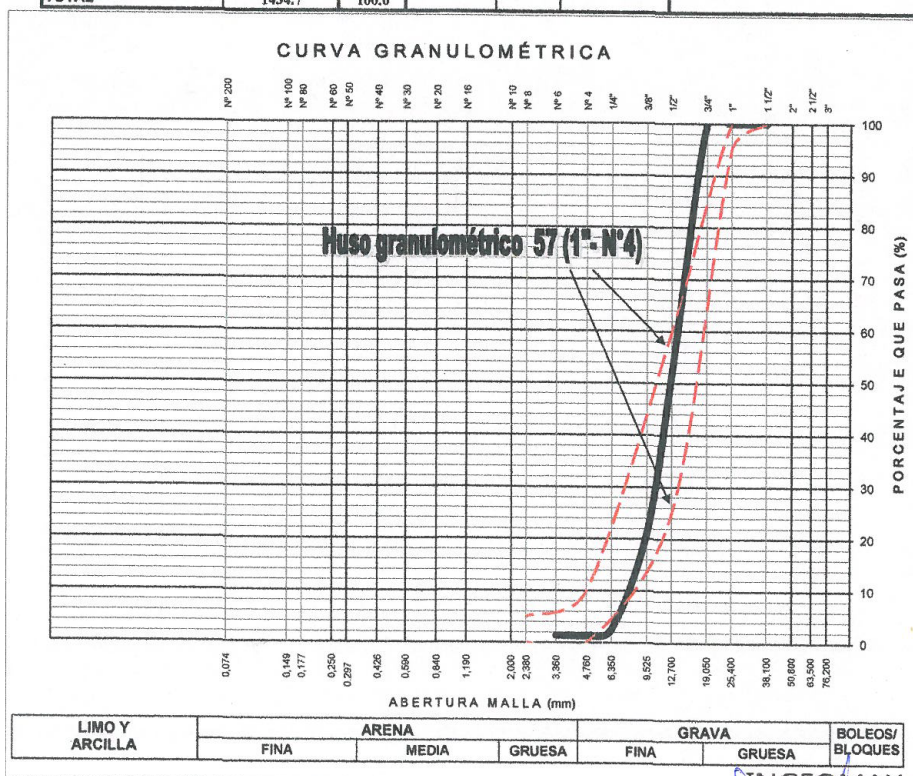
Cantera : LLAMOCCTACHI

Material : GRAVA CHANCADA

Fecha : NOVIEMBRE DE 2017

Region : AYACUCHO
Provincia : HUAMANGA
Distrito : PACAYCASA
Lugar : CHILLICO

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 57 TRAN 1° - N°4	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO
3"	76.200		-	-	100.00		PESOS (gr)
2 1/2"	63.500		-	-	100.00		Peso seco inicial 1434.69
2"	50.800		-	-	100.00		Peso seco lavado 1414.91
1 1/2"	38.100		-	-	100.00	100 - 100	Pérdida por lavado 19.8
1"	25.400		-	-	100.00	90 - 100	ENSAYOS ESTÁNDAR
3/4"	19.050		-	-	100.00	20 - 55	% Grava 98.6
1/2"	12.700	691.32	48.19	48.19	51.81	0 - 10	% Arena 0.0
3/8"	9.525	439.92	30.66	78.85	21.15	0 - 5	% de Finos 1.4
1/4"	6.350	267.26	18.63	97.48	2.52		D ₁₀ = D _{60(mn)} = 7.62
N° 4	4.760	16.41	1.14	98.62	1.38		D _{30(mn)} = 10.44
N° 6	3.360			98.62	1.38		D _{60(mn)} = 17.07
N° 8	2.380			98.62	1.38		Cu = 2.24
N° 10	2.000			98.62	1.38		Cc = 0.84
N° 16	1.190			98.62	1.38		D _{15(mn)} = 8.48
N° 20	0.840			98.62	1.38		D _{30(mn)} = 12.51
N° 30	0.590			98.62	1.38		D _{85(mn)} = 17.07
N° 40	0.426			98.62	1.38		Clasificación SUCS GP
N° 50	0.297			98.62	1.38		GRAVA MAL GRADUADA
N° 60	0.250			98.62	1.38		Tamaño Maximo 3/4"
N° 80	0.177			98.62	1.38		Tamaño Maximo Nominal 1/2"
N° 100	0.149			98.62	1.38		Gravedad especifica 2.71
N° 200	0.074			98.62	1.38		Módulo de Fineza 6.71
Fondo				98.62	1.38		Superficie especifica (cm ² /gr) 7.30
Lavado				98.62	1.38		
TOTAL		1434.7	100.0				



INGEOMAX
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP N° 182454
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INGEOMAX**
S.A.C**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

Proyecto : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA - AYACUCHO"

Solicitante : Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA Region : AYACUCHO

Cantera : LLAMOCCTACHI Provincia : HUAMANGA

Material : GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA Distrito : PACAYCASA

Fecha : NOVIEMBRE DE 2017 Lugar : CHILlico

PORCENTAJE DE VACIOS

IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	Agregado Fino
A	Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm ³)	1,466	1,693
B	Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm ³)	1,529	1,737
C	Gravedad Especifica de Masa	2.56	2.54
D	Peso de los Solidos (gr)	2,558	2,542
Porcentaje de Vacios (%) Agregado suelto		42.7	33.4
Porcentaje de Vacios (%) Agregado varillado		40.2	31.7

CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCION EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL

IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	98.09	88.48
B	Peso Seco de la muestra (gr)	97.18	87.60
C	Peso del agua en la muestra (gr)	0.91	0.88
D	% de absorcion		1.73
Contenido de Humedad (%)		0.94	1.00
Contenido de Humedad (%)			0.97
Absorcion Efectiva (%)			0.76
Humedad Superficial (%)			-
IDENTIFICACIÓN		Agregado Fino	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	74.39	74.56
B	Peso Seco de la muestra (gr)	71.06	71.24
C	Peso del agua en la muestra (gr)	3.33	3.32
D	% de absorcion		2.34
Contenido de Humedad (%)		4.69	4.66
Contenido de Humedad (%)			4.67
Absorcion Efectiva (%)			-
Humedad Superficial (%)			2.34

Nota: El agregado fue muestreado al llegar a laboratorio, cuya humedad en ese momento es la que se determina.

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP. N° 122454
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Proyecto : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA - AYACUCHO"

Solicitante : Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA Region : AYACUCHO
Cantera : LLAMOCCTACHI Provincia : HUAMANGA
Material : GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA Distrito : PACAYCASA
Fecha : NOVIEMBRE DE 2017 Lugar : CHILICO

AGREGADO GRUESO (MTC E 206 - 2000, NTP 400.021)

OBJETIVO: Obtención de los Pesos Específicos aparente y nominal, así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua.

DEFINICIONES: En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado aparente, si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se le denomina nominal.

IDENTIFICACIÓN		ENSAYO Nº 01 AG	ENSAYO Nº 02	ENSAYO Nº 03	PROMEDIO
A	Peso en el aire de la muestra seca (gr)	1,336.69	1,334.36		
B	Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	1,359.51	1,357.87		
C	Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	838.00	835.00		
	Peso Específico Aparente = $A/(B-C)$	2.56	2.55		2.56
	Peso Específico Aparente SSS = $B/(B-C)$	2.61	2.60		2.60
	Peso Específico Nominal = $A/(A-C)$	2.68	2.67		2.68
	% de Absorción = $((B - A)/A) \times 100$	1.71	1.76		1.73

AGREGADO FINO (MTC E 205 - 2000)

IDENTIFICACIÓN		ENSAYO Nº 01	ENSAYO Nº 02	ENSAYO Nº 03	PROMEDIO
A	Peso al aire de la muestra secada (gr)	244.65	243.94		
B	Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)	679.95	650.35		
C	Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)	833.57	804.53		
D	Peso de la muestra en SSS (gr)	250.00	250.00		
	Peso Específico Aparente = $A/(B-C+S)$	2.54	2.55		2.54
	Peso Específico Aparente SSS = $S/(B-C+S)$	2.59	2.61		2.60
	Peso Específico Nominal = $A/(A-C+B)$	2.69	2.72		2.70
	% de Absorción = $((S - A)/A) \times 100$	2.19	2.48		2.34

Porcentaje Retenido en la Malla Nº4 (%)	50.64
Porcentaje que pasa la Malla Nº4 (%)	49.36
Gravedad específica de los sólidos	2.60

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP. Nº 132454
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INGEOMAX**
S.A.C.**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E 203 - 2000)**

Proyecto : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA - AYACUCHO"

Solicitante : Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA Region : AYACUCHO
 Cantera : LLAMOCCTACHI Provincia : HUAMANGA
 Material : GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA Distrito : PACAYCASA
 Fecha : NOVIEMBRE DE 2017 Lugar : CHILICO

AGREGADO FINO**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	6,670.0	6,630.0	6,645.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,816.0	4,776.0	4,791.0
D Volumen del Molde (cm³)	2,832.0	2,832.0	2,832.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m³) = (C)/(D)	1,701	1,686	1,692
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)	1,693		

PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO

Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	6,737.0	6,782.0	6,796.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,883.0	4,934.0	4,942.0
D Volumen del Molde (cm³)	2,832.0	2,832.0	2,832.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m³) = (C)/(D)	1,724	1,742	1,745
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)	1,737		

AGREGADO GRUESO**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	4,800.0	4,800.0	4,800.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	18,945.0	18,958.0	18,962.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,145.0	14,158.0	14,162.0
D Volumen del Molde (cm³)	9,653.0	9,653.0	9,653.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m³) = (C)/(D)	1,465	1,467	1,467
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)	1,466		

PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO

Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	4,800.0	4,800.0	4,800.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	19,565.0	19,532.0	19,567.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,765.0	14,732.0	14,767.0
D Volumen del Molde (cm³)	9,653.0	9,653.0	9,653.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m³) = (C)/(D)	1,530	1,526	1,530
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)	1,529		

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morate Arias
 CIP. Nº 132454
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INGEOMAX**
S.A.C.**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL**

Proyecto : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA - AYACUCHO"

Solicitante : Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA

Cantera : LLAMOCCTACHI

Material : GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDADA

Fecha : NOVIEMBRE DE 2017

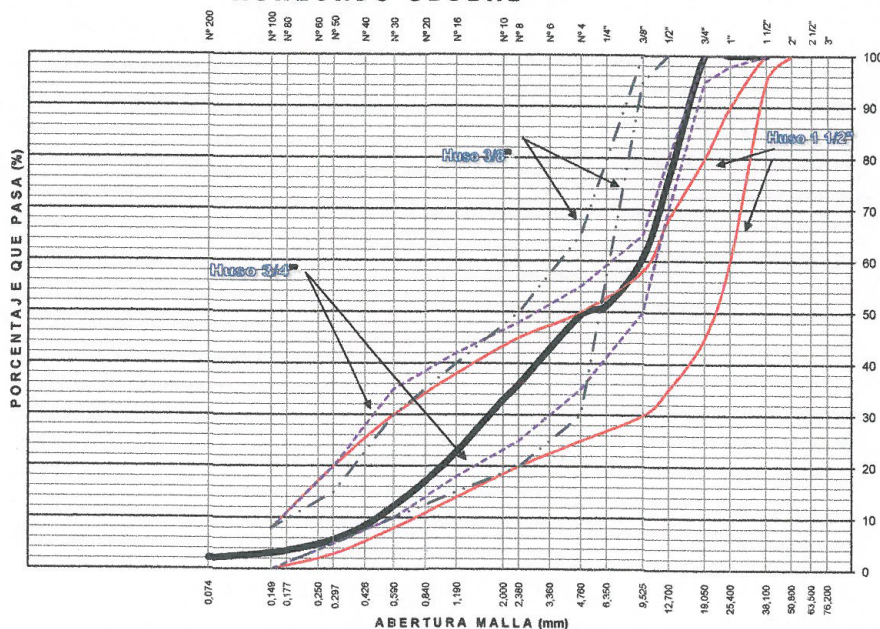
Region : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : PACAYCASA

Lugar : CHILlico

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A.G.) 1.00	% PASA (A.F.) 1.00	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 1 1/2'	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO
3"	76.200	100.00	100.00	0.00	100.00		RESULTADOS
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.00	100.00		
2"	50.800	100.00	100.00	0.00	100.00	100 - 100	% Grava 50.6
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.00	100.00	95 - 100	% Arena 47.3
1"	25.400	100.00	100.00	0.00	100.00	60 - 90	% de Finos 2.1
3/4"	19.050	100.00	100.00	0.00	100.00	45 - 80	$D_{10} = D_{60(mm)}$ = 0.4928
1/2"	12.700	51.81	100.00	24.09	75.91	35 - 68	$D_{30(mm)}$ = 1.767
3/8"	9.525	21.15	100.00	39.42	60.58	30 - 58	$D_{60(mm)}$ = 9.721
1/4"	6.350	2.52	100.00	48.74	51.26		C_u = 29.592
Nº 4	4.750	1.38	97.34	50.64	49.36	25 - 50	C_c = 0.65
Nº 6	3.350	1.38	97.34	50.64	49.36		$D_{15(mm)}$ = 0.730
Nº 8	2.380	1.38	70.46	64.08	35.92	20 - 45	$D_{50(mm)}$ = 5.297
Nº 10	2.000	1.38	64.43	67.09	32.91		$D_{85(mm)}$ = 5.872
Nº 16	1.190	1.38	44.20	77.21	22.79	14 - 38	Clasificación SUCS GP
Nº 20	0.840	1.38	32.86	82.88	17.12		GRAVA MAL GRABADA CON ARENA
Nº 30	0.590	1.38	23.19	87.72	12.28	8 - 30	
Nº 40	0.425	1.38	15.49	91.57	8.43		Tamaño Maximo 3/4"
Nº 50	0.297	1.38	10.11	94.25	5.75	3 - 20	Tamaño Maximo Nominal 1/2"
Nº 60	0.250	1.38	8.35	95.13	4.87		Módulo de Fineza 5.1
Nº 80	0.177	1.38	5.77	96.43	3.57		Porcentaje según analisis del Agregado Global
Nº 100	0.149	1.38	4.86	96.88	3.12	0 - 8	Porcentaje de Agregado Grueso 50.0
Nº 200	0.074	1.38	2.78	97.92	2.08		Porcentaje de Agregado fino 50.0
Fondo							

CURVA GRANULOMETRICA AGREGADO GLOBAL

LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

INGEOMAXIng. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP Nº 132454
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

INGEOMAX
S.A.C.INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO
(MTC E 204-2000)**Proyecto : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO
NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA - AYACUCHO"

Solicitante : Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA

Cantera : LLAMOCCTACHI

Material : ARENA ZARANDADA

Fecha : NOVIEMBRE DE 2017

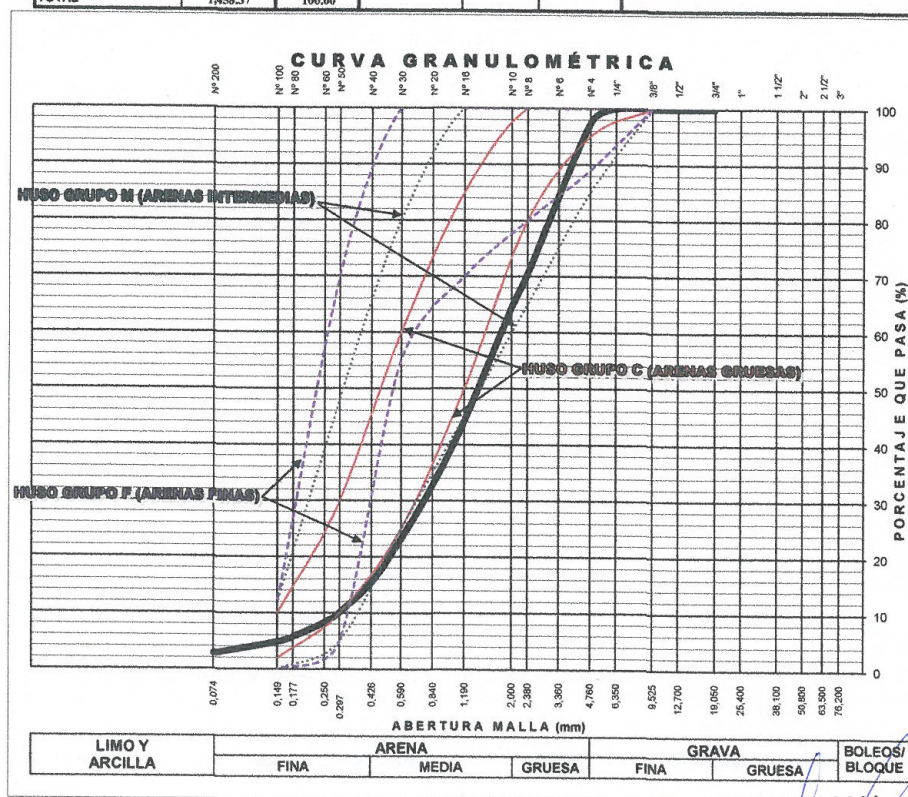
Region : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : PACAYCASA

Lugar : CHILlico

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. LIM. TOTAL	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	76.200				100.00		
2 1/2"	63.500		-	-	100.00		
2"	50.800		-	-	100.00		
1 1/2"	38.100		-	-	100.00		
1"	25.400		-	-	100.00		
3/4"	19.050		-	-	100.00		
1/2"	12.700		-	0.00	100.00		
3/8"	9.525		-	0.00	100.00		
1/4"	6.350		-	0.00	100.00		
Nº 4	4.760	38.86	2.66	2.66	97.34	100	
Nº 6	3.360		-	2.66	97.34	89 - 100	
Nº 8	2.380	392.00	26.88	29.54	70.46	65 - 100	
Nº 10	2.000	87.82	6.02	35.57	64.43		
Nº 16	1.190	295.12	20.24	55.80	44.20	45 - 100	
Nº 20	0.840	165.30	11.33	67.14	32.86		
Nº 30	0.590	141.14	9.68	76.81	23.19	25 - 100	
Nº 40	0.426	112.27	7.70	84.51	15.49		
Nº 50	0.297	78.39	5.38	89.89	10.11	5 - 70	
Nº 60	0.250	25.64	1.76	91.65	8.35		
Nº 80	0.177	37.73	2.59	94.23	5.77		
Nº 100	0.149	13.19	0.90	95.14	4.86	0 - 12	
Nº 200	0.074	30.32	2.08	97.22	2.78		
Fondo			-	97.22	2.78		
Lavado		40.6	2.78	100.00	0.00		
TOTAL		1458.37	100.00				
							PESOS (gr)
							Peso seco inicial 1458.37
							Peso seco lavado 1417.78
							Pérdida por lavado 40.6
							ENSAYOS ESTANDAR
							% Grava 2.7
							% Arena 94.6
							% de Finos 2.8
							D ₁₀ = D _{60(nm)} = 0.2940
							D _{30(nm)} = 0.7660
							D _{60(nm)} = 2.8232
							Cu = 9.6
							Cc = 0.7
							D _{15(nm)} = 0.4143
							D _{30(nm)} = 1.4222
							D _{65(nm)} = 3.6678
							Clasificación SUCS SP
							ARENA MAL GRADUADA
							Gravedad específica 2.60
							Módulo de Fineza 3.50
							Superficie específica (cm ² /gr) 39.7

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP Nº 132454
ESPECIALISTA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Anexo A.4:- Ensayo de abrasión los ángeles

**INGEOMAX****INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS**PROYECTO:** 'ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDA DE HUANTA, AYACUCHO'**SOLICITANTE:** Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA**REGIÓN:** AYACUCHO**CALITA:** CANTERA LLAMOCCTACHI**PROVINCIA:** HUANTA**ESTRATO:** MATERIAL GRANULAR**FECHA ENSAYO:** 07/009/2018**ABRASIÓN DE AGREGADO GRUESO MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

MUESTRA #	1
Procedencia	HUANTA
Tipo de muestra	Crudo
Gradación usada	A
No. de esferas	12
No. de revoluciones	500
Peso muestra inicial (g)	5001
Peso muestra final (g)	4010
Pérdida (g)	991
Desgaste %	19.82

DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES

TAMAÑOS				MASA Y GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA						
PASA		RETENIDO		A	B	C	D	E	F	G
mm	in	mm	in							
76,1	3	64,0	2 1/2					2500		
64,0	2 1/2	50,8	2					2500		
50,8	2	38,1	1 1/2					5000	5000	
38,1	1 1/2	25,4	1	1250					5000	5000
25,4	1	19,0	3/4	1250						5000
19,0	3/4	12,7	1/2	1250	2500					
12,7	1/2	9,5	3/8	1250	2500					
9,5	3/8	6.3	No 3			2500				
6.3	No 3	4,8	No 4			2500				
4,8	No 4	2,4	No 8				5000			
NÚMERO DE ESFERAS				12	11	8	6	12	12	12
NÚMERO DE REVOLUCIONES				500	500	500	500	1000	1000	1000

OBSERVACIONES: Estos resultados corresponden a muestras traídas a laboratorio
 ESPECIFICACIÓN INVIAS: Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones:
 BG: MAX. 35%
 SBG: MAX. 50%

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP. N° 132454
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Anexo A.5 Programa para diseño de mezclas del concreto de alto desempeño



A5.1-Código de fuente del programa diseño de mezcla del CAD

18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 1 of 14

```
%% DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO
% DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA cel(924464300_),correo(collahuacho.civil.unsch@gmail.
com)
% ING CIVIL UNSCH
% Ayacucho, 2019
format compact
format short
disp('Requerimiento:')
disp('Diseñar un concreto de alto desempeño para un edificio de 12 pisos en la ciudad de
Huanta Ayacucho con una resistencia de comprensión de concreto de 600-1200 kg/cm2 a los
28 días')
disp('Con una Slump de 9 pulg ')
disp('Utilizar CHEMA FUME Y CHEMA SUPER PLASTIFICANTE ó otro aditivo chema recomendado
por la Empresa Chema')
fc = 500 % Resistencia a compresión a 28 días kg/cm2
%% Cemento:
% ASTM Tipo I 'Cemento Andino'

Pecem=3.12 % Peso especifico de cemento andino.
%% Agua:
% Potable, de la red de servicio de público de Ciudad de Huanta Ayacucho.
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',fc,'Hoja1','D3') ;
disp(' Agregado fino:')
mfaf = 3.50 % modulo de finura
Peaf = 2.60 % Peso específico
PUCaf = 1737 % Peso unitario compactado
waf = 0.0153 % Contenido de humedad %6.64,1.16
aaf = 2.34 % Absorción %
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xl',mfaf,'Hoja1','D5') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',Peaf,'Hoja1','D6') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',PUCaf,'Hoja1','D7') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',waf,'Hoja1','D8') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',aaf,'Hoja1','D9') ;

disp(' Agregado grueso:')
%tmag=input('Ingrese tamaño máximo de agregados pulg(38-12-34-1):=')
%tmn=input('Ingrese: tamaño máximo nominal(38-12-34-1)=')
tmag = 34 % Tamaño máxima de agregado
tmn = 12 % Tamaño máximo nominal del agregado
Peag = 2.60 % Peso específico
PUCag = 1529 % Peso unitario compactado
wag = 0.0042 % Contenido de humedad % 0.97,0.56
aag = 1.73 % Absorción %
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',Peag,'Hoja1','D13') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',PUCag,'Hoja1','D14') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',wag,'Hoja1','D15') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',aag,'Hoja1','D16') ;

disp('Microsilice y superplastificante:')
PeCF = 2.35 % Densidad de CHEMA FUME (g/cm3) Aditivo mineral, microsilice sin
densificar
```



18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 2 of 14

```
Pe_csp = 1.24 % Densidad de CHEMA SÚPER PLAST (kg/L)Aditivo plastificante de alto rango y reductor de agua
```

```
%% DISEÑO
disp('1.- Selección de slump y resistencia requerida:')
disp('Tabla 3.1: Slump recomendado')
s1=input('Se usará SP, 1=sí,0=no:==')
s2=input('Slump sin SP=')
if s1==1
    Slump='1-2';
    questdlg({'Slump con superplastificante',' Slump recomendado es','1pulg-2pulg'},'Recuerde: Daniel')
elseif s1==0
    Slump='2-4';
    questdlg({'Slump sin superplastificante',' Slump recomendado es','2pulg-4pulg'},'Recuerde: Daniel')
end
Slump
disp('Resistencia requerida-fcr=(fc+98)/(0.90)')
fcr=(fc+98)/(0.90)
disp('2.- Verificación y selección del tamaño máximo del agregado:')
disp('Tabla 3.2:')

%tmag=input('Ingrese tamaño máximo de agregados pulg(38-12-34-1):=')
if fc < 630 && 34 <= tmag
    %tm=tmag
    helpdlg({'Verificacion de: ','tamaño máximo de agregado','fc < 630','TM=3/4','ok'},'Selección de TM y fc')
elseif fc < 630 && tmag <= 1
    tm=tmag
    helpdlg({'Verificacion de: ','tamaño máximo de agregado','fc < 630','TM=1','ok'},'Selección de TM y fc')
elseif fc > 630 && 38 <= tmag
    tm=tmag
    helpdlg({'Verificacion de: ','tamaño máximo de agregado','fc > 630','TM=3/8','ok'},'Selección de TM y fc')
elseif fc > 630 && tmag <= 12
    tm=tmag
    helpdlg({'Verificacion de: ','tamaño máximo de agregado','fc > 630','TM=1/2','ok'},'Selección de TM y fc')
else
    helpdlg({'Tamaño máximo de agregado','no se encuentra en intervalo','fc<630;[3/4-1]','fc>630;[3/8-1/2]','Verifique tamaño máximo'},'Mensaje de error')
end
%Tma
disp('3.- Selección del contenido optimo del agregado grueso')
disp('Tabla 3.3')
%Vol=input('%Vol=')

tmnd=[0.65 0.68 0.72 0.75];
if tmn==38
```




18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 5 of 14

[illegible]



18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 7 of 14

```
0 0 0 0 0.460000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.430000000000000 0↵
0 0 0.490000000000000;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0.370000000000000 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0.410000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0.390000000000000 0 0 0.440000000000000;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;↵
0.340000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.380000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0.360000000000000 0 0 0.400000000000000;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0;0.320000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.350000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0.330000000000000 0 0 0.370000000000000;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0;0.300000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0.320000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0.300000000000000 0 0 0.340000000000000;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0;0.280000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0.300000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.280000000000000 0 0 0.320000000000000;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0;0.260000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0.280000000000000 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.270000000000000 0 0 0.300000000000000];
elseif SP==2 & Ed==28
    K1=[0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0↵
```




18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 9 of 14

[illegible]



18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 1 of 14

```
%% DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO
% DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA cel(924464300_),correo(collahuacho.civil.unsch@gmail.
com)
% ING CIVIL UNSCH
% Ayacucho, 2019
format compact
format short
disp('Requerimiento:')
disp('Diseñar un concreto de alto desempeño para un edificio de 12 pisos en la ciudad de
Huanta Ayacucho con una resistencia de comprensión de concreto de 600-1200 kg/cm2 a los
28 días')
disp('Con una Slump de 9 pulg ')
disp('Utilizar CHEMA FUME Y CHEMA SUPER PLASTIFICANTE ó otro aditivo chema recomendado
por la Empresa Chema')
fc = 500 % Resistencia a compresión a 28 días kg/cm2
%% Cemento:
% ASTM Tipo I 'Cemento Andino'

Pecem=3.12 % Peso especifico de cemento andino.
%% Agua:
% Potable, de la red de servicio de público de Ciudad de Huanta Ayacucho.
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',fc,'Hoja1','D3') ;
disp(' Agregado fino:')
mfaf = 3.50 % modulo de finura
Peaf = 2.60 % Peso específico
PUCaf = 1737 % Peso unitario compactado
waf = 0.0153 % Contenido de humedad %6.64,1.16
aaf = 2.34 % Absorción %
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xl',mfaf,'Hoja1','D5') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',Peaf,'Hoja1','D6') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',PUCaf,'Hoja1','D7') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',waf,'Hoja1','D8') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',aaf,'Hoja1','D9') ;

disp(' Agregado grueso:')
%tmag=input('Ingrese tamaño máximo de agregados pulg(38-12-34-1):=')
%tmn=input('Ingrese: tamaño máximo nominal(38-12-34-1)=')
tmag = 34 % Tamaño máxima de agregado
tmn = 12 % Tamaño máximo nominal del agregado
Peag = 2.60 % Peso específico
PUCag = 1529 % Peso unitario compactado
wag = 0.0042 % Contenido de humedad % 0.97,0.56
aag = 1.73 % Absorción %
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',Peag,'Hoja1','D13') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',PUCag,'Hoja1','D14') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',wag,'Hoja1','D15') ;
%xlswrite('Diseño_Mezclas_CAD.xlsx',aag,'Hoja1','D16') ;

disp('Microsílice y superplastificante:')
PeCF = 2.35 % Densidad de CHEMA FUME (g/cm3) Aditivo mineral, microsílice sin
densificar
```




18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 2 of 14

```
Pe_csp = 1.24 % Densidad de CHEMA SÚPER PLAST (kg/L)Aditivo plastificante de alto✓  
rango y reductor de agua
```

```
%% DISEÑO  
disp('1.- Selección de slump y resistencia requerida:')  
disp('Tabla 3.1: Slump recomendado')  
s1=input('Se usará SP, 1=sí,0=no:==')  
%s2=input('Slump sin SP=')  
if s1==1  
    Slump='1-2';  
    questdlg({'Slump con superplastificante',' Slump recomendado es','1pulg-✓  
2pulg'},'Recuerde: Daniel')  
elseif s1==0  
    Slump='2-4';  
    questdlg({'Slump sin superplastificante',' Slump recomendado es','2pulg-✓  
4pulg'},'Recuerde: Daniel')  
end  
Slump  
disp('Resistencia requerida-fcr=(fc+98)/(0.90)')  
fcr=(fc+98)/(0.90)  
disp('2.- Verificación y selección del tamaño máximo del agregado:')  
disp('Tabla 3.2:')  
  
%tmag=input('Ingrese tamaño máximo de agregados pulg(38-12-34-1):=')  
if fc < 630 && 34 <= tmag  
    %tm=tmag  
    helpdlg({'Verificacion de: ','tamaño máximo de agregado','fc <✓  
630','TM=3/4','ok'},'Selección de TM y fc')  
elseif fc < 630 && tmag <= 1  
    tm=tmag  
    helpdlg({'Verificacion de: ','tamaño máximo de agregado','fc <✓  
630','TM=1','ok'},'Selección de TM y fc')  
elseif fc > 630 && 38 <= tmag  
    tm=tmag  
    helpdlg({'Verificacion de: ','tamaño máximo de agregado','fc >✓  
630','TM=3/8','ok'},'Selección de TM y fc')  
elseif fc > 630 && tmag <= 12  
    tm=tmag  
    helpdlg({'Verificacion de: ','tamaño máximo de agregado','fc >✓  
630','TM=1/2','ok'},'Selección de TM y fc')  
else  
    helpdlg({'Tamaño máximo de agregado','no se encuentra en intervalo','fc<630;[3/4-✓  
1]','fc>630;[3/8-1/2]','Verifique tamaño máximo'},'Mensaje de error')  
end  
%Tma  
disp('3.- Selección del contenido optimo del agregado grueso')  
disp('Tabla 3.3')  
%Vol=input('%Vol=')  
  
tmnd=[0.65 0.68 0.72 0.75];  
if tmn==38
```



18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 12 of 14

```
%xlswrite('Dise_CAD_Daniel.xlsx',mssp0,'Hoja1','C11'); %✎
Excel
disp('Dosificación en peso kg para 6 probetas de D=4'',H=8'' ')
%Vp2=((pi*4*8*(2.54)^3)/(100)^3)*4+0.2*((pi*4*8*(2.54)^3)/(100)^3)*4
Vp2=((pi*4*8*(2.54)^3)/(100)^3)*5
disp('CEMENTO   AGREGADO_GRUESO   AGREGADO_FINO   AGUA')
mssp0_1=Vp2*[Cemento_1' Agrueso_V0' Afino_V0' Agua_V0']

disp('8.--Para realizar 6 probetas de D=4", H=8" . Dosificacion en kg solo con cemento.')
disp('Vp=pi*4"*8"pulg2')
Vp1=((pi*4*8*(2.54)^3)/(100)^3)*5
disp('Proporciones de mezcla para 6 probetas de 4"d _ 8"h')
Vt2=Vp1
Vt=Vt2
disp('Cemento   Agrueso   Afino   Agua')
MD6=mssp*Vt % proporcion en peso kg para 9 probetas
%MD7=mssp0*Vt

%%disp('Ajuste por el contenido de humedad de los agregados')
%%Ag_GrVp=MD6(1,2)*(1+wag/100)
%%Ag_FinoVp=MD6(1,3)*(1+waf/100)
%%WVp=MD6(1,4)-MD6(1,3)*(waf/100-aaf/100)-MD6(1,2)*(wag/100-aag/100)
%%TotVp=MD6(1,1)+Ag_GrVp+Ag_FinoVp+WVp
%%PVp=[MD6(1,1)' Ag_GrVp' Ag_FinoVp' WVp']
%disp('Dosificación sin material cementante para 9 probetas de hormigón')

%PVp1=[MD6(1,1)' Ag_GrVp' Ag_FinoVp' WVp']-MD7

%%error=PVp-mssp0_1

%xlswrite('Dise_CAD_Daniel.xlsx',PVp1,'Hoja1','C18');

disp('Preparación de 6 probetas por alternativa con 5 dosificaciones para 5%,10%,15%,20%,25% de microsilise')
jj=0:5:20;
ii=5+jj;
ff=ii*0.01;
pp=1:1:5;
CF          = Cemento_1*ff;
CM          = Cemento_1*[1 1 1 1 1]-CF;
saco_cemento = CM/42.50;
Cemento_V   = (CM/(Pecem*1000));
MS_V        = (CF/(PeCF*1000));
Agrueso_V   = (Ag_Grueso_3/(Peag*1000))*[1 1 1 1 1];
Agua_V      = (Agua_4/(1000))*[1 1 1 1 1];
Aire_V      = (Aa/100)*[1 1 1 1 1];
TT          = Cemento_V+MS_V+Agrueso_V+Aire_V+Agua_V;
Af_V        = [1 1 1 1 1]-TT;
```



18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 13 of 14

```
%-----%

Cemento_V10 = Cemento_V*Pecem*1000*Vt;
MS_V10      = MS_V*PeCF*1000*Vt;
Agrueso_V10 = Agrueso_V*Peag*1000*Vt;
Agua_V10    = Agua_V*1000*Vt;
Afino_V0    = Af_V*Peaf*1000*Vt;

%-----%
Agrueso_V2 = Agrueso_V10*(1+wag/100);
Afino_V2   = Afino_V0*(1+waf/100);
Agua_V2    = Agua_V10-Afino_V0*(waf/100-aaf/100)-Agrueso_V10*(wag/100-aag/100);
%Totalfinal=Cemento_kg+C_V_kg+Ag_Gr_33+Ag_Fino_33+wff;
%-----%
% peso final.
disp('Resumen de la Dosificación en kg para 6 probetas de hormigón con 5%-10%-15%-20%-25% de microsilice.')
disp('MEZCLA %CHEFUME CEMENTO CHEMA_FUME AGREGADO_GRUESO AGREGADO_FINO AGUA')
DANIEL=[pp' ff' Cemento_V10' MS_V10' Agrueso_V2' Afino_V2' Agua_V2']

xlswrite('Dise_CAD_Daniel.xlsx',DANIEL,'Hoja1','B25');

disp('La cantidad de aditivo químico CHEMA SÚPER PLAST es escogida mediante el asentamiento, utilizando el cono de Abrams, hasta obtener la trabajabilidad deseada.')
%La cantidad de aditivo químico Sikament N100 es escogida mediante el asentamiento, utilizando el cono de Abrams, hasta obtener la trabajabilidad deseada.

disp('CHEMA SÚPER PLAST:---1% Del peso del cemento')

Cemento_V4 = (Cemento_V10+MS_V10)*0.01; % Kg
Vcsp_cm3_4 = (Cemento_V4*1000)/(Pe_csp); % cm3
Psp_g_4    = Vcsp_cm3_4*Pe_csp; % gr
Psp_g_74   = Cemento_V4/Pe_csp; % Lt de chemachen 440, 400, 290.
Psp_g_84   = Agua_V2-Psp_g_74; % litros de agua

disp('MEZCLA %CHEFUME CEMENTO CHEMA_FUME AGREGADO_GRUESO AGREGADO_FINO AGUA')
disp('CSP_g CSP_cm3')
A12=[pp' ff' Cemento_V10' MS_V10' Agrueso_V2' Afino_V2' Psp_g_84' Psp_g_74' Vcsp_cm3_4']

xlswrite('Dise_CAD_Daniel.xlsx',A12,'Hoja1','B36');

disp('CHEMA SÚPER PLAST:---1.5% Del peso del cemento')
Cemento_V5 = (Cemento_V10+MS_V10)*0.015; % Kg
Vcsp_cm3_5 = (Cemento_V5*1000)/(Pe_csp); % cm3
Psp_g_5    = Vcsp_cm3_5*Pe_csp; % gr
Psp_g_75   = Cemento_V5/Pe_csp; % Lt de chemachen 440, 400, 290.
Psp_g_85   = Agua_V2-Psp_g_75; % litros de agua

disp('MEZCLA %CHEFUME CEMENTO CHEMA_FUME AGREGADO_GRUESO AGREGADO_FINO AGUA')
```



18/01/20 11:27 AM C:\Users\Toshib...\Diseño CAD2019 DCC.m 14 of 14

```
CSP_g CSP_cm3')
A13=[pp' ff' Cemento_V10' MS_V10' Agrueso_V2' Afino_V2' Psp_g_85' Psp_g_75'✓
Vcsp_cm3_5']

xlswrite('Dise_CAD_Daniel.xlsx',A13,'Hoja1','B47');

disp('CHEMA SÚPER PLAST:--2% Del peso del cemento')
Cemento_V6 =(Cemento_V10+MS_V10)*0.02; % Kg
Vcsp_cm3_6 =(Cemento_V6*1000)/(Pe_csp); % cm3
Psp_g_6 =Vcsp_cm3_6*Pe_csp; % gr
Psp_g_7 =Cemento_V6/Pe_csp; % Lt de chemachen 440, 400, 290.
Psp_g_8 =Agua_V2-Psp_g_7; % litros de agua
disp('MEZCLA %_CHEFUME CEMENTO CHEMA_FUME AGREGADO_GRUESO AGREGADO_FINO AGUA✓
CSP_g CSP_cm3')
A14=[pp' ff' Cemento_V10' MS_V10' Agrueso_V2' Afino_V2' Psp_g_8' Psp_g_7' Vcsp_cm3_6']

xlswrite('Dise_CAD_Daniel.xlsx',A14,'Hoja1','B58');
```

Anexo A.6:- Ensayo de resistencia a la compresión simple



Figura 4.11. Ensayo de resistencia a la compresión simple

CONTROL DE CALIDAD													
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO													
NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000													
INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS INGEOMAX S.A.C.													
Proyecto : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA AYACUCHO" Solicitante : Bach. DANIEL COLLAHUACHO CALLAÑAUPA Responsables : ING. JOSÉ ERNESTO ESTRADA CÁRDENAS (ASESOR DE TESIS) : ING. MAXWIL ANTHONY MOROTE ARIAS (ESPECIALISTA EN CONCRETO) Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO Fecha : NOVIEMBRE 2017													
Región : AYACUCHO Provincia : HUAMANGA Distrito : AYACUCHO Lugar : HUANTA													
Nº Probeta	Estructura	Moldeo	Fecha Rotura	Edad	Díámetro testigo (cm)	Área testigo (cm²)	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Resistencia Diseño (kg/cm²)	% Resistencia Obtenida
001	Con fines de investigación para sistema elementos estructurales de una edificación alto empleando concreto de alto desempeño en la elaboración de testigos se utilizó aditivos: Chema fume, chemachen 440	27-Oct	03-Nov	07 días	10.15	80.87	20.59	3.88	559.0	56,940.64	704.10	500	141
002		27-Oct	03-Nov	07 días	10.12	80.42	20.34	3.86	559.3	56,971.26	708.40	500	142
003		27-Oct	03-Nov	07 días	10.20	81.65	20.33	3.85	558.9	56,930.44	697.30	500	140
004		27-Oct	24-Nov	28 días	10.09	80.01	20.48	3.89	577.0	58,777.34	734.60	500	147
005		27-Oct	24-Nov	28 días	10.21	81.91	20.31	3.88	578.1	58,889.58	719.00	500	144
006		27-Oct	24-Nov	28 días	10.14	80.72	20.59	3.90	577.9	58,869.18	729.30	500	146
007		28-Oct	23-Dic	56 días	10.15	80.83	20.61	3.88	642.6	65,471.08	809.90	500	162
008		29-Oct	24-Dic	56 días	10.13	80.56	20.36	3.86	643.3	65,542.51	813.60	500	163
009		30-Oct	25-Dic	56 días	10.17	81.26	20.39	3.85	642.5	65,460.88	805.50	500	161
Observaciones :- Los testigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en laboratorio por el tesisista.										RESULTADO CUMPLE ☒ NO CUMPLE ☐ OBSERVADO ☐			

DIRECCION: JR. JOSE SANTOS CHOCANO N° 104 - Barrio Magdalena - Ayacucho, CEL: 999526400, RPM: #999526400, EMAIL: ingeomax@hotmail.com, laboratorio.ingeomax@gmail.com

Anexo A.8:- Análisis químico del agua utilizada en el concreto



Figura 4.12. Análisis químico del agua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
Ayacucho – Perú
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Región : Ayacucho HR: 0068
Provincia : Huanta
Distrito : Huanta
Localidad : Huanta
Proyecto : "Estudio Comparativo del Diseño Estructural Computacional de una Edificación con concreto Normal y concreto de Alto Desempeño en la Ciudad de Huanta - Ayacucho"
Solicitante : Sr. Daniel Collahuacho Callañaupa
Muestra : Agua Potable Red de Servicio Público de Huanta

ANALISIS DE AGUA

Ensayos	Contenido	Límite permisible
pH	7.44	5.5 – 8.0
Cloruros (Cl ⁻) (ppm)	152.6	1000
Sulfatos (SO ₄ ⁼) (ppm)	231.6	600
Alcalinidad Total (NaHCO ₃) (ppm)	513.2	1000
Sales Disueltas Totales (ppm)	398.4	2000
Materia Orgánica (ppm)	0.00	3.00
Sólidos en Suspensión (ppm)	86.8	5000

Ayacucho, Diciembre del 2017

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan B. Giron Molina
C.I.P. 77120

Anexo A.9:- Análisis del agregado utilizado en el concreto



Figura 4.13. Análisis de agregado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
Ayacucho – Perú
“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Región : Ayacucho HR: 0089
Provincia : Huanta
Distrito : Huamanguilla
Localidad : Llamocctachi
Proyecto : “Estudio Comparativo del Diseño Estructural Computacional de una Edificación con concreto Normal y concreto de Alto Desempeño en la Ciudad de Huanta - Ayacucho”
Solicitante : Sr. Daniel Collahuacho Callañaupa
Muestra : Agregado Cantera: Llamocctachi

ANALISIS QUIMICO

Muestra	ELEMENTOS			
	pH	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	S. S. T. (ppm)
Agregado Fino	8.34	396.2	117.7	514.5
Agregado Gruseo	8.16	386.4	107.7	495.2

Ayacucho, Diciembre del 2017.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELO,
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan B. Girón Molina
C.I.P. 77120



Anexo B

- VISTA N°. – 01** : Tamizado de muestra para el análisis granulométrico
- VISTA N°. – 02** : Prueba de los ángeles del agregado grueso
- VISTA N°. – 03** : Secado de las muestras en el horno
- VISTA N°. – 04** : Slump del diseño patrón
- VISTA N°. – 05** : Slump del diseño patrón
- VISTA N°. – 06** : Slump del diseño prueba
- VISTA N°. – 07** : Llenado de probetas con la muestra
- VISTA N°. – 08** : Pesado de las probetas antes de la rotura por comprensión y/o comprensión diametral
- VISTA N°. – 09** : Colocado y rotura de las probetas
- VISTA N°. – 10** : Falla de las probetas.
- VISTA N°. – 11** : Colocado para la prueba por comprensión diametral



VISTA N°. – 01 – 01 TAMIZADO DE GRAVA CHANCADA



VISTA N°. – 01 – 02 RESULTADOS DE TAMIZADO DE GRAVA CHANCADA



VISTA N°. – 02 – 01 TAMIZADO DE ARENA



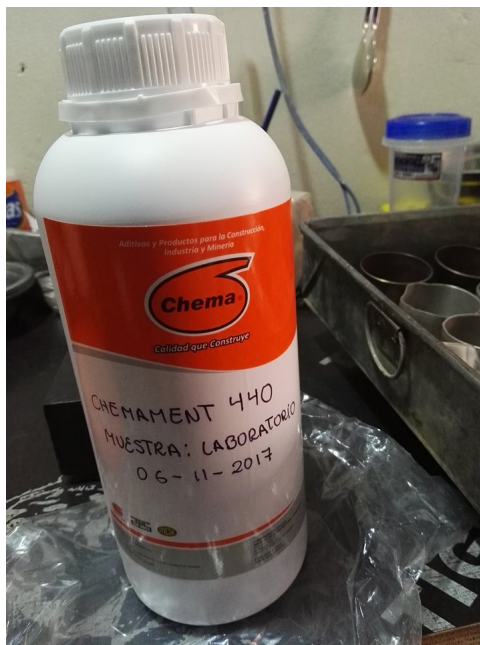
VISTA N°. – 02 – 02 RESULTADOS DE TAMIZADO DE ARENA



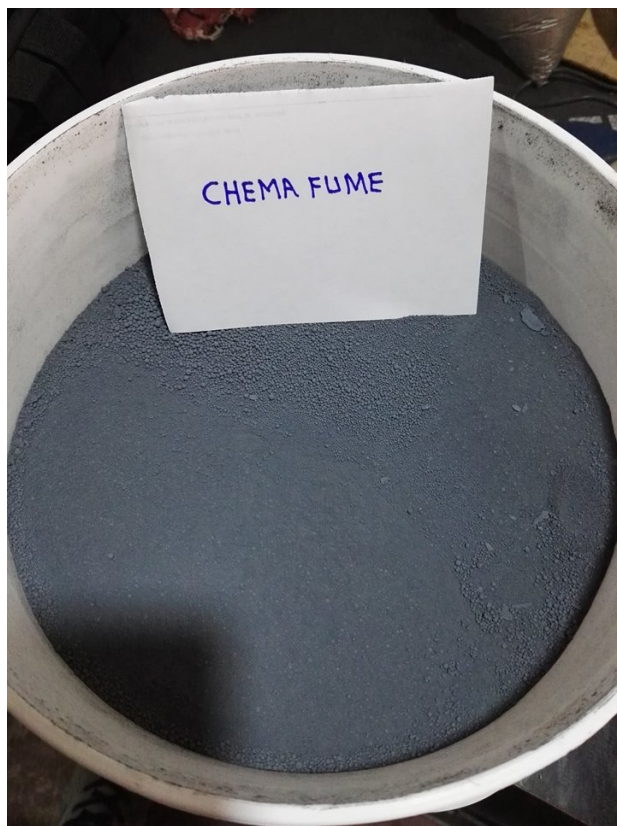
VISTA N°. – 02 – 01 PRUEBA DE ABRASIÓN DE AGREGADO GRUESO



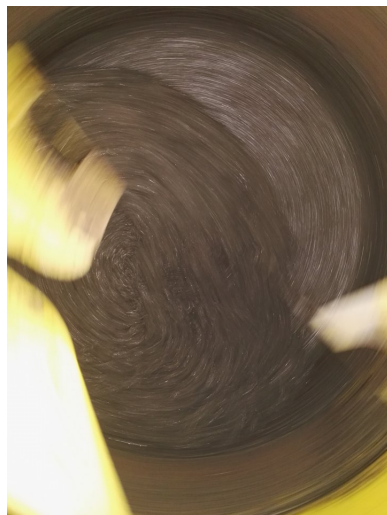
VISTA N°. – 02 – 02 RESULTADOS DE ABRASIÓN DE AGREGADO GRUESO



VISTA N°. – 02 – 01 ADITIVO CHEMACHENT 440



VISTA N°. – 02 – 02 ADITIVO CHEMA FUME



VISTA N°. – 02 – 02 RESULTADOS SLUMP DEL DISEÑO DE PRUEBA 4"x8"



VISTA N°. – 02 – 01 RESULTADO DE SLUMP DE PRUEBA



VISTA N°. – 02 – 01 PARA COLOCAR AL PROBETA 4"x8"



VISTA N°. – 02 – 02 COLOCACIÓN DE MEZCLA A LA PROBETA DE 4"x8"



VISTA N°. – 02 – 01 COLOCACIÓN DE PROBETA 4"x8" PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN



VISTA N°. – 02 – 02 ROTURA DE PROBETA 4"x8"



Anexo C

- Anexo C.1** : Costos unitarios del presupuesto de edificio empleando CC
- Anexo C.2** : Costos unitarios del presupuesto de edificio empleando CAD

Anexo C.1 Análisis costos unitarios del presupuesto de edificio empleando concreto convencional



S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 01.01.01 ELIMIN. MAT. PROCEDENTES DE TRABAJOS PRELIMINARES Dprom.= 5Km

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 5.82

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	15.86	0.56
						0.56
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.56	0.03
03011000060004	CARGADOR S/LLANTAS 110-125 2.5 YD3	hm	1.0000	0.0178	200.00	3.56
0301220009	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 15 M3.	hm	1.0000	0.0178	94.00	1.67
						5.26

Partida 01.02.01 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

Rendimiento m2/DIA MO. 650.0000 EQ. 650.0000 Costo unitario directo por : m2 4.07

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0369	15.86	0.59
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0123	19.30	0.24
						0.83
Materiales						
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.0100	5.00	0.05
02130200020005	CAL (BOLSA x 20 Kg)	bol		0.0500	50.00	2.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	7.00	0.14
0292010001	CORDEL	m		0.1900	0.50	0.10
						2.79
Equipos						
03010000020001	NIVEL	hm	1.0000	0.0123	11.80	0.15
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0123	17.70	0.22
0301000020	JALON	hm	1.0000	0.0123	2.36	0.03
0301000021	MIRA	hm	1.0000	0.0123	2.36	0.03
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.83	0.02
						0.45

Partida 01.02.02 REPLANTEO DURANTE EL PROCESO

Rendimiento m2/DIA MO. 650.0000 EQ. 650.0000 Costo unitario directo por : m2 3.87

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0246	15.86	0.39
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0123	19.30	0.24
						0.63
Materiales						
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.0100	5.00	0.05
02130200020005	CAL (BOLSA x 20 Kg)	bol		0.0500	50.00	2.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	7.00	0.14
0292010001	CORDEL	m		0.1900	0.50	0.10
						2.79
Equipos						
03010000020001	NIVEL	hm	1.0000	0.0123	11.80	0.15
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0123	17.70	0.22
0301000020	JALON	hm	1.0000	0.0123	2.36	0.03
0301000021	MIRA	hm	1.0000	0.0123	2.36	0.03
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.63	0.02
						0.45

Fecha : 16/01/2020 4:12:19a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 02.04.01 EXCAVACION DE ZANJA S Y ZAPATAS Rt<=2.0 kg/cm2. Df=1.50m.

Rendimiento m3/DIA MO. 3.5000 EQ. 3.5000 Costo unitario directo por : m3 37.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	15.86	36.25
						36.25
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	36.25	1.09
						1.09

Partida 02.05.01 CORTE DE TERRENO EN FORMA MANUAL

Rendimiento m3/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : m3 26.14

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	15.86	25.38
						25.38
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.38	0.76
						0.76

Partida 02.06.01 RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON PLANCHA VIBRATORIA 4HP.

Rendimiento m3/DIA MO. 22.0000 EQ. 22.0000 Costo unitario directo por : m3 25.29

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3636	21.95	7.98
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.7273	15.86	11.53
						19.51
	Materiales					
0290130022	AGUA	m3		0.1500	6.00	0.90
						0.90
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.51	0.59
0301100008	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.3636	11.80	4.29
						4.88

Partida 02.07.01 ACARREO INTERNO MATERIAL PROC. DE EXCAVACIONES MANUALES

Rendimiento m3/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m3 8.71

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.86	8.46
						8.46
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.46	0.25
						0.25

Fecha : 16/01/2020 4:12:19a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 03.01.01 CIMIENTO CORRIDO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo unitario directo por : m2 47.99

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	21.95	10.98
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	17.59	8.80
						19.78
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.7822	4.50	3.52
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2000	5.00	1.00
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3000	7.00	23.10
						27.62
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.78	0.59
						0.59

Partida 03.01.02 CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30%PG

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 174.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.95	5.85
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	17.59	4.69
0101010005	PEON	hh	6.0000	1.6000	15.86	25.38
						35.92
Materiales						
0207010011	PIEDRA GRANDE (MAX. 8")	m3		0.5000	42.00	21.00
0207030001	HORMIGON	m3		0.8700	40.00	34.80
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		3.0450	25.00	76.13
0290130022	AGUA	m3		0.1050	6.00	0.63
						132.56
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.92	1.08
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.2667	17.70	4.72
						5.80

Partida 03.01.03 CIMIENTO CORRIDO 1:8 + 25%PM

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 223.70

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.95	5.85
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	17.59	4.69
0101010005	PEON	hh	6.0000	1.6000	15.86	25.38
						35.92
Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		1.2100	40.00	48.40
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		5.3000	25.00	132.50
0290130022	AGUA	m3		0.1800	6.00	1.08
						181.98
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.92	1.08
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.2667	17.70	4.72
						5.80

Fecha : 16/01/2020 4:12:19a. m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.01.01 SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO fy=4200 Kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
1.26						
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
4.96						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
0.06						

Partida 04.01.02 SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo unitario directo por : m2 47.99

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	21.95	10.98
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	17.59	8.80
19.78						
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.7822	4.50	3.52
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2000	5.00	1.00
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3000	7.00	23.10
27.62						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.78	0.59
0.59						

Partida 04.01.03 SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
101.41						
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
274.23						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
14.84						

Fecha : 16/01/2020 4:12:19a. m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.02.01 ZAPATA - ACERO FY= 4200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
1.26						
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
4.96						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
0.06						

Partida 04.02.02 ZAPATAS - CONCRETO F'C = 210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
101.41						
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
274.23						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
14.84						

Partida 04.03.01 PLACAS - ACERO FY= 4200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
1.26						
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
4.96						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
0.06						

Fecha : 16/01/2020 4:12:19a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.03.02 PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m2 70.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4000	15.86	6.34
						37.97
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1200	4.50	0.54
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2200	5.00	1.10
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	7.00	29.26
						30.90
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	37.97	1.90
						1.90

Partida 04.03.03 PLACAS - CONCRETO F'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
						101.41
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
						274.23
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
						14.84

Partida 04.04.01 COLUMNAS - ACERO fy=4200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
						1.26
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
						4.96
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
						0.06

Fecha : 16/01/2020 4:12:19a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESOPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.04.02 COLUMNAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m2 56.09

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	21.95	11.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.59	9.38
21.09						
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.5700	5.00	2.85
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.2500	7.00	29.75
33.95						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	21.09	1.05
1.05						

Partida 04.04.03 COLUMNAS-CONCRETO f_c=210 Kg/cm²

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
101.41						
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
274.23						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
14.84						

Partida 04.05.01 COLUMNETAS - ACERO f_y=4200 kg/cm²

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
1.26						
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO f _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
4.96						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
0.06						

Fecha : 09/01/2020 11:36:34p. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESOPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 02.04.01 EXCAVACION DE ZANJA S Y ZAPATAS Rt<=2.0 kg/cm2. Df=1.50m.

Rendimiento m3/DIA MO. 3.5000 EQ. 3.5000 Costo unitario directo por : m3 37.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	15.86	36.25
						36.25
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	36.25	1.09
						1.09

Partida 02.05.01 CORTE DE TERRENO EN FORMA MANUAL

Rendimiento m3/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : m3 26.14

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	15.86	25.38
						25.38
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.38	0.76
						0.76

Partida 02.06.01 RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON PLANCHA VIBRATORIA 4HP.

Rendimiento m3/DIA MO. 22.0000 EQ. 22.0000 Costo unitario directo por : m3 25.29

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3636	21.95	7.98
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.7273	15.86	11.53
						19.51
	Materiales					
0290130022	AGUA	m3		0.1500	6.00	0.90
						0.90
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.51	0.59
0301100008	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.3636	11.80	4.29
						4.88

Partida 02.07.01 ACARREO INTERNO MATERIAL PROC. DE EXCAVACIONES MANUALES

Rendimiento m3/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m3 8.71

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.86	8.46
						8.46
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.46	0.25
						0.25

Fecha : 09/01/2020 11:36:34p. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESOPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.05.02 COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m2 65.16

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.59	14.07
31.63						
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	4.50	1.35
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.3100	5.00	1.55
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.2400	7.00	29.68
32.58						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	31.63	0.95
0.95						

Partida 04.05.03 COLUMNETAS-CONCRETO f'c=210 Kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
101.41						
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
274.23						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
14.84						

Partida 04.06.01 VIGAS - ACERO fy=4200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
1.26						
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
4.96						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
0.06						

Fecha : 09/01/2020 11:36:34p. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.06.02 VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m2 66.05

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	21.95	11.71
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.59	9.38
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	15.86	4.23
						25.32
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2000	4.50	0.90
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2400	5.00	1.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.4100	7.00	37.87
						39.97
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.32	0.76
						0.76

Partida 04.06.03 VIGAS - CONCRETO f_c=210 Kg/cm²

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
						101.41
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
						274.23
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
						14.84

Partida 04.07.01 VIGUETAS - ACERO f_y=4200 kg/cm²

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
						1.26
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO f _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
						4.96
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
						0.06

Fecha : 09/01/2020 11:36:34p. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESOPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.07.02 VIGUETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 57.46

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.95	14.63
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.59	11.73
						26.36
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2000	4.50	0.90
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2400	5.00	1.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.0300	7.00	28.21
						30.31
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.36	0.79
						0.79

Partida 04.07.03 VIGUETAS - CONCRETO f'c=210 Kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
						101.41
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
						274.23
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
						14.84

Partida 04.08.01 LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 58.52

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.95	14.63
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.59	11.73
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.3333	15.86	5.29
						31.65
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	4.50	0.45
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.1100	5.00	0.55
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5600	7.00	24.92
						25.92
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	31.65	0.95
						0.95

Fecha : 09/01/2020 11:36:34p. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESOPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.08.02 LOSA ALIGERADA - LADRILLO DE ARCILLA 15*30*30cm

Rendimiento und/DIA MO. 2,000.0000 EQ. 2,000.0000 Costo unitario directo por : und 3.26

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0040	21.95	0.09
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0320	15.86	0.51
						0.60
Materiales						
02160100040005	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und		1.0500	2.50	2.63
						2.63
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.60	0.03
						0.03

Partida 04.08.03 LOSA ALIGERADA - ACERO fy=4200 Kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
						1.26
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
						4.96
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
						0.06

Partida 04.08.04 LOSA ALIGERADA - CONCRETO fc=210 Kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
						101.41
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
						274.23
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
						14.84

Fecha : 09/01/2020 11:36:34p. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102023 "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CC

Fecha presupuesto 02/03/2019

Partida 04.09.01 ESCALERA - ACERO $f_y=4200$ Kg/cm²

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
						1.26
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO $f_y = 4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73
						4.96
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06
						0.06

Partida 04.09.02 ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m²/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000 Costo unitario directo por : m² 106.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.95	29.27
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.59	23.45
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.6667	15.86	10.57
						63.29
Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0800	4.50	0.36
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.1500	5.00	0.75
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.7400	7.00	40.18
						41.29
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	63.29	1.90
						1.90

Partida 04.09.03 ESCALERA - CONCRETO $F'c=210$ kg/cm²

Rendimiento m³/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m³ 390.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
0101010017	OPERADOR DE MAQUINA	hh	1.0000	0.4000	15.86	6.34
						101.41
Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" y 3/4"	m3		0.7060	80.00	56.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4910	60.00	29.46
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.4890	25.00	187.23
0290130022	AGUA	m3		0.1760	6.00	1.06
						274.23
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.41	3.04
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	11.80	4.72
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.4000	17.70	7.08
						14.84

Fecha : 16/01/2020 4:12:19a. m.

Anexo C.2 Análisis costos unitarios del presupuesto de edificio empleando concreto de alto desempeño



S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020

ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida 01.01.01 ELIMIN. MAT. PROCEDENTES DE TRABAJOS PRELIMINARES Dprom.= 5Km

Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3			5.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	15.86	0.56	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.56	0.03	
03011000060004	CARGADOR S/LLANTAS 110-125 2.5 YD3	hm	1.0000	0.0178	200.00	3.56	
0301220009	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 15 M3.	hm	1.0000	0.0178	94.00	1.67	
						5.26	

Partida 01.02.01 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

Rendimiento	m2/DIA	MO. 650.0000	EQ. 650.0000	Costo unitario directo por : m2			4.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0369	15.86	0.59	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0123	19.30	0.24	
	Materiales						
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.0100	5.00	0.05	
02130200020005	CAL (BOLSA x 20 Kg)	bol		0.0500	50.00	2.50	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	7.00	0.14	
0292010001	CORDEL	m		0.1900	0.50	0.10	
	Equipos						
03010000020001	NIVEL	hm	1.0000	0.0123	11.80	0.15	
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0123	17.70	0.22	
0301000020	JALON	hm	1.0000	0.0123	2.36	0.03	
0301000021	MIRA	hm	1.0000	0.0123	2.36	0.03	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.83	0.02	
						0.45	

Partida 01.02.02 REPLANTEO DURANTE EL PROCESO

Rendimiento	m2/DIA	MO. 650.0000	EQ. 650.0000	Costo unitario directo por : m2			3.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0246	15.86	0.39	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0123	19.30	0.24	
	Materiales						
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.0100	5.00	0.05	
02130200020005	CAL (BOLSA x 20 Kg)	bol		0.0500	50.00	2.50	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	7.00	0.14	
0292010001	CORDEL	m		0.1900	0.50	0.10	
	Equipos						
03010000020001	NIVEL	hm	1.0000	0.0123	11.80	0.15	
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0123	17.70	0.22	
0301000020	JALON	hm	1.0000	0.0123	2.36	0.03	
0301000021	MIRA	hm	1.0000	0.0123	2.36	0.03	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.63	0.02	
						0.45	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020 ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	02.04.01	EXCAVACION DE ZANJA S Y ZAPATAS Rt<=2.0 kg/cm2. Df=1.50m.					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : m3			37.34
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	15.86	36.25	36.25
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	36.25	1.09	1.09
Partida	02.05.01	CORTE DE TERRENO EN FORMA MANUAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : m3			26.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	15.86	25.38	25.38
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.38	0.76	0.76
Partida	02.06.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON PLANCHA VIBRATORIA 4HP.					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 22.0000	EQ. 22.0000	Costo unitario directo por : m3			25.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3636	21.95	7.98	7.98
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.7273	15.86	11.53	11.53
	Materiales						
0290130022	AGUA	m3		0.1500	6.00	0.90	0.90
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.51	0.59	0.59
0301100008	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.3636	11.80	4.29	4.29
Partida	02.07.01	ACARREO INTERNO MATERIAL PROC. DE EXCAVACIONES MANUALES					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			8.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	15.86	8.46	8.46
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.46	0.25	0.25

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020 ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	03.01.01	CIMIENTO CORRIDO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2			47.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	21.95	10.98	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	17.59	8.80	
						19.78	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.7822	4.50	3.52	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2000	5.00	1.00	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3000	7.00	23.10	
						27.62	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.78	0.59	
						0.59	
Partida	03.01.02	CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30%PG					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3			174.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.95	5.85	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	17.59	4.69	
0101010005	PEON	hh	6.0000	1.6000	15.86	25.38	
						35.92	
	Materiales						
0207010011	PIEDRA GRANDE (MAX. 8")	m3		0.5000	42.00	21.00	
0207030001	HORMIGON	m3		0.8700	40.00	34.80	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		3.0450	25.00	76.13	
0290130022	AGUA	m3		0.1050	6.00	0.63	
						132.56	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.92	1.08	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.2667	17.70	4.72	
						5.80	
Partida	03.01.03	CIMIENTO CORRIDO 1:8 + 25%PM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3			223.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.95	5.85	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	17.59	4.69	
0101010005	PEON	hh	6.0000	1.6000	15.86	25.38	
						35.92	
	Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		1.2100	40.00	48.40	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		5.3000	25.00	132.50	
0290130022	AGUA	m3		0.1800	6.00	1.08	
						181.98	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.92	1.08	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 11 p3	hm	1.0000	0.2667	17.70	4.72	
						5.80	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020

ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	ESTRUCTURAS VERTICALES						
04.01.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO fy=4200 Kg/cm2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
						1.26	
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73	
						4.96	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06	
						0.06	
04.01.02	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2			47.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	21.95	10.98	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	17.59	8.80	
						19.78	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.7822	4.50	3.52	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2000	5.00	1.00	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3000	7.00	23.10	
						27.62	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.78	0.59	
						0.59	
04.01.03	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO PREMEZCLADO fc=210kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			277.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
02190100010025	CONCRETO PREMEZCLADO fc=210kg/cm2	m3		1.0500	208.13	218.54	
						218.54	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.78	0.59	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.54	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020

ESTRUCTURALES VERTICALES

ESTRUCTURALES VERTICALES							
Partida	04.02.01		ZAPATA - ACERO FY= 4200 kg/cm2				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
						1.26	1.26
Materiales							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	4.50	4.73
						4.96	4.96
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.26	0.06
						0.06	0.06
Partida	04.02.02		ZAPATAS - CONCRETO PREMEZCLADO F'C = 210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			277.86
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08
0101010018	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38
						11.78	11.78
Materiales							
02190100010025	CONCRETO PREMEZCLADO fc=210kg/cm2		m3		1.0500	208.13	218.54
						218.54	218.54
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	11.78	0.59
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO		hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06
						47.54	47.54
Partida	04.03.01		PLACAS - ACERO FY= 4200 kg/cm2				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
						1.26	1.26
Materiales							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0.0500	4.50	0.23
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	4.50	4.73
						4.96	4.96
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.26	0.06
						0.06	0.06

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020 ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	04.03.02	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			70.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.95	17.56	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.59	14.07	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4000	15.86	6.34	
						37.97	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1200	4.50	0.54	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2200	5.00	1.10	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	7.00	29.26	
						30.90	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	37.97	1.90	
						1.90	
Partida	04.03.03	CONCRETO PREMEZCLADO - PLACAS f'c= 500 kg/cm2+chechen 440+chemafume					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			847.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
0219010013	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=500 kg/cm2 CHEMCHAN 440+CHEMAFUME	m3		1.0500	750.80	788.34	
						788.34	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.78	0.35	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.30	
Partida	04.04.01	COLUMNAS - ACERO fy=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
						1.26	
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73	
						4.96	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06	
						0.06	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020

ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	04.04.02	COLUMNAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2			56.09
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	21.95	11.71	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.59	9.38	
						21.09	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	4.50	1.35	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.5700	5.00	2.85	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.2500	7.00	29.75	
						33.95	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	21.09	1.05	
						1.05	
Partida	04.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO - COLUMNAS f'c= 500 kg/cm2+chechen 440+chemafume					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			847.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
0219010013	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=500 kg/cm2 CHEMCHAN 440+CHEMAFUME	m3		1.0500	750.80	788.34	
						788.34	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.78	0.35	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.30	
Partida	04.05.01	COLUMNETAS - ACERO fy=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
						1.26	
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73	
						4.96	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06	
						0.06	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020

ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	04.05.02	COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			65.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.95	17.56	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.59	14.07	
						31.63	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	4.50	1.35	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.3100	5.00	1.55	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.2400	7.00	29.68	
						32.58	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	31.63	0.95	
						0.95	
Partida	04.05.03	COLUMNETAS-CONCRETO PREMEZCLADO f'c=500 Kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			847.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
0219010013	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=500 kg/cm2 CHEMCHAN 440+CHEMAFUME	m3		1.0500	750.80	788.34	
						788.34	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.78	0.35	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.30	
Partida	04.06.01	VIGAS - ACERO fy=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
						1.26	
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73	
						4.96	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06	
						0.06	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020 ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	04.06.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2			66.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	21.95	11.71	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.59	9.38	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	15.86	4.23	
						25.32	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2000	4.50	0.90	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2400	5.00	1.20	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.4100	7.00	37.87	
						39.97	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.32	0.76	
						0.76	
Partida	04.06.03	VIGAS - CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ Kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			277.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
02190100010025	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm2	m3		1.0500	208.13	218.54	
						218.54	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.78	0.59	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.54	
Partida	04.07.01	VIGUETAS - ACERO $f_y=4200$ kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
						1.26	
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23	
02040300010022	ACERO CORRUGADO $f_y = 4200$ kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73	
						4.96	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06	
						0.06	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020 ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	04.07.02	VIGUETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			57.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.95	14.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.59	11.73	
						26.36	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2000	4.50	0.90	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.2400	5.00	1.20	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.0300	7.00	28.21	
						30.31	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.36	0.79	
						0.79	
Partida	04.07.03	VIGUETAS - CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 Kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			277.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
02190100010025	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210kg/cm2	m3		1.0500	208.13	218.54	
						218.54	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.78	0.59	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.54	
Partida	04.08.01	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			58.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.95	14.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.59	11.73	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.3333	15.86	5.29	
						31.65	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	4.50	0.45	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.1100	5.00	0.55	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5600	7.00	24.92	
						25.92	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	31.65	0.95	
						0.95	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020 ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	04.08.02	LOSA ALIGERADA - LADRILLO DE ARCILLA 15*30*30cm					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : und			3.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0040	21.95	0.09	
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0320	15.86	0.51	
						0.60	
	Materiales						
02160100040005	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und		1.0500	2.50	2.63	
						2.63	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.60	0.03	
						0.03	
Partida	04.08.03	LOSA ALIGERADA - ACERO fy=4200 Kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
						1.26	
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73	
						4.96	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06	
						0.06	
Partida	04.08.04	LOSA ALIGERADA - CONCRETO PREMEZCLADO fc=210 Kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			277.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
02190100010025	CONCRETO PREMEZCLADO fc=210kg/cm2	m3		1.0500	208.13	218.54	
						218.54	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.78	0.59	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.54	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103001 ' ESTUDIO COMPARATIVO COMPUTACIONAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL COMPUTACIONAL DE UNA EDIFICACIÓN CON CONCRETO NORMAL Y CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO EN LA CIUDAD DE HUANTA, AYACUCHO '

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS EMPLEANDO CAD EN ELEMENTOS Fecha presupuesto 08/01/2020

ESTRUCTURALES VERTICALES

Partida	04.09.01	ESCALERA - ACERO Fy=4200 Kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			6.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
						1.26	
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	4.50	0.23	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.50	4.73	
						4.96	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.26	0.06	
						0.06	
Partida	04.09.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m2			106.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.95	29.27	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.59	23.45	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.6667	15.86	10.57	
						63.29	
	Materiales						
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0800	4.50	0.36	
02041200020003	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" y 4"	kg		0.1500	5.00	0.75	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.7400	7.00	40.18	
						41.29	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	63.29	1.90	
						1.90	
Partida	04.09.03	ESCALERA - CONCRETO PREMESCLADO F'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			277.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.95	3.51	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.59	2.81	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.86	5.08	
0101010018	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	23.50	0.38	
						11.78	
	Materiales						
02190100010025	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210kg/cm2	m3		1.0500	208.13	218.54	
						218.54	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.78	0.59	
03012900010005	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.1600	11.80	1.89	
0301290004	BOMBA DE CONCRETO SERVICIO	hm	8.8000	1.4080	32.00	45.06	
						47.54	

Fecha : 16/01/2020 4:18:39a. m.

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)

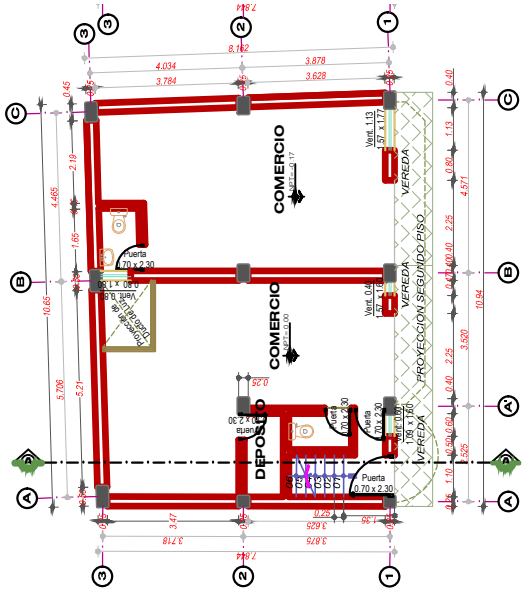


Anexo D

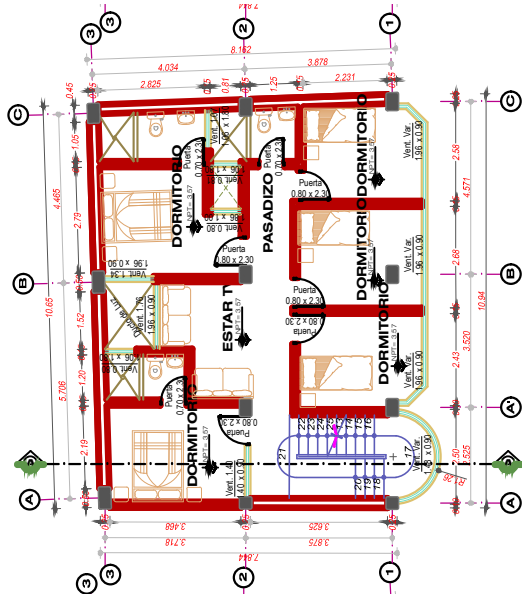
Anexo D.1 : Plano matriz de arquitectura del lote 23

Anexo D.2 : Plano matriz de estructura del lote 23

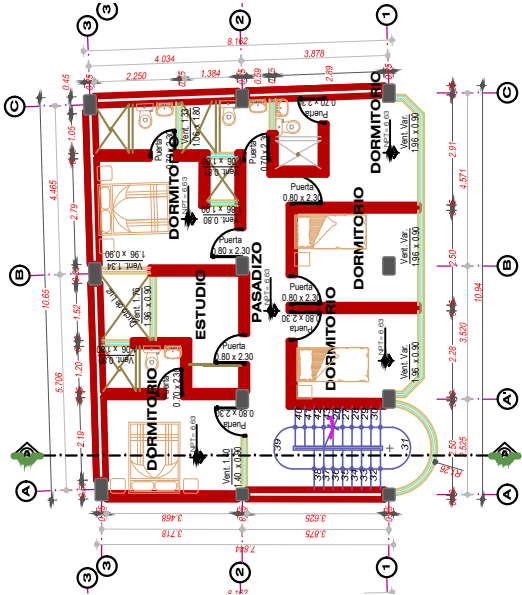
Anexo D.1 Plano matriz de arquitectura del lote 23



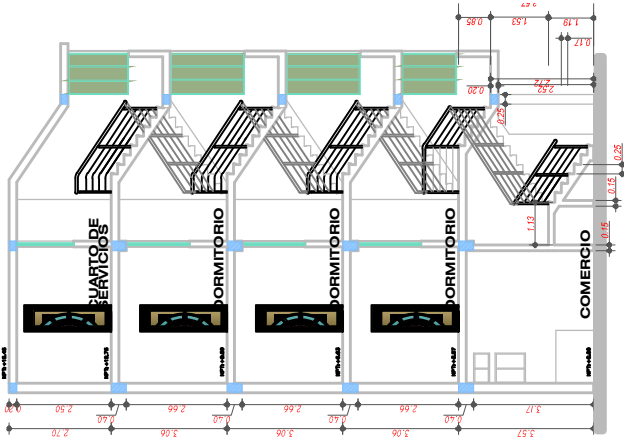
Dist. Primera Planta
Escala: 1/200



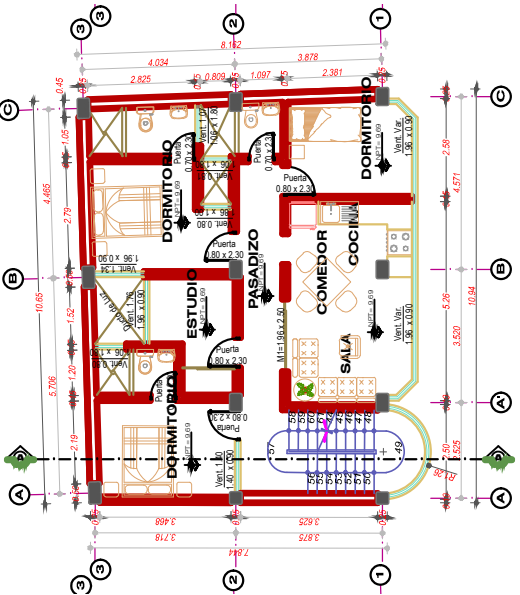
Dist. Segunda Planta
Escala: 1/200



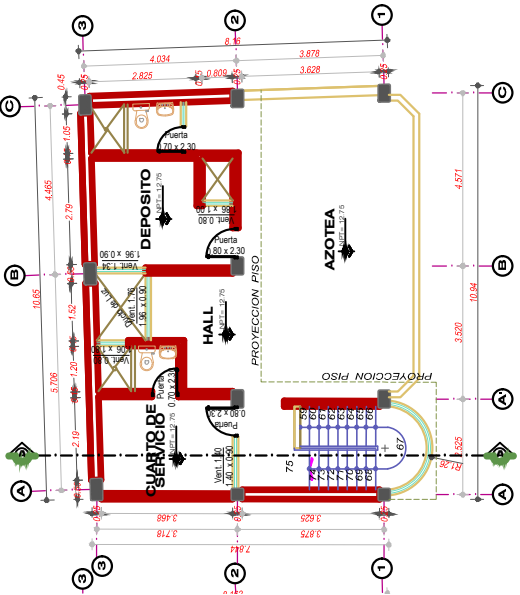
Dist. Tercera Planta
Escala: 1/200



CORTE A-A
Escala: 1/200



Dist. Cuarta Planta
Escala: 1/200



Dist. Primera Planta
Escala: 1/200

CUADRO DE AREAS

DESCRIPCION	DETALLE	AREA (m2)
AREA CONSTRUIDA 1° PISO		86.35
AREA CONSTRUIDA 2° PISO		92.40
AREA CONSTRUIDA 3° PISO		92.40
AREA CONSTRUIDA 4° PISO		92.40
AREA CONSTRUIDA 5° PISO		92.40
AREA TOTAL CONSTRUIDO		455.95

PROPIETARIOS:
MARTHA HUAMAN SEDANO

PLANO:

DISTRIBUCION
ELEVACION Y CORTE



UBICACION: AYACUCHO
REGION: HUANTA
PROVINCIA: HUANTA
DISTRITO: LOTIZACION TUPIN
C. POBLADO: --
SECTOR: --
PREIO: --
MZ / LOTE: P/23
DIRECCION: JR. OSWALDO N. REGAL

PROYECTO:
CONSTRUCCION VIVIENDA- COMERCIO

DIBUJO: CLV

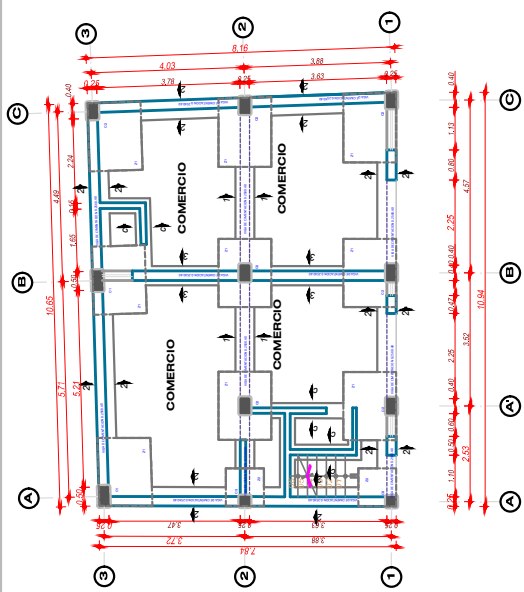
DISENO: CLV

"UNSCH"

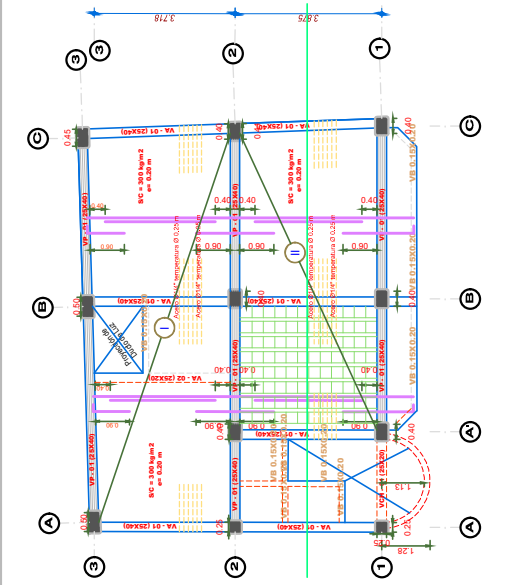
ESCALA: INDICADA

FECHA: MAYO 2018

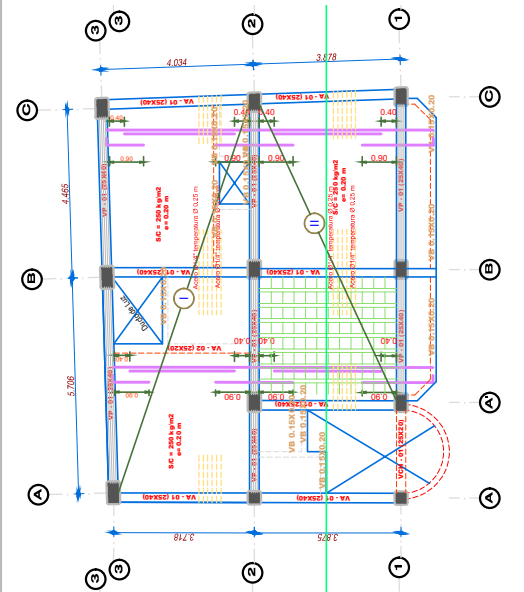
Anexo D.2 Plano matriz de estructura del lote 23



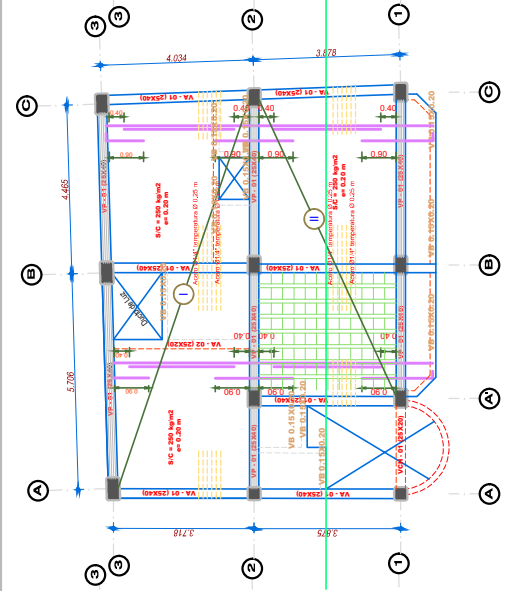
CIMENTACIÓN
ESCALA: 1/200



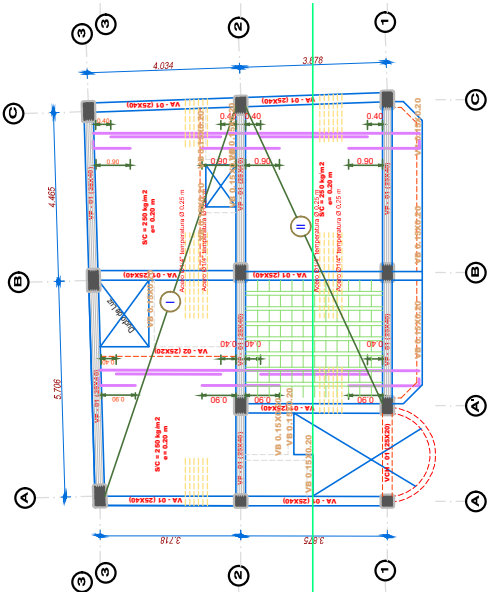
ALIGERADO PRIMER PISO
ESCALA: 1/200



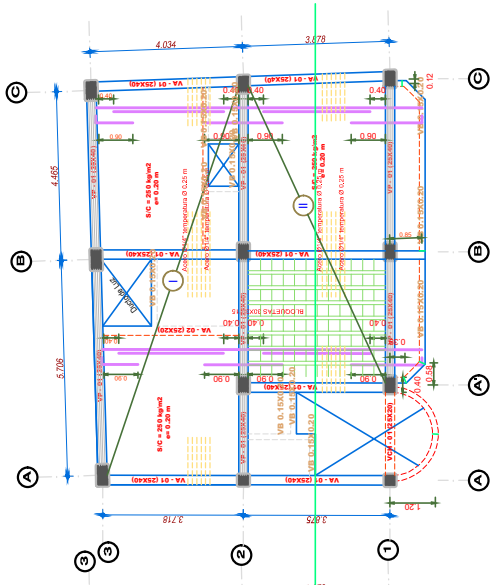
ALIGERADO SEGUNDO PISO
ESCALA: 1/200



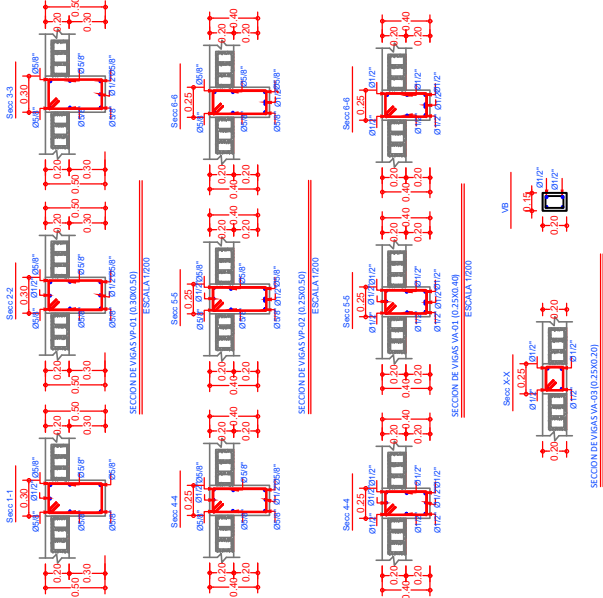
ALIGERADO TERCER PISO
ESCALA: 1/200

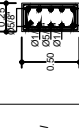
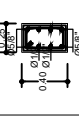


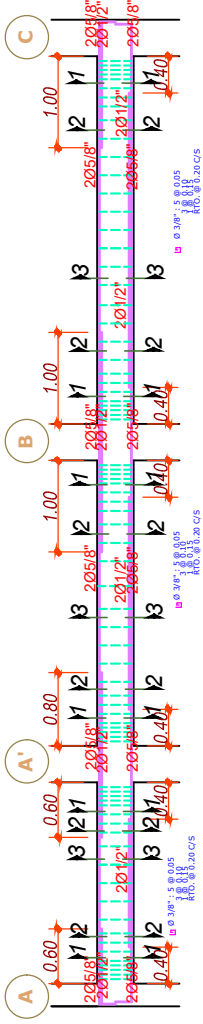
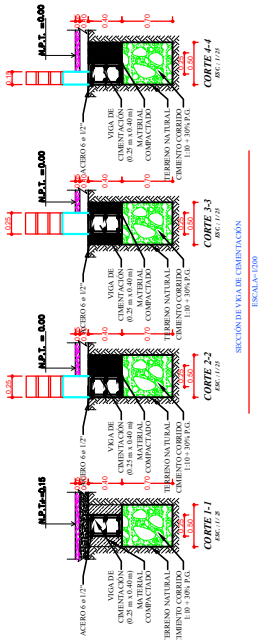
ALIGERADO CUARTO PISO
ESCALA: 1/200



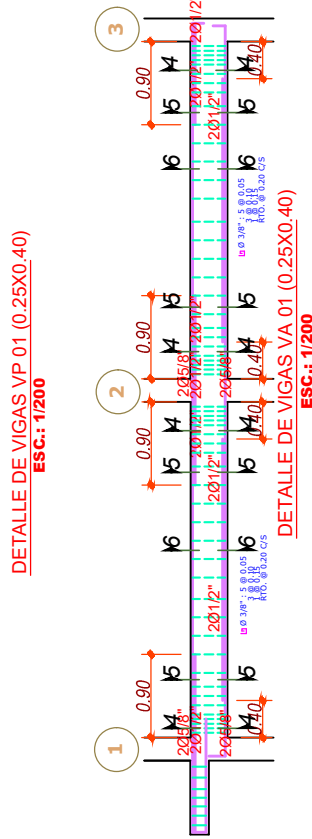
ALIGERADO QUINTO PISO
ESCALA: 1/200



CUADRO DE COLUMNAS Y VIGAS			
TIPO	C-1	C-2	C-3
DIMENSION			
ACERO	6 Ø 58" + 4 Ø 12"	4 Ø 58" + 4 Ø 12"	4 Ø 58" + 4 Ø 12"
ESTRIBOS	3 Ø 10" @ 200 mm	3 Ø 10" @ 200 mm	3 Ø 10" @ 200 mm



DETALLE DE COLUMNA
ESCALA: 1/200



ESC.: 1/200

PROPIETARIOS:
MARTHA HUAMAN SEDANO

PROYECTO:
CONSTRUCCION VIVIENDA-COMERCIO



UBICACION:
REGION : AYACUCHO
PROVINCIA : HUANTA
DISTRITO : HUANTA
C. POBLADO : LOTIZACION TUPIN
SECTOR : -
PRECIO : P/23
DIRECCION : JR. OSWALDO N. REGAL

ESCALA:
INDICADA
FECHA:
MAYO 2018

" UNSCH "

CLV
CLV

PLANO:

DISTRIBUCION
ELEVACION Y CORTE